

CAPÍTULO 3. EXAMEN DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO

ÍNDICE

3. EXAMEN DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO.....

1

3.1 CONSIDERACIONES PREVIAS Y FORMACIÓN DE ALTERNATIVAS

1

3.2 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

1

3.2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.....

1

3.2.2 CRITERIOS EMPLEADOS.....

2

3.2.3 CÁLCULO DE LAS PUNTUACIONES.....

3

3.3 RESULTADOS.....

4

3.4 CONCLUSIONES

4

3. EXAMEN DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO

Se incluye en este capítulo un resumen del análisis multicriterio realizado para el análisis de las alternativas globales para la implantación de la nueva infraestructura ferroviaria entre las ciudades de Valencia y Castellón.

3.1 CONSIDERACIONES PREVIAS Y FORMACIÓN DE ALTERNATIVAS

El análisis multicriterio tiene por objeto analizar las alternativas completas para una nueva línea de alta velocidad entre Valencia y Castellón resultantes de la previa combinación de las alternativas contempladas tanto en el *Estudio informativo del nuevo eje pasante Norte-Sur de la Red Arterial Ferroviaria de Valencia*, (tramo 0), como en el *Estudio Informativo de la Línea de Alta Velocidad Valencia-Castellón* (tramos I, II, III y IV).

La combinación de las alternativas planteadas en ambos Estudios Informativos da lugar a siete alternativas completas, que son las analizadas en el presente análisis multicriterio. Estas alternativas completas se presentan en la siguiente tabla, ya incluida en apartados anteriores, junto a su formación y denominación que se seguirá para su referencia.

EJE PASANTE RAF VALENCIA	LAV VALENCIA-CASTELLÓN					ALTERNATIVAS COMPLETAS
	TRAMO 0	TRAMO I	TRAMO II	TRAMO III	TRAMO IV	
	A	I.1	II.1	III.1	IV	Alt. interior
	A	I.1	II.3	III.2		Alt. interior-litoral 1
	A	I.6	II.2	III.2		Alt. interior-litoral 2
	Base	I.2	II.2	III.2		Alt. litoral 1
	Base	I.3	II.2	III.2		Alt. litoral 2
	C	I.2	II.2	III.2		Alt. litoral 1
	C	I.3	II.2	III.2		Alt. litoral 2

Tabla. Formación de alternativas completas entre Valencia y Castellón.

El tramo IV, que cubre la llegada de la nueva línea de alta velocidad a Castellón, no se ha incluido en el análisis multicriterio dado que solo se ha considerado una única alternativa viable para este tramo.

Para la comparación de alternativas completas entre sí, se han definido distintos indicadores asociados a los cuatro criterios principales siguientes:

- Medioambiental
- Económico
- Territorial
- Funcional

Un análisis multicriterio conjunto presenta dificultades intrínsecas al hecho de tener que integrar indicadores representativos de cada tramo de la línea, las cuales son de naturaleza y características muy distintas, implicando muy diferentes escalas de trabajo. Por un lado, el tramo 0, que abarca la salida del núcleo urbano de Valencia de la LAV y su coexistencia con Cercanías, y por otro, el resto de los tramos que cubren el trayecto entre la conexión del tramo I con el eje pasante (a la altura de Vinalesa y Foios en función de la alternativa) y la llegada a Castellón.

3.2 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

3.2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El Análisis Multicriterio (AMC) consiste en un método numérico de soporte a las decisiones que permite evaluar el grado de consecución de múltiples objetivos que ofrece cada alternativa de proyecto, en base a criterios relevantes previamente definidos, y posteriormente comparar y elegir la solución óptima o mejor, de entre el conjunto de diferentes opciones contempladas.

Esta técnica se denomina Multicriterio porque se emplea para resolver un problema con varios objetivos, actores o decisores, cada uno tratando de lograr diferentes objetivos, a menudo contradictorios o contrastantes entre ellos (existe un "trade-off" o conflicto de intereses).

El análisis está tanto dirigido a la selección de las mejores alternativas como a la identificación de las alternativas que presentan una valoración significativamente inferior respecto al resto. Para tal objeto resulta imprescindible elaborar una clasificación final de alternativas que sirva para establecer la idoneidad de las mismas y permita seleccionar y descartar opciones de trazado de una manera objetiva.

