

## **ANEJO 18. ANÁLISIS MULTICRITERIO**

**INDICE**

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO ..... 1  
 2.- DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS.....2  
 3.- CRITERIOS DE COMPARACIÓN.....6  
     3.1.- Indicadores del criterio Técnico-Funcional.....6  
         3.1.1.- Calidad del trazado .....6  
         3.1.2.- Tiempo de viaje.....8  
         3.1.3.- Capacidad.....9  
         3.1.4.- Coherencia con tramos colaterales..... 10  
     3.2.- Indicadores del criterio de impacto ambiental ..... 10  
     3.3.- Indicadores del criterio económico..... 12  
 4.- PUNTUACIONES DE LOS INDICADORES ..... 13  
 5.- ROBUSTEZ Y SENSIBILIDAD ..... 15  
     5.1.- Análisis de robustez ..... 15  
     5.2.- Análisis de sensibilidad ..... 15  
 6.- CONCLUSIÓN ..... 16

**INDICE DE FIGURAS**

Figura 1.- Esquema de la alternativa 2. Subtramo sur .....2  
 Figura 2.- Esquema de la alternativa 3. Subtramo sur .....2  
 Figura 3.- Esquema de la alternativa A. Subtramo norte.....3  
 Figura 4.- Esquema de la alternativa B. Subtramo norte.....3  
 Figura 5.- Esquema de la alternativa C. Subtramo norte.....3  
 Figura 6. Análisis de Puntuaciones en el criterio Técnico Funcional      Figura      7.  
 Análisis de Puntuaciones en el Criterio Ambiental                      14  
 Figura 8. Análisis de Puntuaciones en el Criterio Económico ..... 14

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1.- Criterios de Comparación.....6  
 Tabla 2.- Indicadores del Criterio Técnico-Funcional .....6  
 Tabla 3.- Asignaciones de pesos a los tipos de radios.....7  
 Tabla 4.- Resultados Indicador de trazado en planta para cada alternativa y eje .....7  
 Tabla 5.- Criterio de traslado de valores trazado en planta a escala 1-10.....7  
 Tabla 6.- Valoración del trazado en planta .....7  
 Tabla 7.- Asignación de pesos por rampas .....7  
 Tabla 8.- Resultados del Indicador de trazado en alzado para cada alternativa y eje.....8

Tabla 9.- Criterio de traslado de valores trazado en alzado a escala 1-10.....8  
 Tabla 10.- Valoración trazado en alzado .....8  
 Tabla 11.- Ponderación del trazado en planta y alzado.....8  
 Tabla 12.- Resultados del Indicador global de trazado para cada alternativa .....8  
 Tabla 13.- Tiempos de viaje. Viajeros UIC .....8  
 Tabla 14.- Tiempos de viaje. Mercancías UIC.....9  
 Tabla 15.- Resultados del indicador de tiempo de viaje para cada alternativa .....9  
 Tabla 16.- Surcos disponibles para circulaciones de trenes de mercancías por alternativas .....9  
 Tabla 17.- Valoración del criterio de capacidad..... 10  
 Tabla 18.- Valoración ene escala 0-10 del Subindicador de discontinuidad con el tramo previo..... 10  
 Tabla 19.- Indicadores y pesos de Caracterización ambiental ..... 11  
 Tabla 20.- Resumen de valores del Impacto total por alternativa ..... 11  
 Tabla 21.- Presupuesto para conocimiento de la administración de las alternativas..... 12  
 Tabla 22.- Valores extremos considerados para el criterio económico ..... 12  
 Tabla 23.- Puntuación del parámetro de Coste de Ejecución de las obras ..... 12  
 Tabla 24.- Puntuación del parámetro de Capacidad de Laminación de inversiones. .... 12  
 Tabla 25.- Resumen de los resultados globales de las diferentes alternativas ..... 13  
 Tabla 26.- Resumen de los resultados globales, agregados por criterios, de las diferentes alternativas ..... 13  
 Tabla 32. Análisis de sensibilidad ajustado a valores límite próximos..... 15  
 Tabla 33. Análisis de sensibilidad ajustado a valores límites alejados ..... 16

## 1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO

La FASE B del presente Estudio Informativo, a escala 1:2.000, analiza dos alternativas de trazado en el subtramo sur, entre Campanas y Pamplona y otras tres en el subtramo norte, comprendido entre Pamplona y Zuasti, dando lugar un total de a seis alternativas completas diferentes.

El objeto del presente documento consiste en realizar una análisis multicriterio que permita comparar las alternativas y determinar cuál o cuáles se consideran más adecuadas para cumplir los objetivos perseguidos y establecidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares de la orden de Estudio.

Para el desarrollo del Análisis Multicriterio se han analizado distintos indicadores agrupados en tres criterios principales de ámbito TÉCNICO-FUNCIONAL, ECÓNOMICO y AMBIENTAL. En ocasiones dichos indicadores podrían asignarse a más de un criterio, sin embargo, para facilitar la interpretación de los mismos y de los resultados obtenidos, se han asignado al que se considera que tiene más relevancia.

Los indicadores elegidos para cada grupo de criterios son los siguientes:

– Criterio TÉCNICO-FUNCIONAL:

Dentro de este grupo se analiza especialmente la bondad de la solución a nivel funcional, es decir, como satisface la solución a los objetivos perseguidos por el proyecto y las implicaciones operacionales que conlleva. Se tienen en cuenta aspectos como la calidad del trazado, los ahorros en tiempos de viaje, la capacidad y la coherencia con los tramos colaterales.

– Criterio ECONÓMICO:

En este grupo, y en esta fase, se consideran fundamentalmente tanto el coste de inversión de cada alternativa como la versatilidad de ejecución por fases, para permitir una puesta en servicio gradual y, en consecuencia, la laminación de las inversiones necesarias.

– Criterio AMBIENTAL, medido en función de:

Dentro de este grupo de criterios se analizan las afectaciones al medio ambiente, desglosándolas en varios indicadores entre los que se incluyen las

afecciones al planeamiento urbanístico o territorial, edificaciones o infraestructuras existentes.

## 2.- DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS

En la fase anterior del presente Estudio Informativo, desarrollada a escala 1:5.000, se determinó que continuaran analizándose en la siguiente etapa, a escala 1:2.000, las denominadas Alternativas 2A, 2B, 3A y 3B, descartándose la Alternativa 1, en la que se planteaba una duplicación de la línea existente en el tramo comprendido entre Campanas y la nueva estación de Pamplona.

Por lo tanto, se ha profundizado en el estudio y definición de las alternativas comentadas a escala 1:2.000, incorporando otras dos alternativas adicionales, denominadas como 2C y 3C, que presentan una configuración funcional algo distinta a las anteriores en el tramo comprendido entre la nueva estación de Pamplona y el punto final del Estudio.

El tramo objeto de estudio se divide en dos partes o subtramos. El Subtramo 1, que comprende la zona situada entre el inicio del Estudio, identificada como la Bifurcación de Campanas y el emplazamiento previsto por el Plan Urbanístico para La Nueva Estación de Pamplona; y el Tramo 2, que comprende desde dicha estación de Pamplona hasta el punto final del Estudio, situado en las inmediaciones de la estación de Zuasti.

En el **Subtramo 1** se han analizado **dos alternativas de trazado**: La **ALTERNATIVA 2**, que presenta una vía doble de ancho UIC con trazado en variante respecto al corredor de la línea actual, pasando por las inmediaciones de la localidad de Esquíroz y del aeropuerto de Pamplona-Noáin, y con pendientes longitudinales de hasta el 25 ‰, y la **ALTERNATIVA 3**, también con un trazado de la vía doble de ancho UIC en variante respecto al de la línea actual, pero que discurre por un nuevo corredor situado más al oeste, pasando por las inmediaciones de la localidad de Cizur Menor, y con pendientes aptas para tráfico de mercancías. En ambos casos se plantea una renovación a ancho mixto del tramo de la vía actual para permitir la circulación en ambos anchos por este tramo.

