
ANÁLISIS MULTICRITERIO

**ANEJO
13**

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	1
2.1. Alternativa 1.....	3
2.2. Alternativa 2.....	4
3. Descripción general de la metodología de análisis.....	5
3.1. Determinación de los criterios de valoración	5
3.2. Obtención de indicadores	5
3.3. Obtención del modelo	6
3.4. Análisis multicriterio	7
4. Análisis alternativas	8
5. Resumen y conclusiones	11
5.1. Metodología del análisis multicriterio	12
5.1.1. Criterios	12
5.1.2. Análisis de resultados.....	12
5.2. Conclusiones y selección de alternativas	13

1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene como objeto identificar y realizar un análisis comparativo de las distintas alternativas estudiadas, con el fin de seleccionar aquella que presente un mayor nivel de cumplimiento de los objetivos de la actuación y que, en consecuencia, se propondrá para su desarrollo en fases posteriores.

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

Con este fin, en el anejo se identifican en primer lugar, las alternativas consideradas en el Estudio Informativo para a continuación, pasar a describir la metodología empleada en el análisis a realizar, desarrollando de forma ordenada las fases del mismo.

Tras ello se procede al análisis de las alternativas consideradas mediante la generación de las tablas que recogen, por un lado sus valoraciones por criterios y por otro, el modelo final y el resultado de aplicarle los diferentes análisis.

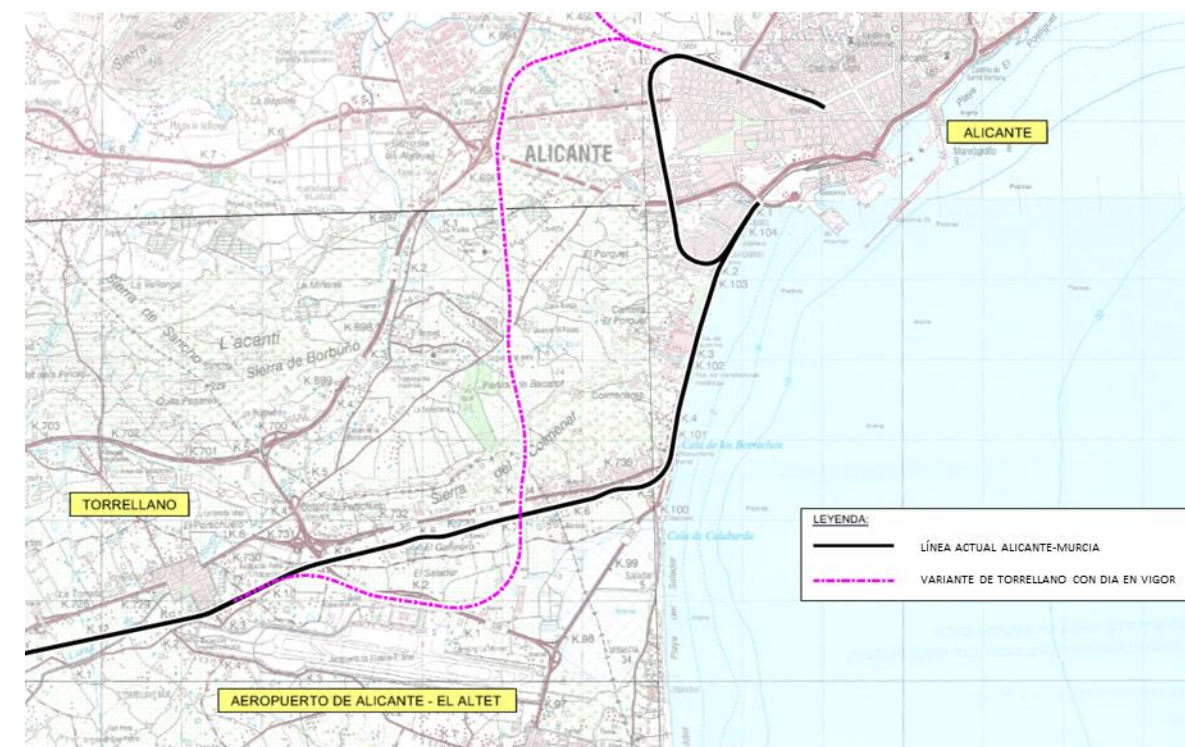
Por último, se exponen las conclusiones de la aplicación del análisis multicriterio a las alternativas consideradas, consecuencia de lo cual resultará la alternativa que se propondrá como solución óptima.

2. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS

En la actualidad la línea Alicante-Murcia es una infraestructura ferroviaria de vía única no electrificada y ancho ibérico. Discurre por las inmediaciones del aeropuerto de El Altet pero no presta servicio al mismo, ya que la parada más cercana (Torrellano) se encuentra a más de 2 km de la terminal.