Con todo, la metodología que conduce a la clasificación de alternativas completas del presente estudio conjunto se ha basado en un proceso común para la realización de este tipo de análisis, estructurado en las siguientes partes:

- Selección de las alternativas a analizar y comparar (apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** anterior).
- Definición de los criterios (objetivos generales) que sirven para estimar el grado de cumplimiento de cada alternativa.
- Determinación de los indicadores que permiten la valoración cuantitativa de las alternativas con respecto a los criterios establecidos.
- Atribución de coeficientes de ponderación (pesos) a cada indicador y criterio para graduar su importancia en el conjunto.
- Uniformización de las variables empleadas para representar los indicadores según una escala homogénea de valores (0-100 puntos).
- Integración de las valoraciones parciales de cada indicador y criterio en un modelo numérico capaz de producir un único índice representativo del nivel de cumplimiento de los objetivos de cada alternativa.
- Obtención de la clasificación de las alternativas según la puntuación final conseguida.

Las diferentes partes de este proceso se introducen brevemente a continuación. La información detallada relativa a cada parte del análisis multicriterio se halla en el *Anejo nº 20. Análisis multicriterio de las alternativas completas de los Estudios Informativos del Eje Pasante Norte-Sur de la RAF de Valencia y de la LAV Valencia-Castellón*.

3.2.2 CRITERIOS EMPLEADOS

El **criterio medioambiental** se fundamenta en indicadores que miden las afecciones ambientales producidas por cada alternativa, estimadas en el Estudio de Impacto Ambiental. Estas afecciones e indicadores ambientales se clasifican en función de los conceptos descritos a continuación:

- Hidrología
- Geomorfología y paisaje
- Flora y fauna
- Espacios protegidos
- Patrimonio histórico-cultural
- Ruido y vibraciones

El **criterio económico** es directamente fruto de la consideración de la inversión económica de la actuación entendida como el Presupuesto Base de Licitación (P.B.L), IVA incluido, asociado a cada alternativa, obtenido del *Documento Nº 3. Valoración económica* del Estudio Informativo.

Por su parte, el **criterio territorial** tiene en consideración las afecciones territoriales causadas por el trazado de cada alternativa, que se han valorado según los siguientes indicadores:

- Longitud de nuevo corredor lineal
- Afecciones urbanísticas (suelo urbano/urbanizable e industrial)
- Afecciones a otras infraestructuras y servicios

Por último, el **criterio funcional** recoge el rendimiento del servicio ofrecido no solo a los potenciales pasajeros de la LAV a través del tiempo de recorrido de cada alternativa completa, sino también a los viajeros de Cercanías en razón de la futura disminución de tiempos de viaje y mejora de la conectividad de su red gracias a la reordenación de estos servicios ferroviarios que comporta el nuevo eje pasante de la RAF (tramo 0).

Estos dos últimos indicadores se han incluido en el análisis multicriterio por dos motivos: primeramente, permite discriminar entre alternativas completas que se constituyen con una alternativa parcial del tramo 0 distinta (A, Base y C), y, en segundo lugar, refleja además que la actuación no se ciñe exclusivamente a la implementación de la LAV, ya que también aporta un valor intrínseco en la mejora de la funcionalidad de los servicios de Cercanías.

Los tiempos de recorrido de la LAV se han obtenido del *Anejo Nº 6. Trazado* del Estudio Informativo, mientras que la información relativa a los beneficios de los usuarios de Cercanías se ha extraído de los resultados del análisis de demanda contemplado en el *Estudio informativo del nuevo eje pasante Norte-Sur de la Red Arterial Ferroviaria de Valencia*.

Para establecer la clasificación final de las siete alternativas contempladas, se han tenido en cuenta los indicadores y pesos que figuran en la siguiente tabla. Esto implica que la puntuación final de cada alternativa corresponderá a un agregado de los valores de cada indicador ponderados por su peso respectivo.