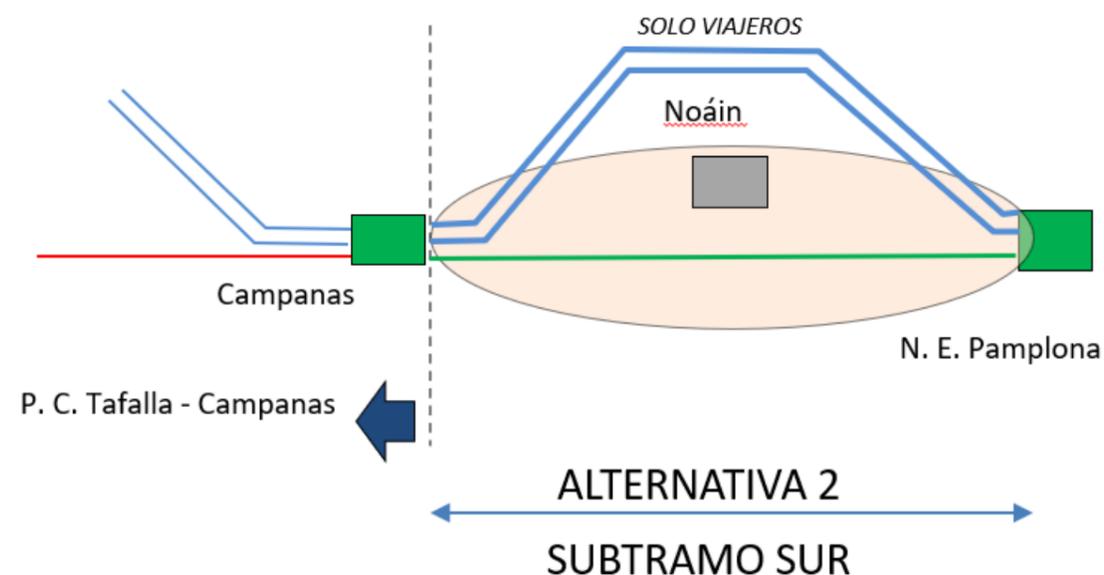


Figura 1.- Esquema de la alternativa 2. Subtramo sur

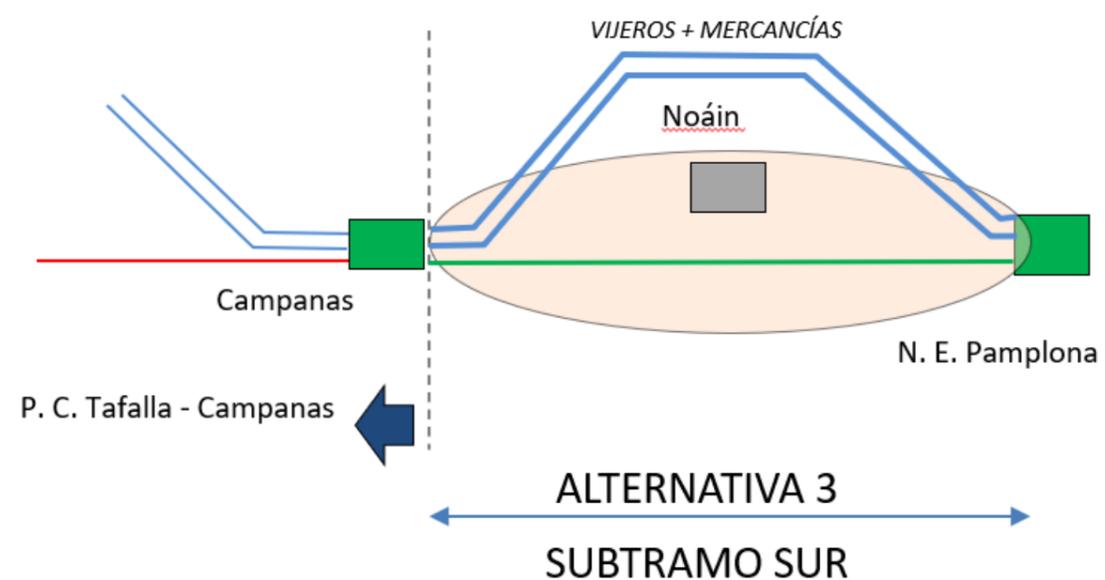


Figura 2.- Esquema de la alternativa 3. Subtramo sur

En el **Subtramo 2**, comprendido entre la nueva Estación de Pamplona y Zuasti, se han planteado tres alternativas: La **ALTERNATIVA A**, que consiste en una plataforma compartida de vía doble, una vía de ancho UIC y una de ibérico (funcionalmente dos vías únicas); La **ALTERNATIVA B**, que consiste en la ejecución de dos plataformas paralelas, una apta para vía doble de ancho UIC y otra para vía única de ancho ibérico; Y por último la **ALTERNATIVA C**, que consiste en una plataforma para vía doble, con una vía de ancho UIC y otra de ancho mixto, de manera que se configura funcionalmente como vía doble para el ancho UIC y como vía única para el ancho ibérico, compartida con una de las vías del ancho UIC.

Todas las alternativas presentan una trazado similar, con mayor o menor ocupación en función de las plataformas a ejecutar (una o dos), si bien en el caso de la alternativa B, la plataforma de vía única de ancho Ibérico se separa respecto a la de ancho UIC para evitar la ejecución de un túnel adicional en la zona del Monte de Mendía, junto a la EDAR de Arazuri.

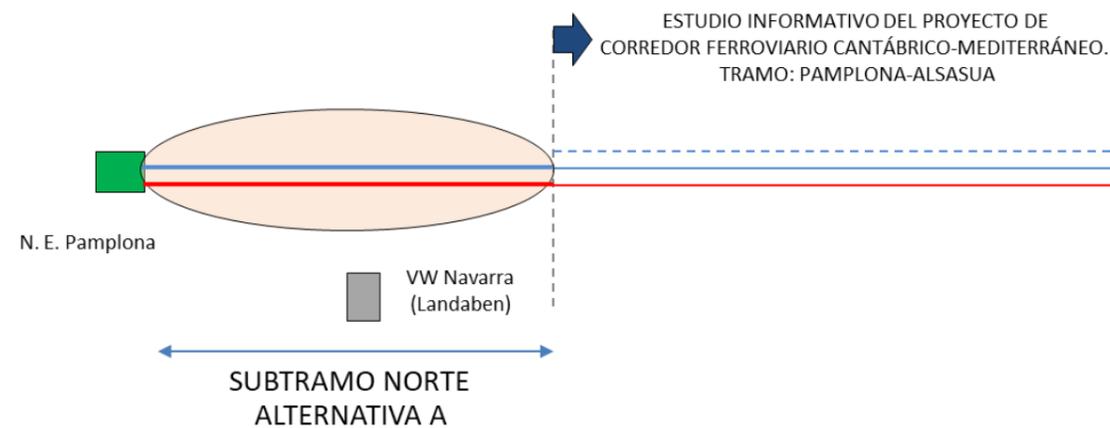


Figura 3.- Esquema de la alternativa A. Subtramo norte

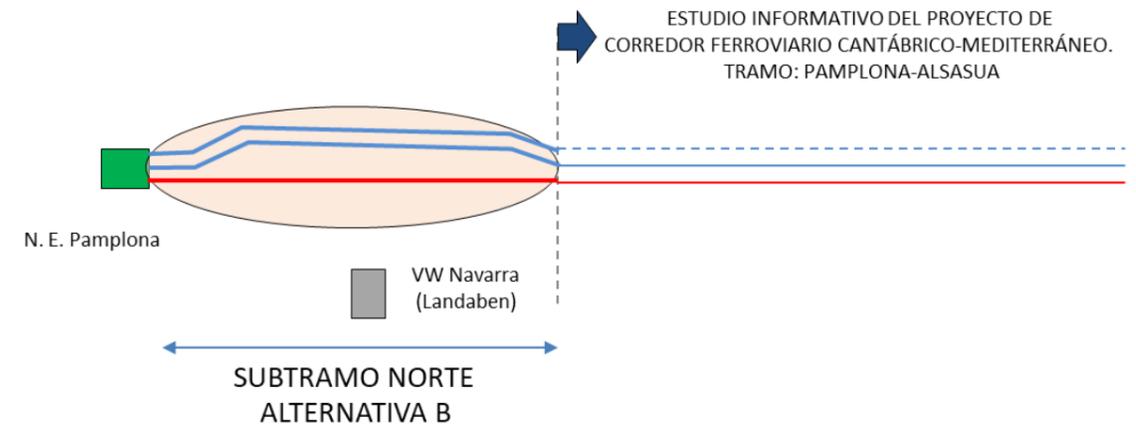


Figura 4.- Esquema de la alternativa B. Subtramo norte

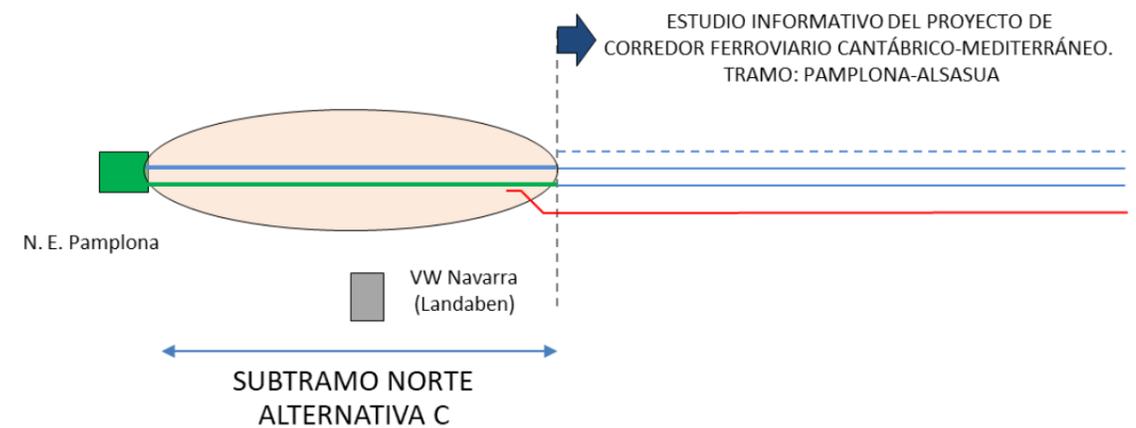


Figura 5.- Esquema de la alternativa C. Subtramo norte

De la combinación de alternativas en los diferentes subtramos se componen un total de 6 alternativas, que son: **2A, 2B, 2C, 3A, 3B y 3C**.

**ALTERNATIVA 2A:** Cuenta con una longitud total de 21,6 Km. En ella se plantea la ejecución de una nueva plataforma en variante apta para vía doble de ancho UIC entre la localidad de Campanas y el entorno de la Terminal de mercancías de Noáin. A partir de este punto, se dispone una plataforma compartida para vía triple, también en variante, hasta alcanzar el emplazamiento previsto para la nueva estación de Pamplona. Posteriormente la alternativa continúa también en variante hacia el norte con una plataforma de doble vía. Esta alternativa está integrada por los siguientes tramos o actuaciones:

- **Variante Campanas-Esquíroz.** Tramo con plataforma de doble vía de ancho UIC comprendido entre el inicio del tramo, cerca de la localidad de Campanas y la de Esquíroz. Tiene una longitud de 8,4 Km. Incluye la ejecución de los ramales de conexión del nuevo corredor de ancho UIC con la línea actual (Bifurcación Campanas). Una característica importante de este subtramo es **la existencia de pendientes máximas del 25%**, limitando su uso para tráfico exclusivo de viajeros.
- **Variante de Esquíroz.** Trazado en variante apta para triple vía (dos de ancho UIC y otra de ancho mixto) para eliminar la barrera urbanística que supone la línea actual en la población, mediante el soterramiento de la misma con un túnel artificial de 780 metros de longitud, y continuando después hasta la ubicación de la nueva estación de Pamplona. Longitud 3,9 Km.
- **Renovación de la línea actual.** Se plantea la renovación de un tramo de 9,5 km. de longitud de la línea existente, situado entre el P.K. 160/350 y el P.K. 169/850, para dotarlo con sistema de vía de ancho mixto.
- **Haz de vías y edificio de la nueva estación de Pamplona.** Comprende la ejecución de la playa de vías de la nueva estación, con un total de 7 vías y 3 andenes, con una longitud total de 1,3 Km, así como la construcción de un nuevo edificio de viajeros de la estación, con una superficie total de unos 10.800 m<sup>2</sup> y de la urbanización exterior asociada a la estación, con aceras, zonas de aparcamiento, viales, etc.
- **Ramal de acceso a Landaben.** Vía de acceso desde la nueva estación de Pamplona al polígono industrial de Landaben, de 2,5 Km de longitud.
- **Variante de Pamplona.** Comprende el tramo situado entre el emplazamiento de la nueva estación y el final del tramo objeto de Estudio, enlazando de nuevo con la línea actual en torno al KM 190/500, suprimiendo así el actual trazado sinuoso (“bucle”) que atraviesa la ciudad. Este tramo cuenta con una longitud de 8,0 Km. La plataforma doble tiene una vía de ancho UIC y otra de ancho ibérico.

