

ANEJO N° 13

## **Comparación de Alternativas**

# Índice

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Criterios de comparación</b>	<b>2</b>
2.1	Definición de objetivos	2
2.2	Indicadores	2
2.2.1	Indicadores para criterios técnico – funcionales	2
2.2.2	Indicadores para criterios ambientales-sociales	3
2.2.3	Indicadores para criterios constructivos	3
2.2.4	Indicadores para criterios económicos	3
<b>3</b>	<b>Ponderación de los objetivos</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Evaluación de los indicadores</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Resultados del Análisis</b>	<b>6</b>

# 1 Introducción

En el presente anejo se recogen las bases, criterios y resultados del Análisis Multicriterio desarrollado en el marco del presente ESTUDIO INFORMATIVO DE LA VARIANTE FERROVIARIA DE AMARA (DONOSTIA - SAN SEBASTIAN).

El análisis multicriterio plantea un estudio comparativo de las alternativas seleccionadas, estableciendo para ello una serie de criterios o factores que permitan discernir hasta qué punto una alternativa es mejor que otra, en base a la viabilidad técnica y socio-económica, el grado de cumplimiento de objetivos y los impactos al entorno en que se implanta la misma.

Son dos las alternativas que a priori podría comparar en el presente Estudio Informativo: la Alternativa 1D y la Alternativa 2

El análisis se centra en comparar entre sí las alternativas planteadas, basando la comparación en los siguientes factores considerados fundamentales y manejados en el análisis:

CRITERIOS	INDICADORES
TÉCNICO-FUNCIONALES	Radio mínimo en planta
	Pendiente ficticia máxima
	Longitud del ramal
	Zona estacionamiento <2‰
SOCIALES-AMBIENTALES	Ocupación de suelo temporal
	Ocupación de suelo definitivo
	Impacto paisajístico y acústico definitivo
	Tiempo de afección al servicio Topo
	Afecciones a viales durante las obras
COMPLEJIDAD CONSTRUCTIVA	Reposición de regata de Morlans
	Tramos de túnel
	Tramos de falso túnel
	Pantallas provisionales
ECONÓMICO	Valoración económica

En base a los distintos indicadores establecidos para valorar cada uno de estos apartados y a unos pesos de ponderación establecidos entre los mismos, se obtendrán las puntuaciones que las alternativas planteadas obtienen para cada uno de los indicadores establecidos, que servirán para realizar un análisis comparativo entre ellas.

## 2 Criterios de comparación

### 2.1 Definición de objetivos

En primer lugar, se deben establecer los objetivos que se pretenden alcanzar, y que vienen determinados, para el caso de una actuación como la contemplada, por las distintas expectativas o exigencias que la sociedad se plantea ante una inversión de este tipo.

Los criterios y objetivos que se consideran son los que se describen a continuación:

- **Objetivos y criterios técnico – funcionales:** La alternativa seleccionada debería ofrecer las mejores prestaciones para el tránsito del ferrocarril de mercancías, con el menor mantenimiento posibles.
- **Objetivos y criterios ambientales-sociales:** La alternativa seleccionada debería provocar el mínimo impacto sobre el medioambiente, en todas las facetas en que este puede considerarse. Puesto que la actuación se inserta en el centro urbano de Donostia, el objetivo se concentra en los impactos sociales de las alternativas.
- **Objetivos y criterios constructivos:** La alternativa seleccionada debería ser la más fácil de construir lo cual limitará los riesgos asociados a la seguridad en las obras y la fiabilidad de la puesta en servicio de la actuación cumpliendo las fechas planificadas.
- **Objetivos y criterios económicos:** La alternativa seleccionada debería ser aquella con una menor inversión inicial, racionalizando así los recursos públicos necesarios.

### 2.2 Indicadores

En vista de la generalidad de los objetivos que se persiguen, se considera necesario establecer una serie de indicadores que permitan evaluar el grado de cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados. Estos indicadores deben ser representativos del objetivo perseguido, pero a la vez concretos y de fácil aplicación. Además deben ser independientes, y evitar la redundancia.

La determinación de los indicadores de evaluación constituye el punto más importante del análisis, ya que éstos finalmente conformarán la caracterización de las distintas alternativas, y deben por tanto, poder destacar las diferencias reales entre ellas en orden al cumplimiento de los objetivos establecidos.

Son muchos los factores que podrían incluirse en el análisis para caracterizar cada una de las alternativas, si bien, se opta por incluir sólo aquellos que introducen características diferenciadoras entre las mismas, obviando aquellos en los que todas las alternativas aportan similar valoración o impacto.