CRITERIO	Peso criterio (Po)	INDICADOR	Peso absoluto (pj)	Peso relativo (Pi)
MEDIOAMBIENTAL	25	Intersección de cauces de agua principales	3	15
		Volumen de tierra movilizada	2	10
		Longitud de desmontes/terraplenes de más de 5 m. de altura	1	5
		Caracterización geotécnica en la salida de Valencia	1	5
		Longitud de trazado que atraviesa áreas de interés para la fauna y/o hábitats naturales	2	10
		Superficie ocupada incluida en el PAT de la Huerta de Valencia	4	20
		Longitud de afección a espacios de interés natural protegidos	4	20
		Proximidad a yacimientos/Bienes de interés cultural	1	5
		Afección por ruido y vibraciones a suelo urbano/urbanizable	2	10
ECONÓMICO	30	Costes de ejecución	30	100
TERRITORIAL	20	Longitud de nuevo corredor de infraestructura lineal	8	40
		Afecciones a suelo urbano/urbanizable y/o industrial	6	30
		Afecciones significativas a infraestructuras y servicios urbanos	4	20
		Afección a otras infraestructuras existentes y reposiciones	2	10
FUNCIONAL	25	Tiempo de recorrido LAV Valencia-Castellón	9	30
		Disminución del tiempo de viaje promedio en Cercanías	9	30
		Demanda neta adicional asociada a nuevas estaciones de cercanías	12	40

Tabla. Pesos admitidos para cada indicador en la comparación de alternativas competas

Estos pesos se han establecido en función de las características de los tramos, sus afecciones previstas y la interrelación entre las mismas, de la experiencia con análisis multicriterio y estudios previos de alcance similar, de la opinión y perspectivas de otros agentes involucrados, principalmente Ayuntamientos de los municipios afectados, y, finalmente, del consenso entre los equipos realizadores de los dos Estudios Informativos implicados en este análisis conjunto (el del Nuevo Eje Pasante de la RAF y el de la LAV Valencia-Castellón).

En términos generales, los criterios medioambientales representan un 20% de la puntuación final, los económicos un 30%, los territoriales un 20%, y finalmente los funcionales tienen un peso del 30%.

3.2.3 CÁLCULO DE LAS PUNTUACIONES

Una vez establecidos los criterios y los indicadores, se procede a asignar una puntuación de entre 0 y 100 a los diferentes indicadores de cada alternativa a partir de un proceso de uniformización de las variables empleadas para representar cada indicador. En este sentido, se asume que la alternativa que presenta el mejor valor en una determinada variable obtendrá la nota máxima (100 puntos) en la clasificación uniformizada. La puntuación del resto de alternativas se escala linealmente según la relación que guarden sus respectivos valores de la variable estudiada con el valor ya identificado que representa la mejor puntuación, tal y como indica la siguiente expresión en caso de impacto negativo del indicador (mayor valor, peor situación):

$$I'_i = \frac{I_{min}}{I_i} \times 100$$

Donde I_i es el valor del indicador no uniformizado de la Alternativa i ; I_{min} es el mínimo valor del indicador no uniformizado de entre todas las alternativas de un mismo tramo; I'_i es el valor uniformizado del indicador de la Alternativa i .

Finalmente, se calcula la puntuación final de cada alternativa de acuerdo con los correspondientes valores uniformizados de las variables que sirven como indicadores, ponderando la puntuación parcial de cada indicador según el peso atribuido al mismo. Para ello se emplea el método de agregación por suma ponderada (el más utilizado y reconocido), donde los valores de los indicadores uniformizados, se suman ponderándolos por la importancia relativa de cada indicador dentro del criterio específico (P_i) y de cada criterio respecto al resto (P_o), tal y como demuestra la siguiente formulación:

$$PF_i = \frac{\sum_{j=1}^m I'_{ij} \times p_j}{\sum_{j=1}^m p_j}$$

Donde:

- PF_i es la puntuación final ponderada asociada a la Alternativa i .
- I'_{ij} es el valor uniformizado del indicador j frente a la Alternativa i .
- p_j es el peso absoluto asociado al indicador j , producto del peso del criterio (P_o) por el peso relativo del indicador dentro del criterio (P_i).
- m es el número total de indicadores.