**ALTERNATIVA 2B:** Esta alternativa cuenta también con una longitud de 21,6 Km. y comparte el mismo trazado que la alternativa 2A hasta alcanzar la nueva estación de Pamplona. A partir de este punto continúa en variante hacia el norte, con la diferencia de que dispone de plataformas paralelas e independientes, una de vía doble para las vías de ancho UIC y la otra de vía única y ancho ibérico. De esta manera, la doble vía de ancho UIC del subtramo anterior tiene continuidad hasta el punto final del estudio, mientras que el corredor de la vía actual renovada a ancho mixto tiene continuidad mediante una vía única de ancho ibérico a partir de la bifurcación de Pamplona.

**ALTERNATIVA 2C:** Se trata de una variación de la ALTERNATIVA 2A que afecta únicamente a la segunda parte del tramo, comprendido entre la nueva estación de Pamplona y el final del estudio. Dicha variación consiste en la instalación de una vía de ancho UIC y otra de ancho mixto en la plataforma para vía doble que se ejecuta, de manera que funcionalmente se configura como de vía doble de ancho UIC y de vía única compartida para el ancho ibérico, mediante la vía común de ancho mixto. Las conexiones con el corredor de la línea actual se realizan en las bifurcaciones de Pamplona y Zuasti a través de sendos ramales.

**ALTERNATIVA 3A:** Tiene una longitud total de 21,3 km y está concebida **permitir la circulación de tráfico mixto de viajeros y mercancías la nueva vía doble de ancho UIC**, dando así continuidad a las características de diseño del nuevo corredor entre Castejón y Campanas. En ella se plantea la ejecución de una nueva plataforma en variante apta para vía doble de ancho UIC entre la localidad de Campanas y el entorno de la nueva estación de Pamplona, mientras que la línea actual se renueva con sistema de vía de ancho mixto. Posteriormente la alternativa continúa también en variante hacia el norte con una plataforma de vía doble, compartiendo una de vía de ancho UIC y otra vía de ancho ibérico. Esta alternativa está integrada por los siguientes tramos o actuaciones:

- **Variante Campanas-Pamplona.** Tramo de doble vía comprendido entre el inicio del tramo, cerca de la localidad de Campanas y la ubicación de la nueva estación de Pamplona. Tiene una longitud de 12,05 km.
- **Renovación de la línea actual.** Se plantea la renovación de un tramo de 12,8 km. de longitud de la línea existente, situado entre el P.K. 160/350 y el P.K. 173/125, para dotarlo con sistema de vía de ancho mixto.
- **Haz de vías y edificio de la nueva estación de Pamplona.** Comprende la ejecución de la playa de vías de la nueva estación, con un total de 7 vías y 3 andenes, con una longitud total de 1,3 Km, así como la construcción de un nuevo edificio de viajeros de la estación, con una superficie total de unos 10.800 m<sup>2</sup> y de la urbanización exterior asociada a la estación, con aceras, zonas de aparcamiento, viales, etc.
- **Ramal de acceso a Landaben.** Vía de acceso desde la nueva estación de Pamplona al polígono industrial de Landaben, de 2,5 Km de longitud.
- **Variante de Pamplona.** Comprende el tramo situado entre el emplazamiento de la nueva estación y el final del tramo objeto de Estudio, enlazando de nuevo con la línea actual en torno al km 190/500, suprimiendo así el actual trazado sinuoso (“bucle”) que atraviesa la ciudad. Este tramo cuenta con una longitud de 8,0 Km. y está compuesto por una plataforma en vía doble con una vía en ancho UIC y otra en ancho ibérico.

**ALTERNATIVA 3B:** Esta alternativa cuenta también con una longitud de 21,3 Km. y comparte el mismo trazado que la alternativa 3A hasta alcanzar la nueva estación de Pamplona. A partir de este punto continúa en variante hacia el norte, con la diferencia de que dispone de plataformas paralelas e independientes, una de vía doble para las vías de ancho UIC y la otra de vía única y ancho ibérico. De esta manera, la doble vía de ancho UIC del subtramo anterior tiene continuidad hasta el punto final del estudio, mientras que el corredor de la vía actual renovada a ancho mixto tiene continuidad mediante una vía única de ancho ibérico a partir de la bifurcación de Pamplona.

**ALTERNATIVA 3C:** Se trata de una variación de la ALTERNATIVA 3A que afecta únicamente a la segunda parte del tramo, comprendido entre la nueva estación de Pamplona y el final del estudio. Dicha variación consiste en la instalación de una vía de ancho UIC y otra de ancho mixto en la plataforma para vía doble que se ejecuta, de manera que funcionalmente se configura como de vía doble de ancho UIC y de vía única compartida para el ancho ibérico, mediante la vía común de ancho mixto. Las conexiones con el corredor de la línea actual se realizan en las bifurcaciones de Pamplona y Zuasti a través de sendos ramales.

Estas **6 alternativas** han sido comparadas en el presente documento mediante un análisis multicriterio. Baste aquí reiterar que estas alternativas se plantean para dar continuidad al corredor de altas prestaciones que se está desarrollando desde Zaragoza hasta Altsasua pasando por Pamplona, y en concreto al tramo que se encuentra actualmente en construcción entre Castejón y Campanas. Con esto se pretende incidir en que la coherencia con el corredor ya proyectado o incluso en fase de construcción es esencial para que el conjunto del corredor tenga sentido.

En este sentido, las **ALTERNATIVAS 2A, 2B y 2C** ofrecen continuidad al tráfico de viajeros, en cuanto que se mantiene el mismo esquema de doble vía UIC más la vía existente (2+1), sin embargo, el tráfico de mercancías debe discurrir por la línea existente renovada con sistema de ancho mixto a partir de la bifurcación de Campanas y hasta el entorno de la nueva estación de Pamplona, al disponer el nuevo corredor de pendientes longitudinales máximas de hasta el 25 %.

Las **ALTERNATIVAS 3A, 3B y 3C** resultan más versátiles y coherentes con los tramos anteriores, al ofrecer la continuidad a los tráficos tanto de viajeros como de mercancías en ancho UIC; la vía existente se transforma a ancho mixto exclusivamente para posibilitar el acceso a la terminal de mercancías de Noáin en ancho internacional.

### 3.- CRITERIOS DE COMPARACIÓN

Como se explicó en el apartado de introducción de este documento, la comparación de alternativas se basará en tres criterios: criterio Técnico-Funcional, criterio Ambiental y criterio Económico, que se ponderarán con los porcentajes de 40%, 30% y 30%, respectivamente.

Al criterio Técnico-Funcional se le asigna gran importancia en este análisis, dado que el tramo objeto de análisis forma parte de un corredor de importancia estratégica, como es el corredor Cantábrico-Mediterráneo, encontrándose actualmente en fase de construcción de plataforma varios de los tramos comprendidos entre Castejón de Ebro y Campanas.

CRITERIOS	PESOS
Criterio Técnico-Funcional	0,40
Criterio Ambiental	0,30
Criterio Económico	0,30

Tabla 1.- Criterios de Comparación

Dentro de cada criterio se han analizado y valorado diversos indicadores, que se describen a continuación en cada apartado correspondiente.

#### 3.1.- Indicadores del criterio Técnico-Funcional

Dentro de este grupo se analiza especialmente la bondad de la solución a nivel funcional, es decir, como satisface la solución a los objetivos perseguidos por el proyecto y las implicaciones operacionales que conlleva. Se tienen en cuenta aspectos como los ahorros en tiempos de viaje, la capacidad o la coherencia con los tramos colaterales y otros aspectos técnicos como la calidad del trazado.

Bajo esta denominación se recogen todos aquellos aspectos relacionados con la funcionalidad y la prestación del servicio de la nueva línea ferroviaria. Estos aspectos 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 correspondientes indicadores de evaluación):

- Calidad del trazado
- Tiempos de viaje
- Capacidad del tramo
- Coherencia con tramos colaterales

Cuyos pesos son:

CRITERIOS	PESOS	INDICADORES	PESOS
Criterio Técnico-Funcional	0,4	Calidad del trazado	0,05
		Tiempo de viaje	0,10
		Capacidad del tramo	0,15
		Coherencia con tramos colaterales	0,10

Tabla 2.- Indicadores del Criterio Técnico-Funcional

##### 3.1.1.- Calidad del trazado

Dentro del trazado se evaluarán la planta y el perfil longitudinal, otra medida habitual sería la longitud total, pero dado que en este caso la diferencia entre tramos es tan pequeña y, que, por otra parte, la longitud también está vinculada en el tiempo de viaje, se obviará este indicador.

##### 3.1.1.1.- Planta

Para la evaluación del trazado en planta se han analizado las alineaciones de los trazados obtenidos de ISPOL y se le ha asignado una escala de pesos a las alineaciones según el rango en el que se encuentran los radios; en este caso los valores escogidos han sido:

- 4 para rectas o radios mayores de 3.500 metros.
- 3 para radios de entre 2.500 y 3.500 metros.
- 2 para radios de entre 1.500 y 2.500 metros.
- 1 para radios de entre 750 y 1.500 metros.
- 0 para radios menores o iguales a 750 metros.

Una vez multiplicados los pesos por los desarrollos de las curvas o las longitudes de las rectas, se suma el valor total y se divide por la longitud del eje para obtener un valor global de la calidad del trazado del eje. A continuación, se muestran los valores elegidos para las asignaciones de pesos.

RADIOS (m)	Peso
Recta o R > 3500m	4,00
2500m < R ≤ 3500m	3,00
1500m < R ≤ 2500m	2,00
750m < R ≤ 1500m	1,00
R ≤ 750m	0,00

Tabla 3.- Asignaciones de pesos a los tipos de radios

Como se puede comprobar, cuánto mejor sea el trazado en planta, mayor será el valor obtenido por el indicador, alcanzando el 4 si las curvas existentes fuesen siempre mayores de 3.500 metros.