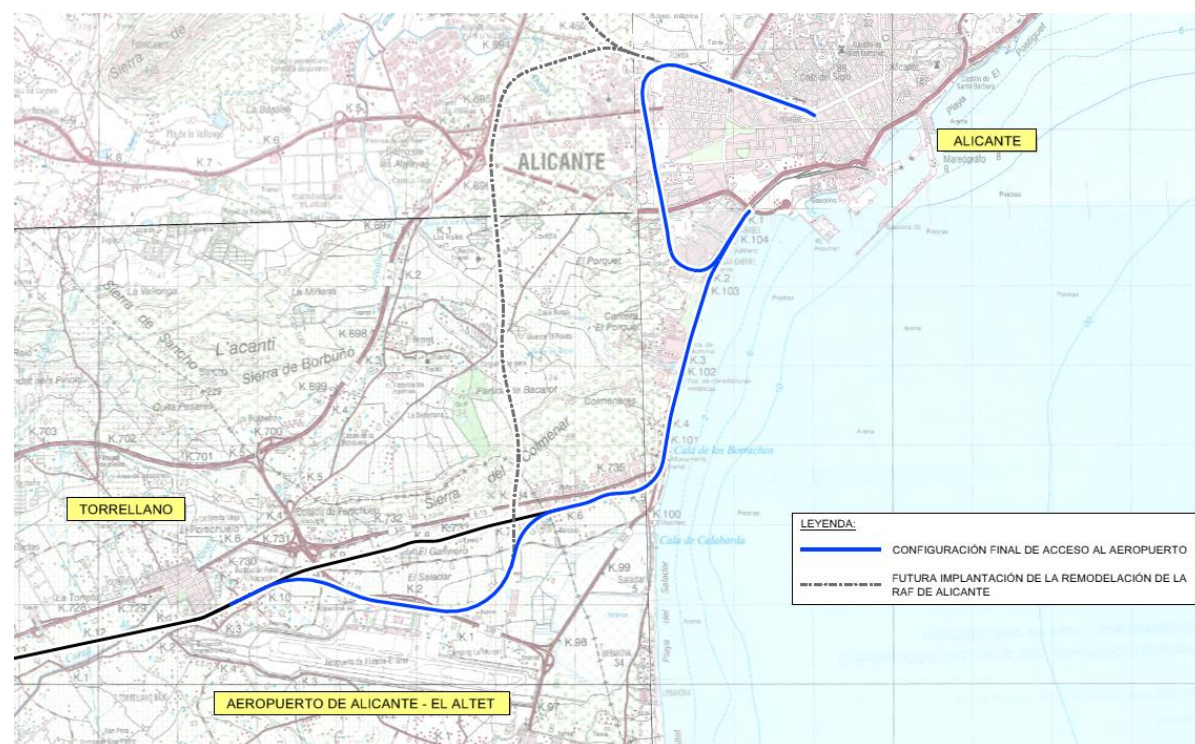
En el marco de las actuaciones incluidas en el Convenio de Integración del ferrocarril en Alicante (firmado por Adif, Adif AV, Renfe, Ayuntamiento de Alicante y Generalitat del año 2003 (Sociedad AVANT)), se definió la denominada variante de Torrellano, variante ferroviaria desde Alicante hasta Torrellano que sí incluía una estación en la terminal del aeropuerto.

El Estudio Informativo del proyecto de remodelación de la RAF de Alicante (donde se define la variante de Torrellano) se aprobó definitivamente el 26 de septiembre de 2006 (BOE de 6 de octubre de 2006). Posteriormente se desarrollaron los proyectos constructivos, pero no se contrataron por la falta de disponibilidad presupuestaria.



Situación actual y variante de Torrellano planificada con DIA en vigor

No obstante, la variante de Torrellano se incluyó dentro del Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda PITVI (2012-2024) y, recientemente, en el Plan de Cercanías de la Comunidad Valenciana presentado en diciembre de 2017, se incluye la ejecución de una primera fase (Fase 1) de la variante de Torrellano, el tramo de conexión con el Aeropuerto de Alicante.



Situación futura con el desarrollo de la Fase I de la variante de Torrellano

Para materializar esta primera fase de desarrollo, es necesario diseñar un nuevo ramal ferroviario que conecte la línea existente Alicante-Murcia con el tramo planificado de la variante de Torrellano que da acceso al aeropuerto. Este ramal se concibe en vía única, excepto en su parte final donde se bifurca mediante un desvío para pasar a la doble vía planificada de la Fase I de la variante de Torrellano.



Nuevo ramal (objeto del Estudio Informativo)

Este nuevo ramal, al igual que el resto del acceso ferroviario al aeropuerto, se diseña en principio para tráfico exclusivo de viajeros. Esto obliga a mantener la vía única actual para el encaminamiento de las posibles circulaciones de mercancías, lo que se resuelve por medio de los correspondientes desvíos.

Otros requerimientos funcionales y de diseño que han sido tenidos en cuenta en la definición de alternativas han sido:

- Diseño de la nueva infraestructura con características similares a la vía actual y compatible con la futura imagen final prevista para la Red Ferroviaria en Alicante.

A este respecto mencionar que si bien la vía actual cuenta con ancho ibérico (1.668 mm), la planificación ferroviaria a largo plazo en el entorno se ha previsto en ancho internacional (1.435 mm), al igual que el trazado previsto en el E.I. de Remodelación de la Red Arterial Ferroviaria de Alicante.

La elección final del ancho adoptado para el nuevo ramal objeto de este Estudio deberá acomodarse al ritmo de la adaptación del resto de la red, eligiéndose material polivalente en caso de que el ancho de implantación sea el ibérico, para posibilitar el cambio de ancho final sin necesidad de actuación sobre la infraestructura.