3.3 RESULTADOS

Una vez finalizado el análisis se obtiene las puntuaciones finales y clasificación de las alternativas completas resultante del análisis multicriterio llevado en el conjunto de los diferentes tramos. Los resultados obtenidos se exhiben en la siguiente tabla, donde se muestra el puesto general en la clasificación de cada alternativa, la puntuación total de cada alternativa, así como la puntuación parcial y posición relativa (en paréntesis) de cada alternativa si se considerasen por separado los cuatro criterios principales: medioambiental, económico, territorial y funcional.

Clasificación y puntuación						
Puesto	Alternativa	Total	Medioambiental	Económico	Territorial	Funcional
1	ALT 5	83,74	15,18 (3)	24,12 (3)	14,58 (6)	29,87 (2)
2	ALT 3	83,65	16,98 (1)	18,86 (5)	18,01 (1)	29,80 (4)
3	ALT 4	83,57	15,23 (2)	23,85 (4)	14,68 (5)	29,81 (3)
4	ALT 7	82,92	15,14 (4)	30,00 (1)	14,69 (4)	23,09 (6)
5	ALT 6	82,71	15,11 (5)	29,59 (2)	14,97 (3)	23,05 (7)
6	ALT 2	78,89	12,91 (7)	18,77 (6)	17,43 (2)	29,78 (5)
7	ALT 1	77,29	14,52 (6)	18,53 (7)	14,24 (7)	30,00 (1)

Tabla. Clasificación y puntuación final de las alternativas del tramo conjunto Valencia-Castellón (puntuaciones totales sobre 100 y puntuaciones parciales sobre 20 o 30 según el criterio).

Como se puede observar, las 5 alternativas mejor valoradas son las que discurren en su mayor parte por el litoral, ya sea desde el origen de la actuación (ALT 4, 5, 6 y 7) o retomando el corredor litoral tras un tramo inicial por el interior (ALT 3).

La Alternativa 5, formada por la solución Base y la alternativa litoral 2, es la que mayor puntuación total presenta (83,74), obteniendo buenas puntuaciones en el criterio funcional, medioambiental y económico. Le sigue muy de cerca, la Alternativa 3, compuesta por la solución A y la alternativa interior-litoral 2, con una puntuación de 83,65 puntos, destacando esta por ser la mejor tanto según el criterio medioambiental como territorial. Por su parte, la Alternativa 4, muy parecida en trazado a la Alternativa 5, también se posiciona próxima a las dos primeras, con 83,57 puntos, destacando en los mismos aspectos que la 5.

Las dos peores alternativas resultan ser, con diferencia, la 1 y 2, ambas interiores, estando la primera a más de 5 puntos y la segunda a aproximadamente 4 puntos de la quinta mejor valorada (ALT 6).

De entre las alternativas interiores, las que salen de Valencia con la solución Base (4 y 5) obtienen puntuaciones más altas que las que lo hacen con la solución C (6 y 7), a pesar de tener asociado un presupuesto más elevado. Esto es debido en gran parte

a que la solución Base y A aportan unos beneficios para la red de Cercanías ampliamente superiores, como una mayor disminución del tiempo de viaje de sus usuarios y una mayor demanda neta asociada a nuevas estaciones. Por ello, las alternativas 6 y 7 se ven perjudicadas en la puntuación del criterio funcional respecto al resto de trazados.

Por último, comparando las dos alternativas que conectan los corredores interior y litoral, se observa que la Alternativa 3 (83,65) tiene mejor puntuación que la Alternativa 2 (78,89), lo que demuestra que es considerablemente más conveniente desviarse hacia el corredor de la costa desde el interior en el tramo I, antes de Sagunto, que en el tramo II, pasado Sagunto, manifestando una vez más que, en líneas generales, el corredor litoral es más conveniente que el interior. De hecho, la Alternativa 1, compuesta exclusivamente por alternativas interiores de los diferentes tramos, es la peor de las siete estudiadas.

3.4 CONCLUSIONES

Los resultados del análisis multicriterio indican que la **Alternativa 5**, que discurre íntegramente por el litoral, es la mejor valorada, con un total de 83,74 puntos. No obstante, la escasa diferencia de puntuaciones entre ésta y el resto de las alternativas que suponen, en algún caso, soluciones radicalmente diferentes, aconseja **esperar a la finalización del proceso de información pública** para determinar la alternativa óptima