El resultado del indicador de trazado obtenido para cada alternativa y eje se muestra en la siguiente tabla:

	ALTERNATIVA 2A	ALTERNATIVA 2B	ALTERNATIVA 2C	ALTERNATIVA 3A	ALTERNATIVA 3B	ALTERNATIVA 3C
Eje UIC	3,32	3,32	3,30	3,08	3,08	3,05
Eje ibérico ó mixto	3,08	2,96	3,05	3,08	2,94	3,03
<b>TOTAL</b>	<b>3,20</b>	<b>3,14</b>	<b>3,17</b>	<b>3,08</b>	<b>3,01</b>	<b>3,04</b>

Tabla 4.- Resultados Indicador de trazado en planta para cada alternativa y eje

Como se puede observar, se han calculado de manera individualizada los valores correspondientes a los ejes de distinto ancho de las alternativas, para después obtener el valor global como media de ambos.

Por último y dado que el eje mixto/ibérico entre Campanas y la N.E. de Pamplona es similar en todas las alternativas, se han considerado solo los valores obtenidos para el eje de ancho UIC.

Este valor, sin embargo, debe ser trasladado a una escala lineal 0 – 10 para ser equivalente con las evaluaciones del resto de indicadores. En este caso se han considerado 0 y 4 como valores mínimo y máximo, equivalentes al cero y al 10.

	Máximo valor del indicador	Máximo valor escalado
Máximo	4,00	10,00
Mínimo	0,00	0,00

Tabla 5.- Criterio de traslado de valores trazado en planta a escala 1-10

El traslado de los valores a la escala 0 - 10 arroja los siguientes resultados:

	ALTERNATIVA 2A	ALTERNATIVA 2B	ALTERNATIVA 2C	ALTERNATIVA 3A	ALTERNATIVA 3B	ALTERNATIVA 3C
Valoración trazado en planta	8,00	7,86	7,93	7,71	7,53	7,60

Tabla 6.- Valoración del trazado en planta

### 3.1.1.2.- Longitudinal

El proceso seguido es muy similar al realizado para analizar el trazado en planta; en este caso se han tomado las rasantes entre vértices y se les ha atribuido un peso en función de la influencia que supone sobre la marcha de los trenes.

- 4 para rampas menores o iguales a 5 milésimas.
- 3 para rampas de entre 5 y 12,5 milésimas.
- 2 para rampas de entre 12,5 y 15 milésimas.
- 1 para rampas de entre 15 y 18 milésimas.
- 0 para rampas mayores de 18 milésimas.

PENDIENTES (‰)	Peso
p > 18‰	0,00
15‰ < p ≤ 18‰	1,00
12,5‰ < p ≤ 15‰	2,00
5‰ < p ≤ 12,5‰	3,00
p ≤ 5‰	4,00

Tabla 7.- Asignación de pesos por rampas

En este caso también se obtendrá el valor mayor cuanto mejor sea la calidad del trazado, teniendo como mínimo el 0 y como máximo el 4.

El resultado del indicador de trazado obtenido para cada alternativa y eje se muestra en la siguiente tabla:

PUNTUACIÓN TRAZADO EN ALZADO						
	ALTERNATIVA 2A	ALTERNATIVA 2B	ALTERNATIVA 2C	ALTERNATIVA 3A	ALTERNATIVA 3B	ALTERNATIVA 3C
Eje mixto/ibérico	2,72	2,76	2,77	2,20	2,20	2,19
Eje ibérico ó mixto	3,44	3,46	3,21	3,36	3,16	3,08
<b>TOTAL</b>	<b>3,08</b>	<b>3,11</b>	<b>2,99</b>	<b>2,78</b>	<b>2,68</b>	<b>2,63</b>

**Tabla 8.- Resultados del Indicador de trazado en alzado para cada alternativa y eje**

Para realizar el traslado a una escala lineal de rango 0-10 se ha supuesto 4 como valor máximo y 0 como valor mínimo.

	Máximo valor del indicador	Máximo valor escalado
Máximo	4,00	10,00
Mínimo	0,00	0,00

**Tabla 9.- Criterio de traslado de valores trazado en alzado a escala 1-10**

El traslado de los valores a la escala 0-10 arroja los siguientes resultados:

	ALTERNATIVA 2A	ALTERNATIVA 2B	ALTERNATIVA 2C	ALTERNATIVA 3A	ALTERNATIVA 3B	ALTERNATIVA 3C
Valoración perfil longitudinal	8,59	8,66	8,03	8,40	7,90	7,69

**Tabla 10.- Valoración trazado en alzado**

**3.1.1.3.- Global**

Por último, para calcular el cómputo global de calidad del trazado, se han ponderado las puntuaciones obtenidas del trazado en planta y las puntuaciones obtenidas del trazado longitudinal.

Se ha ponderado con un 70% al trazado en planta y con un 30% al trazado en alzado dado que éste tiene mucha menor influencia en la marcha de los trenes de viajeros que el trazado en planta y que la diferenciación entre rampas admisibles para trenes de mercancías, o no, va a ser considerada en el indicador de flexibilidad de la operación.

	Peso
Trazado en planta	0,70
Trazado longitudinal	0,30

**Tabla 11.- Ponderación del trazado en planta y alzado**

La puntuación global resultante es la siguiente:

	ALTERNATIVA 2A	ALTERNATIVA 2B	ALTERNATIVA 2C	ALTERNATIVA 3A	ALTERNATIVA 3B	ALTERNATIVA 3C
Valoración trazado en planta	8,00	7,86	7,93	7,71	7,53	7,60
Valoración perfil longitudinal	8,59	8,66	8,03	8,40	7,90	7,69
Valoración global	<b>8,18</b>	<b>8,10</b>	<b>7,96</b>	<b>7,92</b>	<b>7,64</b>	<b>7,63</b>

**Tabla 12.- Resultados del Indicador global de trazado para cada alternativa**

**3.1.2.- Tiempo de viaje**

El tiempo de viaje es un parámetro fundamental para valorar la idoneidad de una infraestructura, más aún si ésta está destinada al tráfico de viajeros, ya que permite evaluar la competitividad del ferrocarril frente a otros medios de transporte.

Teniendo en cuenta que la alternativas sólo presentan diferencias significativas de trazado en el primer tramo, comprendido entre Campanas y la Nueva Estación de Pamplona para la línea de ancho UIC, el análisis de los tiempos de recorrido se ha centrado en este ancho, ya que para las circulaciones en ancho ibérico los trazados son prácticamente idénticos, con alguna pequeña variación no significativa en el entorno de Esquíroz.

Los resultados obtenidos del tiempo medio de viaje para trenes de mercancías y de viajeros en ancho ibérico y UIC para cada alternativa son los siguientes:

VIAJEROS UIC						
Tiempo de viaje (mm:ss)	Alternativa 2	Alternativa 3				
Sentido norte Campanas - Pamplona	4:40:00	5:20:00				
Sentido sur Pamplona - Campanas	4:50:00	5:20:00				
Tiempo de viaje (mm:ss)	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C			
Sentido norte Pamplona - PAET	8:05:00	8:05:00	8:05:00			
Sentido sur PAET - Pamplona	8:30:00	8:30:00	8:30:00			
Tiempo de viaje (mm:ss)	Alternativa 2A	Alternativa 2B	Alternativa 2C	Alternativa 3A	Alternativa 3B	Alternativa 3C
Sentido norte Campanas - PAET	12:45:00	12:45:00	12:45:00	13:25:00	13:25:00	13:25:00
Sentido sur PAET - Campanas	13:20:00	13:20:00	13:20:00	13:50:00	13:50:00	13:50:00

**Tabla 13.- Tiempos de viaje. Viajeros UIC**

MERCANCIAS UIC						
Tiempo de viaje (mm:ss)	Alternativa 2	Alternativa 3				
Sentido norte Campanas - Pamplona	N/A	10:50				
Sentido sur Pamplona - Campanas	N/A	11:35				
Tiempo de viaje (mm:ss)	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C			
Sentido norte Pamplona - PAET	21:20	21:20	21:20			
Sentido sur PAET - Pamplona	22:15	22:15	22:15			
Tiempo de viaje (mm:ss)	Alternativa 2A	Alternativa 2B	Alternativa 2C	Alternativa 3A	Alternativa 3B	Alternativa 3C
Sentido norte Campanas - PAET	N/A	N/A	N/A	8:10:00	8:10:00	8:10:00
Sentido sur PAET - Campanas	N/A	N/A	N/A	9:50:00	9:50:00	9:50:00

Tabla 14.- Tiempos de viaje. Mercancías UIC

En el caso de las Alternativas 2, al no ser posible la circulación de mercancías en ancho UIC por el nuevo corredor en el sector entre Campanas y la Nueva Estación de Pamplona no resulta posible establecer diferencias entre alternativas, por lo que la comparación se realiza exclusivamente respecto al tiempo de viaje de los trenes de viajeros de ancho UIC.

En cuanto a los valores de la puntuación de este indicador, y teniendo en cuenta el tráfico y tipo de línea analizada, se establece un rango entre 0 y 10 puntos con el siguiente criterio:

- **10 puntos** para tiempos de viaje correspondientes a circulaciones a velocidades de 300 Km/h.
- **0 puntos** para tiempos de viaje correspondientes a circulaciones a velocidades de 140 Km/h.

Las puntuaciones obtenidas para cada alternativa son las siguientes.

	ALTERNATIVA 2A	ALTERNATIVA 2B	ALTERNATIVA 2C	ALTERNATIVA 3A	ALTERNATIVA 3B	ALTERNATIVA 3C
Valores tiempo de viaje	4,11	4,11	4,11	3,52	3,52	3,52

Tabla 15.- Resultados del indicador de tiempo de viaje para cada alternativa

### 3.1.3.- Capacidad

La capacidad es uno de los parámetros más importantes para evaluar la idoneidad de las diferentes alternativas. En el ANEJO 16 se detalla de forma más extensa la metodología y las hipótesis para realizar los cálculos de capacidad, sintonizándose a continuación los criterios generales y los resultados de dicho anejo.

Se debe entender que la capacidad de un tramo de línea no es un valor absoluto, sino que depende del tipo de trenes que circulen por la línea y la secuencia de tipos de trenes que lo hagan por la misma. Es necesario, por tanto, tratar la capacidad en términos homogéneos para las diferentes alternativas.