- Rasante de la nueva conexión compatible con las restricciones de uso del Sistema General Aeroportuario planteadas por AENA, manteniendo los gálibos necesarios con la futura pista de aterrizaje del aeropuerto de Alicante.
- Adecuada inserción de las actuaciones en el territorio, considerando su compatibilidad con las actuaciones programadas por las distintas Administraciones, en particular, la implantación del ancho UIC en el corredor Mediterráneo.
- Máximo aprovechamiento de las infraestructuras y espacios ferroviarios existentes, aspecto determinante para buscar el mínimo desarrollo posible compatible con las condiciones de explotación previstas.
- Compatibilidad de las actuaciones con el mantenimiento de la funcionalidad de las infraestructuras presentes en la zona de estudio, asegurándose la compatibilidad de las obras con el mantenimiento del tráfico en las distintas líneas.
- Dotación de instalaciones de electrificación, seguridad y comunicaciones compatibles con las previstas en la planificación ferroviaria.

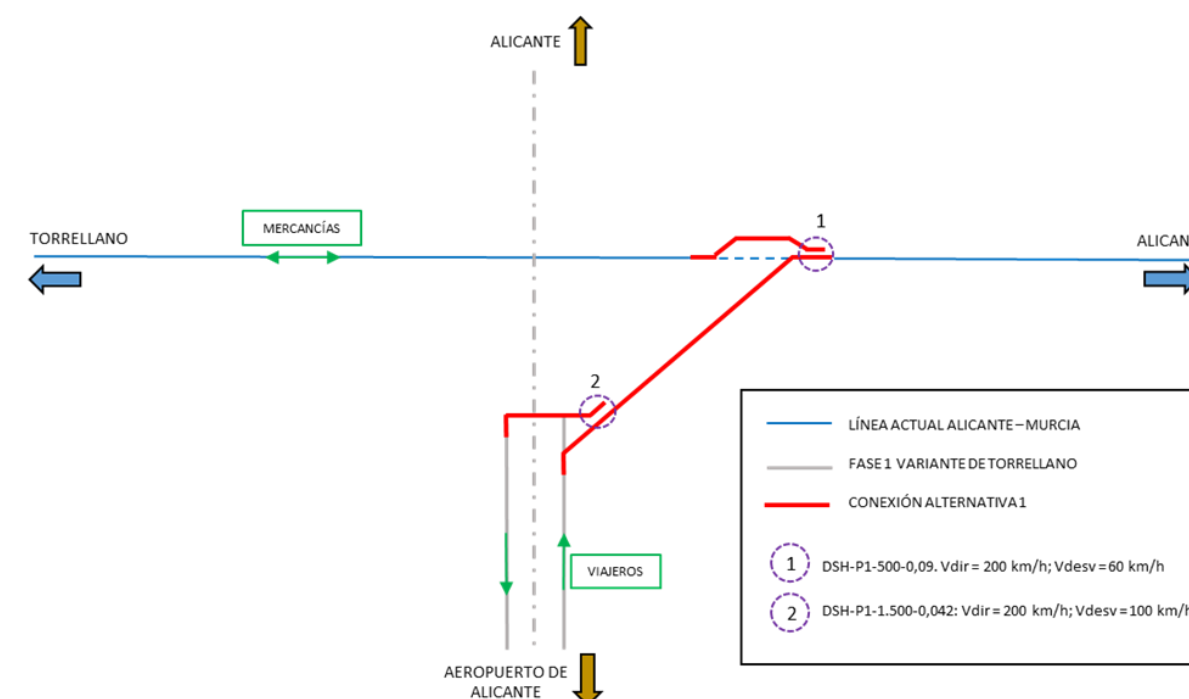
La configuración de las vías prevista y la operatividad necesaria para su adecuada explotación, así como las restricciones de espacio existentes, han condicionado la posibilidad de generar diferentes alternativas, habiéndose planteado finalmente dos que cumplen con los objetivos anteriormente expuestos.

2.1. Alternativa 1

Esta alternativa tiene una longitud de 1.015,65 m y define un ramal fundamentalmente en curva con radio 680 m, que posibilita una velocidad de circulación de 120 km/h.

El trazado de la conexión parte de la recta existente de la vía actual en el P.K. 6+067 de la misma y gira a izquierdas hasta conectar con el trazado previsto de la variante de Torrellano mediante un tramo en recta con longitud suficiente para la instalación de un desvío que permita el paso de vía única a vía doble, conectando con la vía impar diseñada para circular a una velocidad de 100 km/h.

En alzado, la solución parte de la cota existente en la zona de la vía actual, origen de la conexión ferroviaria, con una pendiente actual de 6,29 ‰, conectando con la misma alineación en alzado que la variante de Torrellano, con pendiente prevista de 20 ‰. En la zona intermedia la rasante se define para permitir la disposición de tres obras de drenaje, una de ellas de gran tamaño conformada por 5 marcos de 3,0x5,0, y de un paso inferior necesario para el cruce del Camino del Altet con la nueva plataforma.



Puesto que la vía actual tiene que seguir prestando servicio a los tráficos de mercancías, es necesario rectificar la misma en una longitud de unos 245 m, partiendo esta rectificación de un desvío sobre la plataforma actual y previo al inicio del nuevo ramal, de forma que sean los tráficos de mercancías los que pasen a circular por vía desviada y no se penalice a los tráficos de viajeros.

El coste estimado que supondría la ejecución de las obras asociadas a la Alternativa 1 es de unos 6,5 M€ (Presupuesto de licitación (IVA incluido)).