La evaluación que se realiza a través de estos indicadores debe ser homogénea y sobre una escala de 0 a 1. Las distintas variables contempladas en los indicadores pueden ser cuantificables o calificables. En cualquier caso la evaluación de cada indicador expresa el grado de satisfacción en la escala ya descrita, bien mediante funciones numéricas de transformación, o bien mediante una cualificación a la que le corresponde una valoración numérica.

A continuación se exponen los indicadores que se han establecido.

#### 2.2.1 Indicadores para criterios técnico – funcionales

Se incluyen en el grupo de los criterios técnico-funcionales aquellos indicadores que permiten evaluar las alternativas desde el punto de vista de cumplimiento de los criterios de trazado, explotación y mantenimiento. Así se han elegido cuatro indicadores que se presentan en los siguientes apartados.

##### 2.2.1.1 Radio mínimo en planta

La inclusión de radios pequeños en la definición geométrica en planta reducen la velocidad de paso e incrementan los costes de mantenimiento.

Se trata de un indicador de valoración cuantitativa directamente proporcional al radio mínimo de la alternativa. Por ello, la asignación de una puntuación entre 0 y 1 se hará de manera que la alternativa menos restrictiva obtenga la máxima puntuación (1) y la más restrictiva la mínima (0).

##### 2.2.1.2 Pendiente ficticia máxima

La inclusión de pendientes altas en la definición geométrica en alzado suponen una merma en la capacidad de transporte de las composiciones de trenes de mercancías reduciendo la carga remolcada máxima e incrementando los costes de explotación. Estas reducciones se ven acrecentadas cuando coinciden con radios pequeños. Esta combinación se expresa mediante la pendiente ficticia.

Se trata de un indicador de valoración cuantitativa inversamente proporcional a la pendiente ficticia máxima de la alternativa. Por ello, la asignación de una puntuación entre 0 y 1 se hará de manera que la alternativa menos restrictiva obtenga la máxima puntuación (1) y la más restrictiva la mínima (0).

##### 2.2.1.3 Longitud del ramal

Los costes de mantenimiento se incrementan con la longitud de las líneas, así como los costes de explotación están asociados a los kilómetros recorridos. Por tanto es óptimo diseñar itinerarios con la menor longitud posible.

Se trata de un indicador de valoración cuantitativa inversamente proporcional a la longitud del ramal de la alternativa. Por ello, la asignación de una puntuación entre 0 y 1 se hará de manera que la alternativa más corta obtenga la máxima puntuación (1) y la más larga la mínima (0).

##### 2.2.1.4 Zona estacionamiento <2‰

El nuevo ramal enlaza con la línea Donostia-Hendaia que cuenta con un intenso tráfico ferroviario asociado al Metro de Donostialdea. Por el otro lado, el ramal enlaza con el túnel actual de Aiete que en su inicio presenta la conexión de la línea Bilbao-Donostia con la variante Lugaritz-Easo por donde también circularán los trenes del Metro de Donostialdea.

Por tanto, las circulaciones de mercancías saldrán de la línea Bilbao-Donostia en Lugaritz para entrar en la línea Donostia-Hendaia, ambas con altas frecuencias. Para este tipo de tráficos, las bajas frecuencias y la fiabilidad de la línea son muy importantes. Así, es interesante que el tramo intermedio entre ambas líneas permita el estacionamiento o la espera de trenes a tener vía libre en uno u otro sentido. El túnel de Aiete cuenta con vía doble, pero pendientes superiores a las 2 ‰ recomendadas para estacionamientos. Por tanto, una ubicación con pendientes inferiores facilita la seguridad en la explotación ferroviaria.

Se trata de un indicador de valoración cuantitativa directamente proporcional la longitud con pendiente inferior a las 2 ‰. Por ello, la asignación de una puntuación entre 0 y 1 se hará de manera que la alternativa con más longitud obtenga la máxima puntuación (1) y la que menos la mínima (0).

### **2.2.2 Indicadores para criterios ambientales-sociales**

Se incluyen en el grupo de los criterios ambientales-sociales aquellos indicadores que permiten evaluar las alternativas desde el punto de vista de afecciones ambientales y sociales. Así se han elegido cinco indicadores que se presentan en los siguientes apartados.

#### **2.2.2.1 Ocupación de suelo temporal**

El espacio dentro de la ciudad está muy limitado y se debe evitar las grandes ocupaciones. Se valora la ocupación de nuevos suelos de forma temporal durante las obras a los que están en utilización por las obras del Metro de Donostialdea.