Para realizar la comparación desde el punto de vista de la capacidad se ha establecido una oferta fija de trenes de viajeros, tanto de ancho UIC como de ibérico, que cumple, con cierto margen, la demanda que se puede esperar para el corredor. En concreto se han considerado un total de 40 circulaciones diarias de trenes de viajeros por sentido (32 de ancho UIC y 8 de ancho ibérico). Estos trenes de viajeros se han mantenido invariantes, en número y horario, en todas las alternativas, analizando los surcos intermedios que quedarían disponibles en cada caso para completarlos con circulaciones de mercancías. Para cada ancho, se obtiene la media de surcos correspondientes a los tramos sur (Campanas-Pamplona) y norte (Pamplona-Zuasti). Los resultados obtenidos son los siguientes:

		ALTERNATIVA 2A	ALTERNATIVA 2B	ALTERNATIVA 2C	ALTERNATIVA 3A	ALTERNATIVA 3B	ALTERNATIVA 3C
Trenes de mercancías en ancho UIC	Tramo sur	2	6	3	6	65	8
	Tamo norte	2	6	3	6	65	8
	Media	2	6	3	6	65	8
Trenes de mercancías en ancho ibérico	Tramo sur	21	17	13	21	17	13
	Tamo norte	21	17	13	21	17	13
	Media	21	17	13	21	17	13
<b>Total de trenes de mercancías</b>		<b>23</b>	<b>23</b>	<b>16</b>	<b>27</b>	<b>82</b>	<b>21</b>

Tabla 16.- Surcos disponibles para circulaciones de trenes de mercancías por alternativas

La puntuación de este indicador se establece mediante un rango de 0 a 10, asignando 0 puntos a la de mínima capacidad y 10 a la máxima, e interpolando linealmente para resultados intermedios.

Como resultado, aplicando este factor de escala, se obtuvo la siguiente tabla:

	ALTERNATIVA 2A	ALTERNATIVA 2B	ALTERNATIVA 2C	ALTERNATIVA 3A	ALTERNATIVA 3B	ALTERNATIVA 3C
Indicador de capacidad	1,06	1,06	0,00	1,67	10,00	0,76

Tabla 17.- Valoración del criterio de capacidad

3.1.4.- Coherencia con tramos colaterales

Este parámetro está relacionado con la continuidad del esquema funcional de vías de los tramos colaterales, desde una óptica completa como corredor global ferroviario, en el ámbito entre Zaragoza y el País Vasco, que forma parte a su vez del eje Cantábrico-Mediterráneo.

Por una parte, en el tramo del sur, entre Castejón y Campanas tenemos que se está planteando un esquema “2+1”, con una plataforma nueva para la doble vía de ancho UIC con pendientes máximas del 15‰ y otra correspondiente a la vía única actual.

Por otra parte, en el tramo norte, entre Pamplona y la “Y” Vasca, y pendiente del resultado que se determine en el nuevo “ESTUDIO INFORMATIVO DEL PROYECTO DE CORREDOR FERROVIARIO CANTÁBRICO-MEDITERRÁNEO. TRAMO: PAMPLONA-ALSASUA”, se espera que finalmente se opte por adoptar también una configuración “2+1”, con un corredor nuevo para el ancho UIC, conservando la línea actual para el ancho ibérico.

Por tanto, se entiende que la alternativa óptima desde el punto de vista de la coherencia con los tramos colaterales sería mantener ese mismo esquema “2+1”, con pendientes longitudinales máximas del 15‰ en todo el tramo. El resto de opciones introducirá limitaciones funcionales que limitarán su capacidad de explotación.

De esta manera se han asignado los siguientes escalones de puntuación:

- **10 puntos** para las alternativas con esquema “2+1” y pendientes máximas del 15‰ en todo el tramo.
- **7,5 puntos** para las alternativas con esquema “2+1” con pendientes máximas que excedan del 15‰ en alguna parte del tramo.
- **5 puntos** para las alternativas con esquema “2+1” en alguna parte del tramo y “1+1” en el resto y pendientes máximas del 15‰ en todo el tramo.
- **2,5 puntos** para las alternativas con esquema “2+1” en alguna parte del tramo y “1+1” en el resto y pendientes máximas que excedan del 15‰ en alguna parte del tramo.
- **0 puntos** para el resto de opciones.

De esta manera se obtiene las siguientes puntuaciones:

	ALTERNATIVA 2A	ALTERNATIVA 2B	ALTERNATIVA 2C	ALTERNATIVA 3A	ALTERNATIVA 3B	ALTERNATIVA 3C
Coherencia con el tramo previo	2,5	7,5	2,5	5,0	10,0	5,0

Tabla 18.- Valoración en escala 0-10 del Subindicador de discontinuidad con el tramo previo

3.2.- **Indicadores del criterio de impacto ambiental**

La evaluación detallada del impacto ambiental para cada alternativa ha sido analizada Estudio de Impacto Ambiental que forma parte del presente Estudio Informativo. En este apartado se resumen los criterios y valoraciones considerados.

La caracterización ambiental comprende un total de diez indicadores distintos, a los cuales se les ha dado un peso en función de su importancia. En la tabla siguiente se muestran dichos indicadores con sus pesos.

MEDIO AMBIENTE	PESO
Geología	0,05
Hidrología	0,10
Hidrogeología	0,05
Espacios Naturales Protegidos	0,15
Usos del Suelo. Usos Forestales	0,15

MEDIO AMBIENTE	PESO
Usos del Suelo. Usos Urbanos	0,05
Paisaje	0,15
Biotopos Faunísticos	0,10
Patrimonio Cultural	0,10
Planeamiento Urbanístico	0,10

**Tabla 19.- Indicadores y pesos de Caracterización ambiental**

Para asignar la puntuación de cada indicador se han evaluado los impactos correspondientes, normalmente a partir de la medición de superficies de los distintos elementos o espacios sensibles que se ven afectados en cada alternativa, o bien los impactos directos sobre elementos puntuales; posteriormente se le ha asignado un valor numérico comprendido entre 0 y 10 para asignar la gravedad del impacto, siendo 10 un impacto crítico, y 0 un impacto nulo o no significativo.

Estos valores se multiplican por el peso asignado para cada indicador, obteniendo una suma ponderada que corresponde al “Impacto Ambiental Total” de cada alternativa. Finalmente se obtiene el “Índice de Calidad Ambiental” como diferencia entre el valor 10, que se asigna como el de mejor calidad ambiental y el valor del impacto correspondiente, obteniendo la siguiente puntuación final.

MEDIO AMBIENTE	PESO	ALT. 2A	ALT. 2B	ALT. 2C	ALT. 3A	ALT. 3B	ALT. 3C
Geología	0,05	0,25	0,30	0,25	0,15	0,20	0,15
Hidrología	0,10	0,50	0,60	0,50	0,30	0,40	0,30
Hidrogeología	0,05	0,25	0,30	0,25	0,15	0,20	0,15
Espacios Naturales Protegidos	0,15	0,90	1,05	0,90	0,75	0,90	0,75
Usos del Suelo. Usos Forestales	0,15	0,90	1,05	0,90	0,75	0,90	0,75
Usos del Suelo. Usos Urbanos	0,05	0,35	0,35	0,35	0,20	0,20	0,20
Paisaje	0,15	0,60	0,90	0,60	0,45	0,75	0,45
Biotopos Faunísticos	0,10	0,60	0,60	0,60	0,50	0,60	0,50
Patrimonio Cultural	0,10	0,40	0,40	0,40	0,30	0,30	0,30
Planeamiento Urbanístico	0,10	0,60	0,60	0,60	0,50	0,60	0,50
<b>IMPACTO AMBIENTAL TOTAL</b>		<b>5,35</b>	<b>6,15</b>	<b>5,35</b>	<b>4,05</b>	<b>5,05</b>	<b>4,05</b>
<b>INDICE DE CALIDAD AMBIENTAL</b>		<b>4,65</b>	<b>3,85</b>	<b>4,65</b>	<b>5,95</b>	<b>4,95</b>	<b>5,95</b>

**Tabla 20.- Resumen de valores del Impacto total por alternativa**

### 3.3.- Indicadores del criterio económico

Desde el punto de vista económico se han considerado dos parámetros fundamentales para la valoración de las alternativas:

- El coste de ejecución de las obras
- La capacidad de laminación de las inversiones

Para el primer caso, el coste de ejecución de las obras, se ha considerado representativo el presupuesto para conocimiento de la Administración obtenido en el documento de Valoración Económica del presente Estudio Informativo.

Coste de Ejecución de las obras	CRITERIO ECONÓMICO					
	Alternativa 2A	Alternativa 2B	Alternativa 2C	Alternativa 3A	Alternativa 3B	Alternativa 3C
PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	504,93 M€	585,75 M€	507,44 M€	451,90 M€	528,59 M€	458,09 M€

**Tabla 21.- Presupuesto para conocimiento de la administración de las alternativas**

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

- Valor más desfavorable. Se toma como valor más desfavorable el correspondiente a un incremento del 20% del máximo coste.
- Valor más favorable. Se toma como valor más favorable el correspondiente a una reducción del 20% del mínimo coste

Factor de escala		
Mínimo	0,80	361,52 M€
Máximo	1,20	702,90 M€

**Tabla 22.- Valores extremos considerados para el criterio económico**

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

	Alternativa 2A	Alternativa 2B	Alternativa 2C	Alternativa 3A	Alternativa 3B	Alternativa 3C
Puntuación Coste de ejecución de las obras	5,8	3,4	5,7	7,4	5,1	7,2

**Tabla 23.- Puntuación del parámetro de Coste de Ejecución de las obras**

Respecto al segundo parámetro considerado, la capacidad de laminación de las inversiones, se evalúa la adaptación de las distintas alternativas frente a la posibilidad de realizar una ejecución parcial o por fases de las obras cumpliendo los objetivos funcionales requeridos en cada etapa (concepto de puesta en servicio evolutiva). En el caso que nos ocupa, las alternativas “B” son susceptibles de ejecutarse por etapas en el tramo comprendido entre Pamplona y Zuasti, abordando en una primera fase la plataforma de vía única y ancho ibérico para resolver la eliminación del Bucle de Pamplona y posteriormente, a más largo plazo, la ejecución de la plataforma de vía doble para resolver su continuidad hacia la “Y” Vasca, toda vez que se resuelva el expediente del nuevo Estudio Informativo del tramo Pamplona-Alsasua en redacción.

De esta manera, la disponibilidad de dichas inversiones podría distribuirse y adaptarse a las necesidades reales de inversión. Se puntúan con valores entre 0 y 10 las alternativas, asignando 10 para aquellas que permitan laminar un 50% del coste total de inversión y 0 a las que no permitan ningún tipo de laminación. Los valores y puntuaciones obtenidos en para este parámetro se muestran en la tabla adjunta.