2.2. Alternativa 2

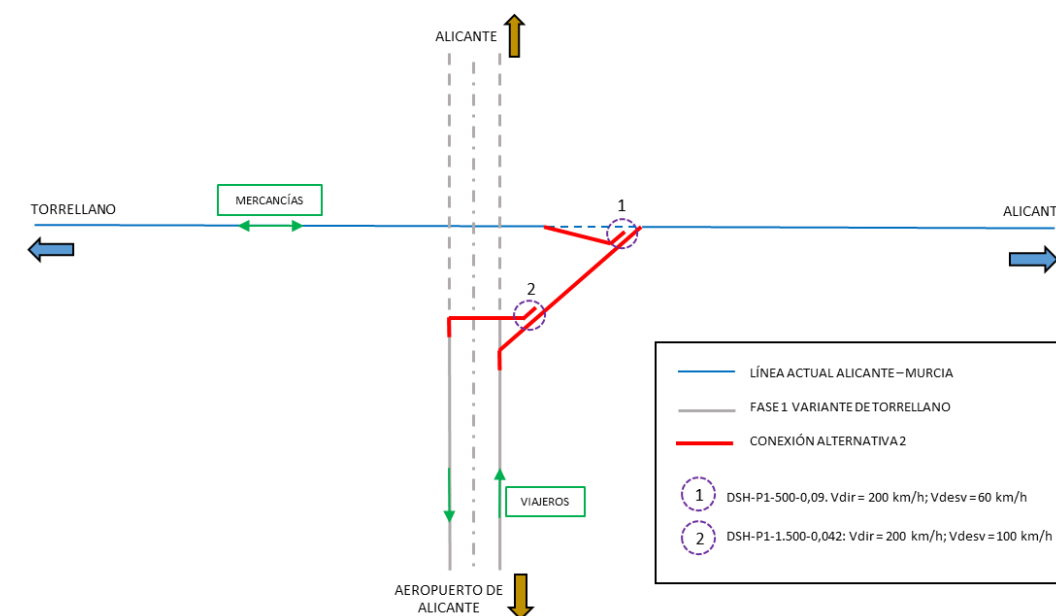
Esta alternativa plantea una solución equivalente a la anterior, pero buscando minimizar la ocupación total necesaria y la longitud total de la variante.

La solución ahora propuesta tiene una longitud de 910,98 m y su trazado posibilita una velocidad de 80 km/h. Se inicia en este caso con la rectificación de la vía actual a partir del pk 6+144 de la misma, mediante la disposición de un radio 2.000 a izquierdas, al que le sigue un tramo recto y una curva de radio 320 m también a izquierdas hasta conectar con el trazado previsto de la variante de Torrellano mediante un tramo en recta con longitud suficiente para la instalación de un desvío que permita también en esta solución, el paso de vía única a vía doble, conectando con la vía impar diseñada para circular a una velocidad de 100 km/h.

La conexión de esta alternativa con la vía actual para el paso de mercancías se produce a través de un desvío ubicado al inicio de la solución, en la zona coincidente con la rectificación de la vía actual, y tiene una longitud de unos 70 m.

En alzado, la solución parte de la cota existente en la zona de la vía actual, con una pendiente actual de 10 ‰, conectando con la misma alineación en alzado que la variante de Torrellano, con pendiente prevista de 20 ‰. En la zona intermedia, al igual que en la alternativa anterior, la rasante dispuesta se define para permitir la disposición de tres obras de drenaje, una de ellas de gran tamaño conformada por 5 marcos de 3,0x5,0, y de un paso inferior necesario para el cruce del Camino del Altet con la nueva plataforma.

El coste estimado que supondría la ejecución de las obras asociadas a la Alternativa 2 es de unos 6,3 M€ (Presupuesto de licitación (IVA incluido)).



3. Descripción general de la metodología de análisis

La metodología de análisis que conduce a la selección de la alternativa óptima se ha basado en el desarrollo del siguiente proceso:

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

Las actuaciones que se han llevado a cabo en cada una de las fases de este proceso se describen a continuación.

3.1. Determinación de los criterios de valoración

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

- Funcionalidad
- Inversión
- Afección territorial
- Medio Ambiente

Para valorar la idoneidad de cada alternativa con respecto a cada uno de estos criterios, se ha deducido un parámetro único, cuyos valores oscilan en todos los casos entre 0 y 1.

Como punto de partida para el cálculo de dichos valores, se han tomado como base las siguientes premisas:

- En los criterios que se puedan valorar directamente con un solo indicador numérico no sintético (por ejemplo, la inversión), o en aquellos cuyo valor indicador no presente diferencias apreciables entre alternativas, se asignará valor 1 a la óptima y el valor de las demás se obtendrá restando a 1 una cantidad proporcional a la diferencia porcentual que tengan con la óptima.
- En los criterios que se deban valorar a partir de un indicador que no se corresponda de forma directa con una magnitud medible, se puede utilizar el método anterior (adecuado si las alternativas presentan valores de indicador muy homogéneos), o un escalado que asigne valor 1 a la alternativa óptima, 0 a la pésima, y valores intermedios proporcionales al valor del indicador en el resto de alternativas.