Se trata de un indicador de valoración cuantitativa inversamente proporcional superficie de ocupación de la alternativa. Por ello, la asignación de una puntuación entre 0 y 1 se hará de manera que la alternativa con menor ocupación obtenga la máxima puntuación (1) y la que mayor la mínima (0).

#### **2.2.2.2 Ocupación de suelo definitivo**

De forma análoga a la anterior, se valora la ocupación de suelos tras la ejecución de las obras en fase de explotación. Se valora la ocupación de nuevos suelos de forma definitiva.

Se trata de un indicador de valoración cuantitativa inversamente proporcional superficie de ocupación de la alternativa. Por ello, la asignación de una puntuación entre 0 y 1 se hará de manera que la alternativa con menor ocupación obtenga la máxima puntuación (1) y la que mayor la mínima (0).

#### **2.2.2.3 Impacto paisajístico y acústico definitivo**

Dado que la actuación se lleva a cabo en suelos urbanos en las inmediaciones de zonas residenciales, se propone un indicador que evalúe el impacto paisajístico y acústico definitivo. Así se valora las zonas definitivas a cielo abierto, ya que supondrán una afección clara al paisaje urbano e incrementarán el ruido existente en la zona.

Se trata de un indicador de valoración cuantitativa inversamente proporcional la longitud a cielo abierto del ramal. Por ello, la asignación de una puntuación entre 0 y 1 se hará de manera que la alternativa más corta obtenga la máxima puntuación (1) y la más larga la mínima (0).

#### **2.2.2.4 Tiempo de afección al servicio Topo**

La conexión con la línea Donostia-Hendaia (Topo) requerirá de un tiempo de afección al servicio que se deberá desarrollar en vía única. Esto supondrá un afección a los usuarios ya que se perderá capacidad de transporte y fiabilidad en el servicio.

Se trata de un indicador de valoración cuantitativa inversamente proporcional la duración estimada de afección. Por ello, la asignación de una puntuación entre 0 y 1 se hará de manera que la alternativa que menos tiempo requiera obtenga la máxima puntuación (1) y la más la mínima (0).

#### **2.2.2.5 Afecciones a viales durante las obras**

La ejecución de obras en el entorno urbano suponen afecciones a los viales existentes generando desvíos provisionales que impactan en el tráfico vehicular, el transporte público, bicicletas y peatones. Se valoran estas afecciones mediante las longitudes de desvíos provisionales previstos para la ejecución de las obras.

Se trata de un indicador de valoración cuantitativa inversamente proporcional las longitudes de desvíos provisionales. Por ello, la asignación de una puntuación entre 0 y 1 se hará de manera que la alternativa con menor necesidad de desvíos obtenga la máxima puntuación (1) y la que más la mínima (0).

### **2.2.3 Indicadores para criterios constructivos**

Se incluyen en el grupo de los criterios constructivos aquellos indicadores que permiten evaluar la complejidad en la ejecución de las alternativas. Así se han elegido cuatro indicadores :

- Reposición de regata de Morlans
- Tramos de túnel
- Tramos de falso túnel
- Pantallas provisionales

Los cuatro indicadores son similares valorándose las longitudes necesarias para cada uno de ellos en cada alternativa.

Se trata por tanto de indicadores de valoración cuantitativa inversamente proporcional a las longitudes respectivas. Por ello, la asignación de una puntuación entre 0 y 1 se hará de manera que la alternativa con menor longitud de cada tipo obtenga la máxima puntuación (1) y la que más la mínima (0).

### **2.2.4 Indicadores para criterios económicos**

Dentro del criterio económico, se ha considerado a efectos del presente análisis multicriterio como indicador de partida el volumen de inversión, medido a través de la estimación realizada de su Presupuesto Ejecución Material (PEM) de cada alternativa.

Se trata de un indicador de valoración cuantitativa inversamente proporcional a la inversión económica a realizar. Por ello, la asignación de una puntuación entre 0 y 1 se hará de manera que la alternativa más barata obtenga la máxima puntuación (1) y la más cara la mínima (0).

### 3 Ponderación de los objetivos

Tal y como se ha indicado ya al inicio, el objetivo del análisis multicriterio es la consideración y ponderación de múltiples objetivos en un proceso de evaluación de alternativas, y con el fin de obtener una alternativa óptima global.