Capacidad de Laminación de Inversiones	CRITERIO ECONÓMICO					
	Alternativa 2A	Alternativa 2B	Alternativa 2C	Alternativa 3A	Alternativa 3B	Alternativa 3C
Presupuesto "Laminable"	0,0%	20,7%	0,0%	0,0%	21,8%	0,0%

**Tabla 24.- Puntuación del parámetro de Capacidad de Laminación de inversiones.**

Del peso total del criterio económico, se pondera con un 80% al coste de ejecución de las obras (equivale a un peso 0,24 sobre el total de 0,30 del criterio económico) y con un 20% a la capacidad de laminación de las inversiones (peso de 0,06 sobre el total de 0,30).

#### 4.- PUNTUACIONES DE LOS INDICADORES

Cada indicador cuenta con una puntuación entre 0 y 10, siendo 0 el valor más bajo de adecuación de la solución y 10 el más alto. La siguiente tabla muestra un resumen de los resultados absolutos o totales y ponderados de cada indicador.

Criterios	Indicadores	Pesos	PUNTUACIONES INDICADORES						PUNTUACIÓN PONDERADA					
			Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	Calidad del trazado	0,05	8,18	8,10	7,96	7,92	7,64	7,63	0,41	0,40	0,40	0,40	0,38	0,38
	Tiempo de viaje	0,10	4,11	4,11	4,11	3,52	3,52	3,52	0,41	0,41	0,41	0,35	0,35	0,35
	Capacidad	0,15	1,06	1,06	0,00	1,67	10,00	0,76	0,16	0,16	0,00	0,25	1,50	0,11
	Coherencia con tramos colaterales	0,10	2,50	7,50	2,50	5,00	10,00	5,00	0,25	0,75	0,25	0,50	1,00	0,50
AMBIENTAL	Indice de Callidad Ambiental	0,30	4,65	3,85	4,65	5,95	4,95	5,95	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79
ECONÓMICO	Coste de ejecución de las obras	0,24	5,80	3,43	5,73	7,35	5,11	7,17	1,39	0,82	1,37	1,76	1,23	1,72
	Capacidad de Laminación de inverisiones	0,06	0,00	4,14	0,00	0,00	4,35	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,26	0,00
<b>PUNTUACIÓN TOTAL</b>		<b>1,00</b>	<b>26,29</b>	<b>32,18</b>	<b>24,94</b>	<b>31,40</b>	<b>45,57</b>	<b>30,02</b>	<b>4,02</b>	<b>3,95</b>	<b>3,83</b>	<b>5,05</b>	<b>6,21</b>	<b>4,85</b>

Tabla 25.- Resumen de los resultados globales de las diferentes alternativas

Y a continuación, se incluye la tabla de indicadores agregada por criterios:

Criterios	Pesos	PUNTUACIONES INDICADORES						PUNTUACIÓN PONDERADA					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,40	15,85	20,76	14,57	18,10	31,16	16,90	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35
AMBIENTAL	0,30	4,65	3,85	4,65	5,95	4,95	5,95	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79
ECONÓMICO	0,30	5,80	7,57	5,73	7,35	9,46	7,17	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72
<b>PUNTUACIÓN TOTAL</b>	<b>1,00</b>	<b>26,29</b>	<b>32,18</b>	<b>24,94</b>	<b>31,40</b>	<b>45,57</b>	<b>30,02</b>	<b>4,02</b>	<b>3,95</b>	<b>3,83</b>	<b>5,05</b>	<b>6,21</b>	<b>4,85</b>

Tabla 26.- Resumen de los resultados globales, agregados por criterios, de las diferentes alternativas

Además de los valores totales, se aprecia que respecto al criterio Técnico-Funcional destaca claramente la Alternativa 3B respecto a todas las demás, mientras que en los criterios Ambiental y Económico las diferencias son más reducidas. Desde el punto de vista del criterio Ambiental todas las Alternativas 3 son mejores que sus equivalentes Alternativas 2, al igual que ocurre con el criterio Económico y con el Técnico Funcional, por lo que en términos globales y para una misma configuración funcional resultan siempre más ventajosas las Alternativas 3 que las Alternativas 2.

Otro aspecto a destacar es que la puntuación de la Alternativa 3B en el criterio Técnico-Funcional es la única que se sitúa por encima del promedio de puntuaciones de todas las alternativas, así como por encima de una puntuación del 50%, mientras que las alternativas 3A y 3C hacen lo propio para los criterios Ambientales y Económicos .

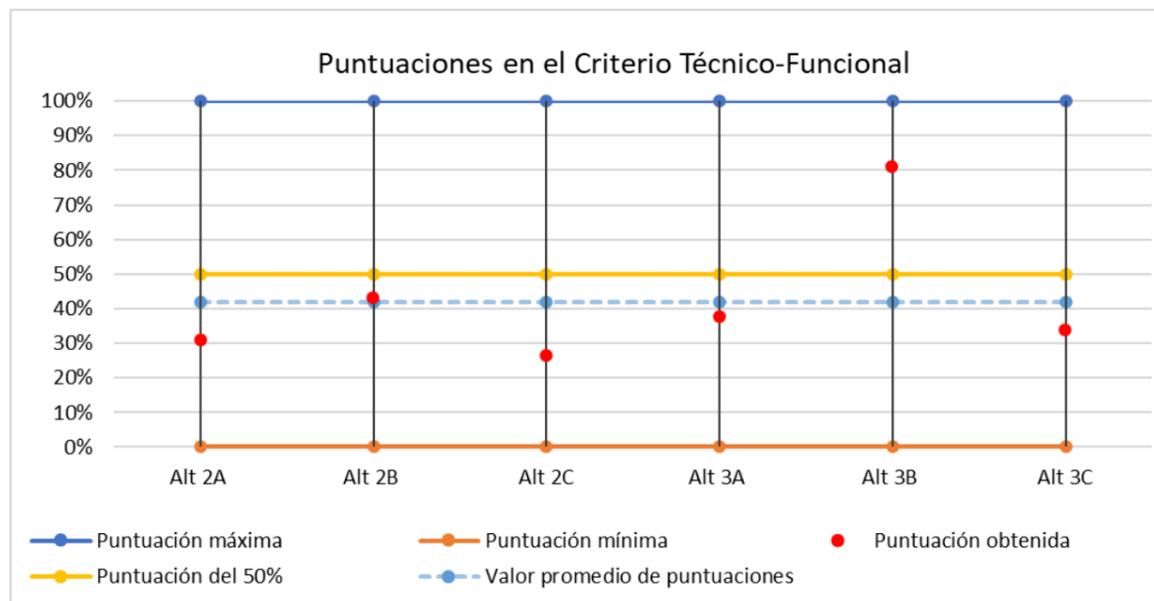


Figura 6. Análisis de Puntuaciones en el criterio Técnico Funcional

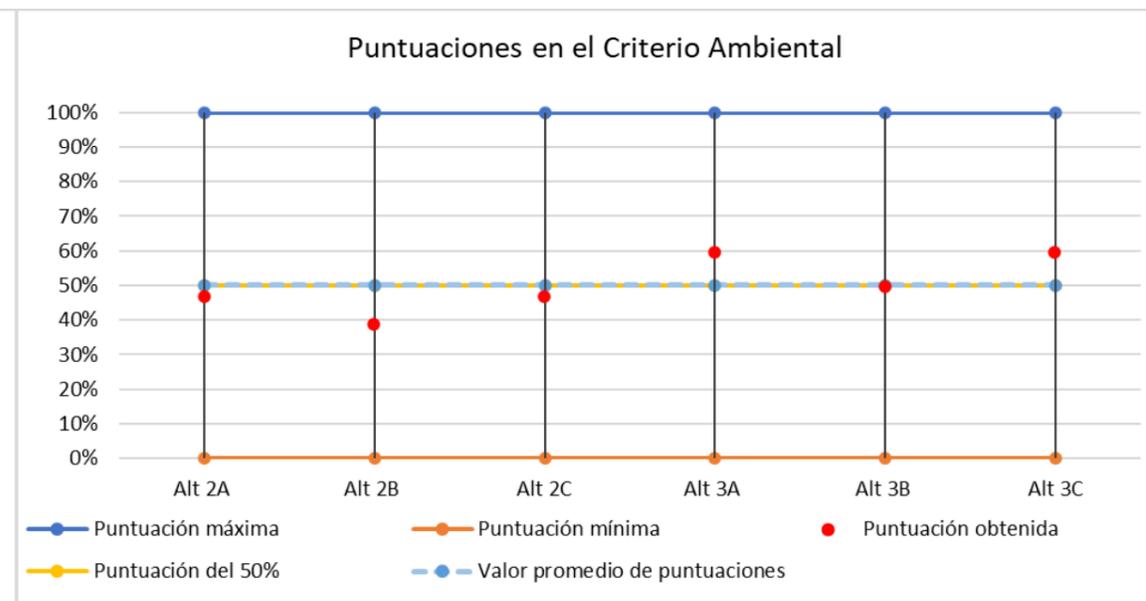


Figura 7. Análisis de Puntuaciones en el Criterio Ambiental

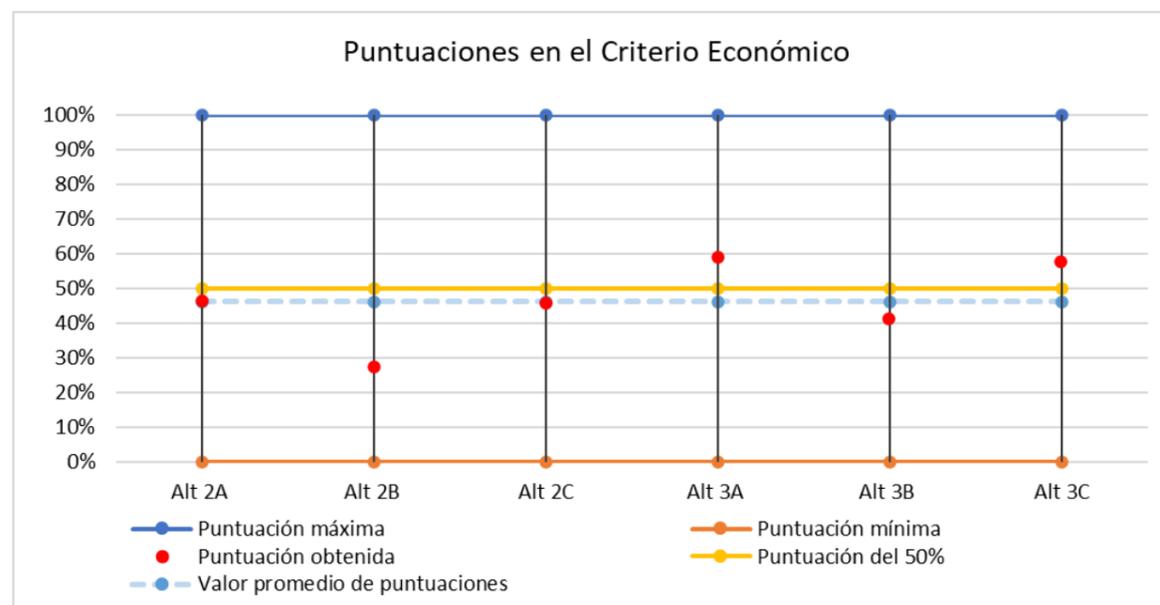


Figura 8. Análisis de Puntuaciones en el Criterio Económico

## 5.- ROBUSTEZ Y SENSIBILIDAD

Se han realizado también sendos análisis de sensibilidad y robustez para analizar la solidez del resultado obtenido frente a variaciones en la elección de los pesos de los distintos criterios que componen el multicriterio.