3.2. Obtención de indicadores

La modelización numérica requiere la utilización de unos índices desprovistos en la medida de lo posible de subjetividad, que definan cuantitativamente el comportamiento de las alternativas con respecto a cada criterio. Dado que estos índices suponen en algunos casos una síntesis de diversos factores que intervienen en la caracterización, se ha considerado necesario desarrollar la obtención de los indicadores en dos niveles:

- Nivel 2: en él se produce la caracterización de los factores a través de su valor deducido o medido y, cuando el factor es compuesto, a través de un índice que sintetiza las aportaciones de sus componentes, empleando cuando sea necesario pesos basados en factores objetivos para graduar el nivel de influencia de cada uno de estos factores compuestos.
- Nivel 1: en él se produce la homogeneización de los valores obtenidos para cada índice, situándolos todos en la misma escala [0,1] mediante un escalado proporcional, de acuerdo con uno de los dos métodos descritos en el apartado anterior.

El proceso de modelización utilizado para cada criterio se describe seguidamente.

FUNCIONALIDAD

El único rasgo diferenciador significativo entre ambas alternativas en lo que a funcionalidad se refiere es la velocidad de circulación que cada una de ellas permite, habiéndose adoptado por tanto este concepto como indicador de este criterio.

En el nivel 1 se realiza el escalado del índice asociado a este criterio considerando como alternativa óptima aquella que permite una mayor velocidad de circulación, obteniendo el valor de la otra empleando el primero de los métodos descritos en el apartado 3.1..

INVERSIÓN

Se ha considerado como indicador fundamental el volumen de inversión, medido a través de la estimación de su Presupuesto para Conocimiento de la Administración (PCA). Se ha preferido este indicador frente a otros como la TIR o el VAN, que requieren un mayor conocimiento de previsión de tráfico y de modelización de la demanda.

En el nivel 1 se ha realizado el escalado inverso, dado que la alternativa es tanto más desfavorable cuanto más volumen de inversión requiere.

AFECCIÓN TERRITORIAL

Dentro de este criterio se considera la ocupación territorial de cada alternativa ligada a la expropiación que dicha ocupación supone. Debido a que ambas alternativas se desarrollan en zonas en las que la clasificación del suelo es similar, se ha considerado como indicador fundamental la superficie global ocupada por cada alternativa.

En el nivel 1 se efectuó el escalado inverso, dado que la alternativa era tanto más desfavorable cuanto más superficie de ocupación requiere.

MEDIO AMBIENTE

Tal y como se recoge en el Documento Ambiental redactado, ambas alternativas son prácticamente equivalentes desde el punto de vista medioambiental, existiendo una diferenciación mínima entre ellas en lo que a valoraciones ambientales, implicaciones e impactos se refiere.

Por este motivo en dicho Documento para elegir la alternativa más favorable desde el punto de vista medioambiental, se recurrió a concretar aquellos impactos de entre los considerados que tuvieran una percepción más cuantitativa:

- Calidad del aire
- Geología
- Edafología
- Sosiego público
- Población y actividades económicas (recursos y residuos)
- Planeamiento.

Estos mismos factores han sido los estudiados en los niveles 1 y 2 para la obtención del parámetro medioambiental, aplicando en cada uno de los niveles los métodos descritos en los apartados 3.1. y 3.2..

3.3. Obtención del modelo

Los índices anteriores, que definen la valoración parcial de las alternativas con respecto a los cuatro criterios considerados, suponen el primer paso para la obtención de un modelo numérico que puede emplearse como herramienta básica del análisis multicriterio.

El modelo que se ha obtenido está basado en la matriz numérica que se emplea en el método PATTERN¹ que permite sintetizar las valoraciones obtenidas por las alternativas para cada criterio en un sólo parámetro llamado IP (Índice de Pertinencia), cuyos valores están comprendidos en el intervalo [0,1]², correspondiendo el 1 a la óptima y el 0 a la pésima, mediante la aplicación de pesos o coeficientes de ponderación, creando un modelo que permite la comparación directa. De esta forma, se obtiene una matriz alternativas – criterios con la que se obtiene el IP para cada alternativa de la siguiente forma:

$$IP_i = \frac{MAX - \sum_j \beta_j \cdot a_{ij}}{MAX - MIN}$$

Donde:

a_{ij} es la calificación obtenida por la alternativa *i* para el criterio *j*

β_j es el coeficiente de ponderación del criterio *j*, cumple la condición $\sum \beta_j = 10$

MAX es el valor máximo de $\sum \beta_j \cdot a_{ij}$ de entre los obtenidos por todas las alternativas.

MIN es el valor mínimo de $\sum \beta_j \cdot a_{ij}$ de entre los obtenidos por todas las alternativas.

Con este modelo se pueden desarrollar diversos métodos de análisis multicriterio que, empleando diferentes criterios de aplicación de pesos, permitan alcanzar los objetivos del proceso de análisis de alternativas.

3.4. Análisis multicriterio

Tras la obtención del modelo numérico se plantea la necesidad de evaluar las alternativas de forma global, empleando procedimientos que permitan aplicar los coeficientes de ponderación necesarios sin distorsionar los resultados. Para este análisis se emplea una aplicación informática desarrollada por INECO. Estos procedimientos son los siguientes:

- **Análisis de robustez:** consiste en aplicar todas las combinaciones posibles de pesos a todos los criterios comprendidos en el modelo numérico anterior, obteniéndose el número de veces que cada alternativa resulta ser óptima. Este procedimiento es el más desprovisto de componentes subjetivos, y pone de relieve qué alternativas presentan mejor comportamiento general con los criterios marcados.
- **Análisis de sensibilidad:** consiste en aplicar el mismo procedimiento que en el análisis de robustez pero limitando los valores posibles de cada peso a un cierto rango, de manera que se evita tomar en consideración en el análisis ponderaciones extremas que podrían distorsionarlo. Para el presente análisis se estableció un rango de ponderaciones comprendida entre el 10 % y el 50 %.
- **Análisis de preferencias:** es el método PATTERN tradicional, y consiste en aplicar pesos a cada criterio de tal forma que respondan a un orden de preferencias relativas que se propone como más adecuado para evaluar la actuación. Este orden de prelación ha sido: Funcionalidad – Inversión - Afección Territorial y Medio Ambiente.