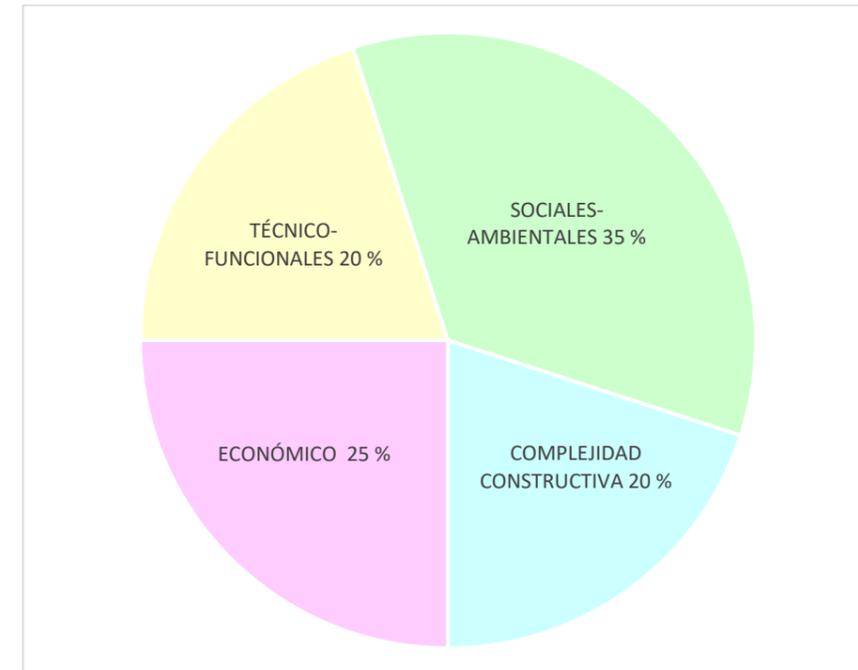
Así, una vez fijados los objetivos y concretada su evaluación, procede la asignación de una ponderación a dichos objetivos, en orden a su importancia u otras consideraciones, y con el fin de establecer la valoración final.

Los criterios utilizados para establecer la ponderación de los objetivos han sido:

- Dar la máxima importancia, y considerar por tanto con el mayor peso, y similar para ambos, los objetivos económicos y ambientales de la solución.
- Repartir el peso restante entre el resto de los objetivos considerados.

De acuerdo con estos criterios, se decide establecer el siguiente reparto:

CRITERIOS	PESOS
TÉCNICO-FUNCIONALES	20 %
SOCIALES-AMBIENTALES	35 %
COMPLEJIDAD CONSTRUCTIVA	20 %
ECONÓMICO	25 %



Y la ponderación de los indicadores, con su peso parcial y total se refleja en la siguiente tabla:

CRITERIOS	PESO CRITERIOS	INDICADORES	PESO PARCIAL INDICADOR	PESO TOTAL INDICADOR	VARIABLES A ANALIZAR
TÉCNICO-FUNCIONALES	20	Radio mínimo en planta	30	6,00 %	Valor del radio mínimo del trazado de la alternativa
		Pendiente ficticia máxima	30	6,00 %	Valor de la pendiente ficticia máxima del trazado de la alternativa
		Longitud del ramal	30	6,00 %	Longitud del ramal resultante
		Zona estacionamiento <2‰	10	2,00 %	Longitud de zona de estacionamiento <2 ‰
SOCIALES-AMBIENTALES	35	Ocupación de suelo temporal	10	3,50 %	Superficie de nueva ocupación de suelo para la ejecución de las obras
		Ocupación de suelo definitivo	20	7,00 %	Superficie de ocupación definitiva de suelos
		Impacto paisajístico y acústico definitivo	40	14,00 %	Longitud a cielo abierto que supondrán impactos durante la explotación
		Tiempo de afección al servicio Topo	15	5,25 %	Meses estimados de obras con el Topo en vía única
		Afecciones a viales durante las obras	15	5,25 %	Longitud de viales provisionales necesarios
COMPLEJIDAD CONSTRUCTIVA	20	Reposición de regata de Morlans	25	5,00 %	Longitud de reposición de regata
		Tramos de túnel	25	5,00 %	Longitud de túnel en mina
		Tramos de falso túnel	25	5,00 %	Longitud de falso túnel
		Pantallas provisionales	25	5,00 %	Longitud de pantallas provisionales para la ejecución de las obras
ECONÓMICO	25	Valoración económica	100	25,00 %	PEM de las alternativas

## 4 Evaluación de los indicadores

Como resultado final del proceso descrito se construirá una matriz que contará con tantas columnas como Alternativas se comparan, en este caso 2, y tantas filas como criterios e indicadores se han descrito en el apartado anterior.