### 5.1.- Análisis de robustez

Para el análisis de robustez se ha supuesto una variación del peso de los factores, de forma que todos oscilen entre 0,2 y 0,6.

Se han propuesto estos límites debido a que resulta muy poco razonable que cualquiera de los criterios tenga un peso fuera de este rango. Las tablas del análisis se pueden observar en el **Apéndice 1**. Después de modificar estos valores, se ha comprobado que:

- El 100,00% de las veces, la alternativa 3B es la mejor
- El 100,00% de las veces, la alternativa 2C es la peor

El análisis se ha repetido considerando esta vez los pesos elegidos, y variando estos en un rango de más/menos dos décimas, es decir:

- El peso del criterio técnico funcional, tomado inicialmente a 0,4, se ha variado ahora entre 0,2 y 0,6
- El peso del criterio ambiental, considerado a 0,3, se ha variado ahora entre 0,1 y 0,5
- El peso del criterio ambiental, tomado inicialmente a 0,3, se ha variado ahora entre 0,1 y 0,5

Combinando estos pesos se han obtenido los siguientes resultados, cuyas tablas se pueden encontrar también en el **Apéndice 1**:

- El 100,00% de las veces, la alternativa 3B es la mejor
- El 100,00% de las veces, la alternativa 2C es la peor

### 5.2.- Análisis de sensibilidad

Adicionalmente se ha realizado un análisis de sensibilidad con el objetivo de observar el comportamiento de los resultados obtenidos en el multicriterio frente a posibles variaciones de los rangos de considerados para los distintos indicadores. De esta manera se realizan dos ejercicios en función de la amplitud considerada para los rangos de los indicadores, que consisten en:

- Límites próximos. Se establecen rangos de valoración para cada indicador fijando como límite máximo de puntuación el valor de la puntuación más alta obtenida en el multicriterio inicial incrementado en un 20% y como límite mínimo el de la puntuación más baja reducido en un 20%.
- Límites alejados. De manera análoga al de límites próximos pero con un margen para el establecimiento de las puntuaciones máxima y mínima del 50%.

Los resultados se muestran a continuación.

La primera tabla muestra cuales serían los resultados obtenidos para rangos con Límites próximos, cuando los valores extremos de cada indicador se acercan.

	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
Fucnional	1,10	1,59	0,95	1,29	2,72	1,15
Ambiental	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79
Económico	1,20	0,27	1,16	1,82	0,94	1,76
<b>TOTAL</b>	<b>3,70</b>	<b>3,49</b>	<b>3,51</b>	<b>4,90</b>	<b>5,64</b>	<b>4,69</b>

**Tabla 32. Análisis de sensibilidad ajustado a valores límite próximos**

Como se puede observar, el orden de alternativas no cambia en las posiciones superiores, manteniéndose la ALTERNATIVA 3B como la mejor, seguida por la 3A y luego la 3C, con diferencias entre ellas menores que las obtenidas en el multicriterio inicial. En las posiciones inferiores se produce un cambio de orden, resultando la ALTERNATIVA 2B la de peor puntuación en vez de la 2C del resultado inicial, pero con muy poca diferencia.

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos para rangos con Límites alejados, cuando los valores extremos de cada indicador se distancian.

	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
Fucnional	1,09	1,45	0,99	1,27	2,33	1,17
Ambiental	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79
Económico	1,05	0,44	1,02	1,45	0,88	1,41
<b>TOTAL</b>	<b>3,53</b>	<b>3,42</b>	<b>3,41</b>	<b>4,51</b>	<b>5,09</b>	<b>4,37</b>

**Tabla 33. Análisis de sensibilidad ajustado a valores límites alejados**

En este segundo análisis las posiciones en la parte superior se siguen manteniendo invariantes, primero la ALTERNATIVA 3B, seguida de la 3A y luego la 3C pero con menos diferencias entre ambas y por la zona baja se invierten las posiciones, pasando a resultar la pero valorada la ALTERNATIVA 2C por muy poca diferencia.

## 6.- CONCLUSIÓN

Del análisis multicriterio desarrollado en este documento, con el nivel de definición analizado en esta etapa, se desprende que la alternativa inicialmente más favorable es la ALTERNATIVA 3B, mostrándose también como la mejor en la mayoría de los casos y combinaciones realizadas en los correspondientes análisis de robustez y sensibilidad.

La ALTERNATIVA 2C resulta, en general, la menos favorable, tanto en la valoración multicriterio directa como en los análisis de robustez y sensibilidad realizados, resultando en algunos casos la ALTERNATIVA 2B como la peor puntuada.

Adicionalmente se comprueba que, para una misma configuración funcional, resultan siempre más ventajosas las Alternativas de tipo 3 frente a sus análogas Alternativas 2 (es decir, 3A mejor que 2A, 3B mejor que 2B y 3C mejor que 2C).

Por tanto, se concluye que la alternativa finalmente propuesta en el presente Estudio Informativo para el desarrollo de los posteriores proyectos de construcción sea la **ALTERNATIVA 3B**.

## **APÉNDICE 1.- ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y ROBUSTEZ**

**INDICE**

1. Análisis de robustez.....	4
2. Análisis de sensibilidad.....	11
2.1. AJUSTE DE LÍMITES .....	11

**1. ANÁLISIS DE ROBUSTEZ**

En el primer caso se consideran todas las combinaciones con pesos de los distintos criterios de al menos un 20%, es decir los límites varían entre:

	Todos los criterios
Min	0,20
Max	0,60

Y los resultados obtenidos son los siguientes:

	Puntuación Inicial	Puntuación Inicial						Puntuación modificada					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,60	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	1,84	2,59	1,59	2,25	4,85	2,02
AMBIENTAL	0,20	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	0,93	0,77	0,93	1,19	0,99	1,19
ECONÓMICO	0,20	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	0,93	0,71	0,92	1,18	0,99	1,15
	1,00	4,02	3,95	3,83	5,05	6,21	4,85	3,70	4,07	3,43	4,61	6,83	4,36

	Puntuación	Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,50	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	1,54	2,16	1,32	1,87	4,04	1,68
AMBIENTAL	0,30	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79
ECONÓMICO	0,20	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	0,93	0,71	0,92	1,18	0,99	1,15
	1,00	4,02	3,95	3,83	5,05	6,21	4,85	3,86	4,03	3,63	4,83	6,52	4,62

	Puntuación	Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,50	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	1,54	2,16	1,32	1,87	4,04	1,68
AMBIENTAL	0,20	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	0,93	0,77	0,93	1,19	0,99	1,19
ECONÓMICO	0,30	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72
	1,00							3,86	4,00	3,63	4,83	6,52	4,59

	Puntuación	Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,40	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35
AMBIENTAL	0,40	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	1,86	1,54	1,86	2,38	1,98	2,38
ECONÓMICO	0,20	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	0,93	0,71	0,92	1,18	0,99	1,15
	1,00							4,02	3,98	3,83	5,05	6,20	4,87

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,40	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35
AMBIENTAL	0,30	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79
ECONÓMICO	0,30	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72
1,00								4,02	3,95	3,83	5,05	6,21	4,85

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,40	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35
AMBIENTAL	0,20	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	0,93	0,77	0,93	1,19	0,99	1,19
ECONÓMICO	0,40	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	1,86	1,43	1,83	2,35	1,98	2,29
1,00								4,01	3,92	3,82	5,04	6,21	4,83

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,30	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	0,92	1,29	0,79	1,12	2,43	1,01
AMBIENTAL	0,50	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	2,33	1,93	2,33	2,98	2,48	2,98
ECONÓMICO	0,20	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	0,93	0,71	0,92	1,18	0,99	1,15
1,00								4,17	3,93	4,04	5,27	5,89	5,13

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,30	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	0,92	1,29	0,79	1,12	2,43	1,01
AMBIENTAL	0,40	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	1,86	1,54	1,86	2,38	1,98	2,38
ECONÓMICO	0,30	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72
1,00								4,17	3,91	4,03	5,27	5,89	5,11

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,30	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	0,92	1,29	0,79	1,12	2,43	1,01
AMBIENTAL	0,30	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79
ECONÓMICO	0,40	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	1,86	1,43	1,83	2,35	1,98	2,29
1,00								4,17	3,88	4,02	5,26	5,89	5,09

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,30	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	0,92	1,29	0,79	1,12	2,43	1,01
AMBIENTAL	0,20	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	0,93	0,77	0,93	1,19	0,99	1,19
ECONÓMICO	0,50	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	2,32	1,79	2,29	2,94	2,48	2,87
1,00								4,17	3,85	4,01	5,25	5,89	5,07

		Puntuación					Valoración						
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,20	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	0,61	0,86	0,53	0,75	1,62	0,67
AMBIENTAL	0,60	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	2,79	2,31	2,79	3,57	2,97	3,57
ECONÓMICO	0,20	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	0,93	0,71	0,92	1,18	0,99	1,15
1,00							4,33	3,89	4,24	5,50	5,58	5,39	

		Puntuación					Valoración						
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,20	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	0,61	0,86	0,53	0,75	1,62	0,67
AMBIENTAL	0,50	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	2,33	1,93	2,33	2,98	2,48	2,98
ECONÓMICO	0,30	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72
1,00							4,33	3,86	4,23	5,49	5,58	5,37	