La metodología aplicada en cada procedimiento se describe a continuación.

ANÁLISIS DE ROBUSTEZ

Para efectuar el análisis de robustez se parte del modelo numérico desarrollado anteriormente, sin coeficientes de ponderación. Este modelo se ha tratado con una aplicación informática que le aplica todas las posibilidades de combinación de pesos (es decir, aquellas cuya suma es 10), en incrementos de una unidad.

El resultado que se obtiene es el número de veces que cada alternativa obtiene la máxima calificación.

¹ Planning Assistance Through Technical Evaluation of Relevance Numbers

² Esto supone una modificación con respecto al método PATTERN clásico, en el cual el índice IP no se limita al intervalo mencionado; con esto se facilita la comparación de alternativas.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Al igual que en el análisis de robustez, se han aplicado todas las combinaciones posibles de pesos a los diferentes criterios, pero limitando el rango de variación de éstos al intervalo [1,5], de manera tal que se evitan las valoraciones en las cuales algún criterio recibe peso 0 y aquellas en las que algún criterio tiene una ponderación superior al 50 %.

El incremento aplicado a las combinaciones de pesos ha sido 0,2.

ANÁLISIS DE PREFERENCIAS

El último procedimiento de análisis aplicado, llamado habitualmente método PATTERN, tiene en cuenta el orden de importancia relativa entre criterios más apropiados para las características de la actuación, señalado al principio de este apartado. Al igual que en otros casos, se aplican al modelo numérico los pesos que se deducen de este planteamiento, que son:

- Funcionalidad: 5
- Inversión: 2
- Afección Territorial:..... 2
- Medio Ambiente:..... 1

El resultado permite asegurar el diagnóstico dado para cada alternativa por los demás análisis con respecto al grado de cumplimiento de los objetivos de la actuación y su nivel de integración en el entorno.

4. Análisis alternativas

Se procede a continuación a realizar el análisis de las alternativas en función de los distintos criterios considerados.

FUNCIONALIDAD

Como ya se ha comentado, desde el punto de vista de la funcionalidad ambas alternativas tienen características similares, estribando la diferencia fundamental

en la velocidad de circulación. En el caso de la Alternativa 1 la velocidad prevista es de 120 km/h y en el de la Alternativa 2 es de 80 km/h.

Teniendo en cuenta las características de diseño de las infraestructuras conectadas por el ramal, la Variante de Torrellano y la vía actual Alicante-Murcia, y el resto de condicionantes tenidos en cuenta para la definición geométrica del propio ramal, se considera más favorable la alternativa que permite una mayor velocidad, es decir, la Alternativa 1.

Puesto que los valores de las velocidades se considera que se encuentran en el mismo rango de magnitudes, en el Nivel 1 se ha asignado valor 1 a la alternativa óptima (mayor velocidad) y el valor de la otra alternativa se ha obtenido restando a 1 una cantidad proporcional a la diferencia porcentual que tiene con la óptima.

Nivel 1	Alternativa 1	Alternativa 2
Funcionalidad	1,00	0,67
	↑	↑
Nivel 2		
Velocidad (km/h)	120,00	80,00

INVERSIÓN

Una vez se ha realizado la comparativa económica entre las alternativas 1 y 2 se llega a la conclusión de que ambas son prácticamente iguales en lo que se refiere a la inversión necesaria, siendo el coste de la alternativa 2 sólo un 1% superior al de la alternativa 1.

Nivel 1	Alternativa 1	Alternativa 2
Inversión	1,00	0,99
	↑	↑
Nivel 2		
Inversión (€)	7.092.062,06	7.146.145,64

AFECCIÓN TERRITORIAL

Desde el punto de vista de la afección territorial, la Alternativa 2 genera un menor impacto sobre el territorio existente al llevar asociada una menor superficie de expropiación.

Debido a que las magnitudes obtenidas presentan valores que se encuentran en el mismo rango de magnitudes, en el Nivel 1 se ha asignado valor 1 a la alternativa óptima y el valor de la otra alternativa se ha obtenido restando a 1 una cantidad proporcional a la diferencia porcentual que tenga con la óptima.

Nivel 1		Alternativa 1	Alternativa 2
Afección territorial		0,83	1,00
Nivel 2		↑	↑
m ² expropiación		35.470,00	30.355,00

MEDIO AMBIENTE

Tal y como se recoge en el Documento ambiental, ambas alternativas se comportan de manera equivalente desde el punto de vista ambiental, resultando las dos viables, y sin generar ninguna de las dos impactos moderado, severo o crítico, siendo en todos los casos nulos (los no valorados), no significativos, compatibles, valorables o beneficiosos.

Por el motivo anterior se ha recurrido a concretar los impactos más cuantificables para obtener un parámetro ambiental que permita valorar la idoneidad de cada alternativa respecto a este criterio.