Las valoraciones de cada indicador se ha obtenido del documento respectivo del presente Estudio Informativo: Memoria y anejos, Planos o Valoraciones.

En la siguiente tabla se resume la evaluación de los indicadores y la valoración ponderada de cada criterio.

Criterios	Indicadores	Peso parcial indicador	Variables		Valoración unitaria indicador		Valoración ponderada	
			ALT 1D	ALT 2	ALT 1D	ALT 2	ALT 1D	ALT 2
TÉCNICO-FUNCIONALES	Radio mínimo en planta	30	120,00 m	145,00 m	0,83	1,00	0,25	0,30
	Pendiente ficticia máxima	30	23,00 ‰	19,57 ‰	0,85	1,00	0,26	0,30
	Longitud del ramal	30	545,96 m	1.156,11 m	1,00	0,47	0,30	0,14
	Zona estacionamiento <2‰	10	0,00 m	386,11 m	-	1,00	0,00	0,10
	<b>Total criterio</b>	<b>100</b>					<b>0,80</b>	<b>0,84</b>
SOCIALES-AMBIENTALES	Ocupación de suelo temporal	10	65.680,37 m <sup>2</sup>	10.183,85 m <sup>2</sup>	0,16	1,00	0,02	0,10
	Ocupación de suelo definitivo	20	0,00 m <sup>2</sup>	5.829,54 m <sup>2</sup>	1,00	0,00	0,20	0,00
	Impacto paisajístico y acústico definitivo	40	0,00 m	386,11 m	1,00	0,00	0,40	0,00
	Tiempo de afección al servicio Topo	15	11 meses	6 meses	0,55	1,00	0,08	0,15
	Afecciones a viales durante las obras	15	80,00 m	251,86 m	1,00	0,32	0,15	0,05
	<b>Total criterio</b>	<b>100</b>					<b>0,85</b>	<b>0,30</b>
COMPLEJIDAD CONSTRUCTIVA	Reposición de regata de Morlans	25	588,00 m	101,45 m	0,17	1,00	0,04	0,25
	Tramos de túnel	25	330,00 m	575,88 m	1,00	0,57	0,25	0,14
	Tramos de falso túnel	25	146,00 m	114,12 m	0,78	1,00	0,20	0,25
	Pantallas provisionales	25	0,00 m	891,25 m	1,00	0,00	0,25	0,00
	<b>Total criterio</b>	<b>100</b>					<b>0,74</b>	<b>0,64</b>
ECONÓMICO	Valoración económica	100	9,83 M€	12,45 M€	1,00	0,79	1,00	0,79
	<b>Total criterio</b>	<b>100</b>					<b>1,00</b>	<b>0,79</b>

Tal y como se observa, la alternativa 1D es claramente mejor en los aspectos ambientales-sociales y en proceso constructivo, mientras que en coste es ligeramente mejor. Por el contrario, la alternativa 2 es ligeramente más favorable en aspectos técnico-funcionales.

## 5 Resultados del Análisis

Aplicando los pesos relativos establecidos para criterio a cada una de las puntuaciones, el resultado final obtenido por cada una de las alternativas es el siguiente:

Criterio	Peso	Valoración unitaria criterio		Valoración ponderada	
		Alternativa 1D	Alternativa 2	Alternativa 1D	Alternativa 2
TÉCNICO-FUNCIONALES	20 %	0,80	0,84	0,16	0,17
SOCIALES-AMBIENTALES	35 %	0,85	0,30	0,30	0,10
COMPLEJIDAD CONSTRUCTIVA	20 %	0,74	0,64	0,15	0,13
ECONÓMICO	25 %	1,00	0,79	0,25	0,20
<b>EVALUACIÓN GLOBAL</b>				<b>0,85</b>	<b>0,60</b>

En un análisis multicriterio de estas características la consideración de una alternativa por encima del resto exige una diferencia de valoración entre ambas suficiente para justificar la elección de una de ellas frente al resto. Se podría establecer como valor de referencia el 5% la evaluación media de todas las alternativas como holgura mínima que debe exigirse a una alternativa para ser elegida como solución óptima.

En el caso del presente multicriterio los valores de referencia serían los siguientes.

MEDIA EVAL. GLOBAL	0,73
HOLGURA MIN (5% Evaluación media)	0,04
DIFERENCIA ENTRE ALTERNATIVAS	0,26

La alternativa 1D presenta una importante diferencia de 0,26 puntos respecto a la alternativas 2.

Por tanto, el resultado del análisis multicriterio es que **la alternativa 1D es la solución óptima del Estudio Informativo de la Variante de Amara.**