		Puntuación					Valoración						
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,20	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	0,61	0,86	0,53	0,75	1,62	0,67
AMBIENTAL	0,40	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	1,86	1,54	1,86	2,38	1,98	2,38
ECONÓMICO	0,40	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	1,86	1,43	1,83	2,35	1,98	2,29
1,00							4,33	3,83	4,22	5,48	5,58	5,35	

		Puntuación					Valoración						
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,20	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	0,61	0,86	0,53	0,75	1,62	0,67
AMBIENTAL	0,30	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79
ECONÓMICO	0,50	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	2,32	1,79	2,29	2,94	2,48	2,87
1,00							4,33	3,80	4,21	5,47	5,58	5,33	

		Puntuación					Valoración						
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,20	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	0,61	0,86	0,53	0,75	1,62	0,67
AMBIENTAL	0,20	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	0,93	0,77	0,93	1,19	0,99	1,19
ECONÓMICO	0,60	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	2,78	2,14	2,75	3,53	2,97	3,44
1,00							4,33	3,78	4,21	5,47	5,58	5,31	

En el segundo caso se consideran combinaciones en los que los pesos de los criterios oscilan en una horquilla de  $\pm 20\%$  respecto a del multicriterio original, es decir los límites considerados oscilan entre:

	Técnico Funcional	Ambiental	Económico
Min	0,20	0,10	0,10
Max	0,60	0,50	0,50

Y los resultados obtenidos son los siguientes:

		Puntuación Inicial						Puntuación modificada					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,60	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	1,84	2,59	1,59	2,25	4,85	2,02
AMBIENTAL	0,30	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	1,05	0,87	1,05	1,34	1,11	1,34
ECONÓMICO	0,10	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	0,35	0,27	0,34	0,44	0,37	0,43
1,00								3,24	3,72	2,98	4,03	6,34	3,79

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,60	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	1,84	2,59	1,59	2,25	4,85	2,02
AMBIENTAL	0,20	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	0,70	0,58	0,70	0,89	0,74	0,89
ECONÓMICO	0,20	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	0,70	0,54	0,69	0,88	0,74	0,86
1,00								3,24	3,70	2,97	4,02	6,34	3,77

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,60	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	1,84	2,59	1,59	2,25	4,85	2,02
AMBIENTAL	0,10	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	0,35	0,29	0,35	0,45	0,37	0,45
ECONÓMICO	0,30	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	1,04	0,80	1,03	1,32	1,11	1,29
1,00								3,24	3,68	2,97	4,02	6,34	3,76

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,50	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	1,54	2,16	1,32	1,87	4,04	1,68
AMBIENTAL	0,40	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79
ECONÓMICO	0,10	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	0,35	0,27	0,34	0,44	0,37	0,43
1,00								3,28	3,58	3,06	4,10	5,90	3,90

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,50	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	1,54	2,16	1,32	1,87	4,04	1,68
AMBIENTAL	0,30	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	1,05	0,87	1,05	1,34	1,11	1,34
ECONÓMICO	0,20	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	0,70	0,54	0,69	0,88	0,74	0,86
1,00								3,28	3,56	3,06	4,09	5,90	3,88

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,50	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	1,54	2,16	1,32	1,87	4,04	1,68
AMBIENTAL	0,20	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	0,70	0,58	0,70	0,89	0,74	0,89
ECONÓMICO	0,30	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	1,04	0,80	1,03	1,32	1,11	1,29
1,00								3,28	3,54	3,05	4,09	5,90	3,87

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,50	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	1,54	2,16	1,32	1,87	4,04	1,68
AMBIENTAL	0,10	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	0,35	0,29	0,35	0,45	0,37	0,45
ECONÓMICO	0,40	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72
1,00								3,28	3,52	3,05	4,08	5,90	3,85

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,40	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35
AMBIENTAL	0,50	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	1,74	1,44	1,74	2,23	1,86	2,23
ECONÓMICO	0,10	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	0,35	0,27	0,34	0,44	0,37	0,43
1,00								3,32	3,44	3,15	4,17	5,46	4,01

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,40	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35
AMBIENTAL	0,40	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79
ECONÓMICO	0,20	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	0,70	0,54	0,69	0,88	0,74	0,86
1,00								3,32	3,42	3,14	4,16	5,46	3,99

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,40	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35
AMBIENTAL	0,30	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	1,05	0,87	1,05	1,34	1,11	1,34
ECONÓMICO	0,30	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	1,04	0,80	1,03	1,32	1,11	1,29
1,00								3,32	3,39	3,14	4,16	5,46	3,98

Puntuación							Valoración					
------------	--	--	--	--	--	--	------------	--	--	--	--	--

		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,40	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35
AMBIENTAL	0,20	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	0,70	0,58	0,70	0,89	0,74	0,89
ECONÓMICO	0,40	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72
	1,00							3,32	3,37	3,13	4,15	5,46	3,96

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,40	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35
AMBIENTAL	0,10	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	0,35	0,29	0,35	0,45	0,37	0,45
ECONÓMICO	0,50	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	1,74	1,34	1,72	2,21	1,86	2,15
	1,00							3,32	3,35	3,13	4,15	5,46	3,94

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,30	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	0,92	1,29	0,79	1,12	2,43	1,01
AMBIENTAL	0,50	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	1,74	1,44	1,74	2,23	1,86	2,23
ECONÓMICO	0,20	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	0,70	0,54	0,69	0,88	0,74	0,86
	1,00							3,36	3,27	3,22	4,24	5,02	4,10

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,30	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	0,92	1,29	0,79	1,12	2,43	1,01
AMBIENTAL	0,40	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79
ECONÓMICO	0,30	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	1,04	0,80	1,03	1,32	1,11	1,29
	1,00							3,36	3,25	3,22	4,23	5,03	4,09

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,30	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	0,92	1,29	0,79	1,12	2,43	1,01
AMBIENTAL	0,30	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	1,05	0,87	1,05	1,34	1,11	1,34
ECONÓMICO	0,40	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72
	1,00							3,36	3,23	3,21	4,23	5,03	4,07

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,30	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	0,92	1,29	0,79	1,12	2,43	1,01
AMBIENTAL	0,20	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	0,70	0,58	0,70	0,89	0,74	0,89
ECONÓMICO	0,50	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	1,74	1,34	1,72	2,21	1,86	2,15
	1,00							3,36	3,21	3,21	4,22	5,03	4,05

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,20	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	0,61	0,86	0,53	0,75	1,62	0,67
AMBIENTAL	0,50	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	1,74	1,44	1,74	2,23	1,86	2,23
ECONÓMICO	0,30	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	1,04	0,80	1,03	1,32	1,11	1,29
1,00								3,40	3,11	3,30	4,30	4,59	4,20

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,20	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	0,61	0,86	0,53	0,75	1,62	0,67
AMBIENTAL	0,40	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79
ECONÓMICO	0,40	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72
1,00								3,40	3,09	3,30	4,30	4,59	4,18

		Puntuación						Valoración					
		Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C	Alt 2A	Alt 2B	Alt 2C	Alt 3A	Alt 3B	Alt 3C
TÉCNICO-FUNCIONAL	0,20	1,23	1,72	1,06	1,50	3,23	1,35	0,61	0,86	0,53	0,75	1,62	0,67
AMBIENTAL	0,30	1,40	1,16	1,40	1,79	1,49	1,79	1,05	0,87	1,05	1,34	1,11	1,34
ECONÓMICO	0,50	1,39	1,07	1,37	1,76	1,49	1,72	1,74	1,34	1,72	2,21	1,86	2,15
1,00								3,40	3,07	3,29	4,29	4,59	4,16

**2. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD**

**2.1. AJUSTE DE LÍMITES**

Para realizar el análisis de sensibilidad se modifican los límites de asignación de puntuación máxima y mínima de cada indicador. En el primer caso (límites próximos) con un rango de  $\pm 20\%$  respecto a los valores obtenidos en el muticriterio inicial y en el segundo (límites alejados) con un rango del  $\pm 50\%$ . Los límites de dichos valotes considerados se muestran a continuación:

Límites iniciales			Límites próximos			Límites alejados		
Trazado (Planta)			Trazado (Planta)			Trazado (Planta)		
	Máximo valor del indicador			Máximo valor del indicador			Máximo valor del indicador	
Máximo	4,00		Máximo	3,84		Máximo	4,80	
Mínimo	0,00		Mínimo	2,41		Mínimo	1,51	
Trazado (Longitudinal)			Trazado (Longitudinal)			Trazado (Longitudinal)		
	Máximo valor del indicador			Máximo valor del indicador			Máximo valor del indicador	
Máximo	4,00		Máximo	3,73		Máximo	4,67	
Mínimo	0,00		Mínimo	2,11		Mínimo	1,32	
Tiempo de viaje			Tiempo de viaje			Tiempo de viaje		
	Factor escala			Factor escala			Factor escala	
Máximo	1,05	29,93	Máximo	1,2	16,35	Máximo	1,5	20,44
Mínimo	0,95	9,85	Mínimo	0,8	10,43	Mínimo	0,5	6,52
Capacidad			Capacidad			Capacidad		
	Factor escala			Factor escala			Factor escala	
Máximo	82,00		Máximo	98,40		Máximo	123,00	
Mínimo	16,00		Mínimo	12,80		Mínimo	8,00	
Coherencia Colaterales			Coherencia Colaterales			Coherencia Colaterales		
	Valor			Valor			Valor	
Máximo	10,00		Máximo	12,00		Máximo	15,00	
Mínimo	0,00		Mínimo	2,00		Mínimo	1,25	
Impacto ambiental			Impacto ambiental			Impacto ambiental		
	Valor			Valor			Valor	
Máximo	0,00		Máximo	7,14		Máximo	8,93	
Mínimo	10,00		Mínimo	3,08		Mínimo	1,93	
Coste de ejecución obras			Coste de ejecución obras			Coste de ejecución obras		
	Valor			Valor			Valor	
Máximo	10,00		Máximo	8,86		Máximo	11,07	
Mínimo	0,00		Mínimo	2,73		Mínimo	1,71	
Laminación inversiones			Laminación inversiones			Laminación inversiones		
	Valor			Valor			Valor	
Máximo	10,00		Máximo	5,30		Máximo	6,62	
Mínimo	0,00		Mínimo	0,00		Mínimo	0,00	