Calidad del aire

Respecto al impacto de calidad del aire, se ha considerado más adecuado analizar la fase de explotación frente a la fase de construcción ya que la primera es más duradera y por tanto el impacto que se produzca lo será durante más tiempo. De

acuerdo con el Documento ambiental redactado ambas alternativas se comportan de manera muy similar, siendo ligeramente más favorable respecto a este factor la alternativa 1 con una menor emisión de gases de efecto invernadero. En el nivel 2 se ha asignado el valor más alto a la alternativa que menor impacto produce.

Nivel 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Calidad del aire	100,00	80,00

Geología

Fijándonos en el factor geológico, la mejor alternativa es la Alternativa 1, tomando como referencia que requiere un volumen total de tierras inferior, si bien los volúmenes de tierras asociados a cada alternativa son muy similares.

Nivel 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Geología	100,00	90,00
	↑	↑
Movimiento de tierras (m ³)	41.009,40	45.285,00

Edafología

Al igual que en el caso de la calidad del aire, se analiza para este factor la fase de explotación ya que la misma es más duradera. Tal y como se indica en el Documento ambiental el impacto de mayor relevancia se derivaría de la generación de nuevos procesos erosivos, consecuencia de las nuevas formas de relieve introducidas y de la eliminación de la cubierta vegetal. Como factor valorativo de este impacto se consideró la longitud de los ramales en estudio y las pendientes de los taludes resultantes y su altura. De acuerdo con estos factores se concluye en dicho Documento que la alternativa más favorable es la Alternativa 1, ya que siendo la longitud de ambas alternativas muy similar, al igual que la altura máxima de terraplén, sí que existe diferencia en la altura máxima de desmonte que es ligeramente superior en el caso de la Alternativa 2.

En el Nivel 2 se ha asignado el valor más alto a la alternativa que menor afección produce.

Nivel 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Factor edafológico	100,00	80,00

Sosiego público

Respecto a los impactos asociados al sosiego público, ambas alternativas requieren de la incorporación de medidas correctoras que minimicen la afección por ruido a las edificaciones cercanas a la actuación; y en ambos casos, se contempla la necesidad de construir 2 tramos de pantallas acústicas. Por tanto, el factor diferenciador será la longitud lineal total de pantallas necesarias en cada alternativa. Así, la alternativa 1 implica la colocación de 358,37 m de pantallas, mientras que la alternativa 2 implica la colocación de 132,89 m.

Nivel 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Sosiego público	40,00	100,00



Longitud pantallas acústicas (m)	358,37	132,89
----------------------------------	--------	--------

Población y actividades económicas

Se contemplan en este concepto la necesidad de materiales y materias primas (consumo de recursos) para la ejecución de la obra, y la generación de residuos derivados de la actividad.

En el Documento ambiental redactado, se ha valorado el impacto asociado al consumo de recursos estimando los recursos empleados durante la ejecución de las obras (hormigón, madera, acero, áridos, agua) para cada una de las alternativas contempladas, resultando la Alternativa 1 más desfavorable que la Alternativa 2.

Para el impacto relativo a la generación de residuos, se siguió un proceso equivalente, estimando los tipos y cantidades de residuos generados (hormigón, madera, hierro y acero), resultando en este caso más favorable la Alternativa 1.

En el Nivel 2 se ha asignado el valor más alto a la alternativa que menor afección produce.

Nivel 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Población y actividades económicas	180,00	160,00



Recursos	80,00	100,00
Residuos	100,00	60,00

Afección al planeamiento urbanístico

En el Documento ambiental se indica que para valorar el impacto sobre el planeamiento, únicamente se tienen en cuenta las afecciones que la futura infraestructura puede suponer sobre el planeamiento para la fase de explotación. Ambas alternativas atraviesan suelos de la misma categoría por lo que no se puede priorizar en este sentido una frente a otra. Lógicamente la Alternativa 2, más corta en su trazado, afecta a una menor longitud, pero las diferencias son escasas y no concluyentes. El agente diferenciador entre ambas alternativas lo constituye el hecho de que a pesar de tratarse de suelo no urbano (de acuerdo con el Planeamiento vigente), se localizan en el mismo inmuebles (se entiende que anteriores a la fecha de aprobación de los planeamientos) existiendo la afección a “Casas de Bonmati” por parte de la Alternativa 2, un inmueble en estado de ruina y abandono, con estancias aledañas en uso. La alternativa 1 no afecta a ningún inmueble.

Nivel 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Afección al planeamiento	100,00	90,00

De los valores anteriormente asignados se ha obtenido un valor global para el Nivel 2, a partir del cual se ha calculado un valor comprendido entre 0 y 1 en el Nivel 1.

Nivel 1	Alternativa 1	Alternativa 2
Medio Ambiente	1,00	0,97
↑ ↑		
Nivel 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Medio Ambiente	620,00	600,00
↑ ↑		
Calidad del aire	100,00	80,00
Geología	100,00	90,00
Factor edafológico	100,00	80,00
Sosiego público	40,00	100,00
Población y actividades económicas	180,00	160,00
Afección al planeamiento	100,00	90,00

En los siguientes epígrafes se muestran los resultados obtenidos en los distintos análisis realizados a partir del modelo numérico descrito anteriormente.

MODELO NUMÉRICO

	Alternativa 1	Alternativa 2
Funcionalidad	1,000	0,667
Inversión	1,000	0,992
Afección territorial	0,832	1,000
Medio Ambiente	1,000	0,968

ANÁLISIS DE ROBUSTEZ

	Alternativa 1	Alternativa 2
Funcionalidad	1,000	0,667
Inversión	1,000	0,992
Afección territorial	0,832	1,000
Medio Ambiente	1,000	0,968
Número de máximos	8.298	1.702
	83%	17%

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

	Alternativa 1	Alternativa 2
Funcionalidad	1,000	0,667
Inversión	1,000	0,992
Afección territorial	0,832	1,000
Medio Ambiente	1,000	0,968
Número de máximos	533	92
	85%	15%

ANÁLISIS DE PREFERENCIAS

	Peso	Alternativa 1	Alternativa 2
Funcionalidad	5	1,000	0,667
Inversión	2	1,000	0,992
Afección territorial	2	0,832	1,000
Medio Ambiente	1	1,000	0,968
Valoración		9,664	8,286
Valoración (0,1)		1,000	0,000

5. Resumen y conclusiones

5.1. Metodología del análisis multicriterio

La metodología de análisis se ha basado en el desarrollo del siguiente proceso:

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

5.1.1. Criterios

Se estudia el comportamiento de cada alternativa atendiendo a los siguientes criterios:

- **Funcionalidad** (considerando la velocidad de paso de cada alternativa)
- **Inversión** (considerando el volumen de inversión estimado para cada alternativa)
- **Afección Territorial** (considerando las expropiaciones a realizar sobre el territorio existente).
- **Medio Ambiente** (considerando calidad del aire, geología, edafología, sosiego público, población y actividades económicas y afección al planeamiento)

Los componentes del análisis fueron escogidos por su representatividad, su importancia y la factibilidad de su valoración por métodos cuantitativos.

5.1.2. Análisis de resultados

La herramienta principal de análisis ha sido el modelo numérico matricial empleado habitualmente en el método PATTERN³, que permite sintetizar las valoraciones obtenidas por las alternativas para cada criterio en un sólo parámetro llamado IP (Índice de Pertinencia), cuyos valores están comprendidos en el intervalo [0,1] (siendo 0 el pésimo y 1 el óptimo) mediante la aplicación de pesos o coeficientes de ponderación.

Con este modelo se llevan a cabo los siguientes análisis:

- **Análisis de robustez:** consiste en aplicar todas las combinaciones posibles de pesos a todos los criterios, obteniéndose el número de veces que cada alternativa resulta ser óptima. Este procedimiento es el más desprovisto de componentes subjetivos, y pone de relieve qué alternativas presentan mejor comportamiento general con los criterios marcados, aunque incluye en el análisis combinaciones extremas de valoración.

El análisis de resultados obtenidos al aplicar el procedimiento relativo a robustez a las alternativas planteadas para la Conexión de la línea existente Alicante-Murcia con el tramo de la variante de Torrellano que da acceso al aeropuerto, pone de relieve una superioridad de la alternativa 1 sobre la alternativa 2 (83 % óptimos de una alternativa frente a 17% óptimos de la otra).

- **Análisis de sensibilidad:** consiste en aplicar combinaciones de pesos válidas restringidas a un rango determinado para cada criterio, de manera que queden fuera del análisis combinaciones que sobreponderan o infraponderan excesivamente algún factor, distorsionando el análisis. En

³ Planning Assistance Through Technical Evaluation of Relevance Numbers

este caso los pesos de cada criterio han oscilado en el rango que va del 10% al 50%.

Respecto al análisis de sensibilidad de la Conexión de la línea existente Alicante-Murcia con el tramo de la variante de Torrellano que da acceso al aeropuerto, el mismo otorga el 85% de óptimos a la alternativa 1, lo que permite calificar a esta alternativa como óptima en el rango medio de ponderación de los criterios.

- **Análisis de preferencias:** es el método PATTERN habitual, consiste en aplicar pesos a cada criterio de tal forma que respondan a un orden de preferencias relativas que se propone como más adecuado para evaluar la actuación. Este orden de prelación ha sido: Funcionalidad – Inversión – Afección territorial - Medio Ambiente. Los pesos relativos de cada factor son:

- FUNCIONALIDAD50 %
- INVERSIÓN20 %
- AFECCIÓN TERRITORIAL20 %
- MEDIO AMBIENTE 10 %

El análisis de preferencias o PATTERN para la Conexión de la línea existente Alicante-Murcia con el tramo de la variante de Torrellano que da acceso al aeropuerto de Alicante, otorga la calificación óptima a la Alternativa 1 respecto de la 2, debido fundamentalmente a que se asigna el mayor peso a la funcionalidad, criterio respecto al cual ambas alternativas son más diferentes.

5.2. Conclusiones y selección de alternativas

Si bien las dos alternativas planteadas para la Conexión de la línea existente Alicante-Murcia con el tramo de la variante de Torrellano que da acceso al aeropuerto resultan viables y adecuadas a los objetivos de la actuación, las distintas técnicas de análisis multicriterio que se han aplicado pusieron de manifiesto la superioridad de una opción sobre otra.

En las alternativas, los tres análisis realizados (robustez, sensibilidad y preferencias) dieron como **óptima la alternativa 1** frente a la alternativa 2, atendiendo a criterios funcionales, económicos, territoriales y medioambientales.