

5. EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE

5.1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales conclusiones del diagnóstico realizado sobre el sistema transporte y de la movilidad en la isla de Tenerife es la que detecta los problemas de saturación existentes que evidencian la necesidad de buscar nuevas soluciones de transporte.

En ese contexto parece necesario analizar escenarios de transporte alternativos, que sean capaces de dar mejor respuesta a las necesidades de movilidad, actuales y futuras, respetando los valores ambientales del territorio insular e introduciendo, paulatinamente, objetivos de avance en el camino hacia la sostenibilidad.

Estos escenarios de transporte se analizan desde el punto de vista de la demanda en el *“Estudio de demanda comparativo entre el tren del sur de Tenerife y un Carril-Bus en la TF-1”* realizado por, TRAZAS INGENIERIA S.L en colaboración con CONSULTRANS S.A y Jesús Aristí. Este estudio está incluido en el Apéndice 8

En ellos se plantean distintas actuaciones sobre la autovía TF-1 para ampliar su capacidad, la implantación de un carril bus accesible (CGA), la implantación de un sistema ferroviario y la combinación de las anteriores.

En este capítulo se plantean los distintos escenarios considerados, en principio, viables, y se las somete a una evaluación con técnicas “multicriterio” que permiten introducir un número significativo de variables a lo largo del proceso, con el fin de seleccionar la alternativa más adecuada. Para ello se tienen en cuenta múltiples factores que van desde los costes relativos a ejecución y explotación del sistema de transporte, hasta la internalización de los costes ambientales pasando por la consideración de variables cualitativas, importantes para completar la valoración ambiental.

Se trata de seleccionar la mejor opción de transporte sea ambiental y socialmente sostenible, entre la capital insular, Santa Cruz de Tenerife y las zonas turísticas del sur, Los Cristianos y Las Américas. Entre ambos extremos se localiza el Aeropuerto Tenerife Sur que constituye otro importante foco actividad económica y de movilidad.

En el momento actual la conexión más eficiente es la de la autopista TF-1, que convive con otras carreteras de primer y segundo orden que unen los núcleos tradicionales de medianía. En muchas ocasiones, esta red no es suficiente para canalizar el tráfico que se genera en este corredor, especialmente en el extremo

nororiental en el que son cada vez más frecuentes todos los problemas derivados de la congestión de tráfico.

5.2. ALTERNATIVAS AL SISTEMA DE TRANSPORTE ACTUAL

5.2.1. Planteamiento general

La propuesta de sistemas de transporte alternativos se realiza a partir de los rasgos detectados en los estudios previos realizados para el conocimiento del territorio y sus características de movilidad y las previsiones y necesidades futuras. Los sistemas de transporte alternativos a partir de los que se realiza la selección, se ajustan a los rasgos de movilidad expuestos anteriormente y plantean la introducción de un nuevo modo de transporte: el ferroviario. Se proponen sistemas que mejoren la situación actual en cuanto a ahorros de tiempo, reducción de costes de explotación y reducción de costes ambientales, entre otros rasgos importantes.

El principal corredor de transporte es el que discurre paralelo a la TF-1. Se toma esta decisión, aparte de los importantes condicionantes ambientales y topográficos que lo sitúan entre los más viables, porque es allí donde se concentra la actividad económica y residencial de manera evidente en la situación actual. Los estudios previos realizados también avalan esta decisión.

Además, TRAZAS INGENIERIA S.L en colaboración con CONSULTRANS S.A y Jesús Aristí realizan un estudio de demanda en dicho corredor en el que se comparan las demandas potenciales de viajeros en dicho corredor para cada modo de transporte mediante 10 alternativas de las cuales únicamente se utilizan 6 para definir los escenarios de este estudio:

- **Escenario 0:** Sin nueva actuaciones
- **Escenario 1:** Ampliación de la TF-1 a 3 carriles por sentido
- **Escenario 2:** Ejecución del Tren del Sur
- **Escenario 3:** Ejecución del Tren del Sur y ampliación de la TF-1 a 3 carriles por sentido
- **Escenario 4:** Ejecución de un carril central para el uso exclusivo de guaguas
- **Escenario 5:** Ejecución de un carril central para el uso exclusivo de guaguas y Ampliación de la TF-1 a 3 carriles por sentido

Estos escenarios se corresponden con las siguientes alternativas del estudio incluido en el Apéndice 8:



*Plan Territorial
Especial de
Ordenación de
Infraestructuras del
Tren del Sur.
Aprobación
Definitiva*

DOCUMENTO Nº 2.
MEMORIA DE
ORDENACIÓN



Tabla 5.1 – Análisis de escenarios	
Análisis de Escenarios	Estudio de Demanda
Escenario 0	Alternativa 0
Escenario 1	Alternativa 1
Escenario 2	Alternativa 2
Escenario 3	Alternativa 4
Escenario 4	Alternativa 6
Escenario 5	Alternativa 7

5.2.2. Escenarios de estudio

Los escenarios de estudio considerado abarcan el corredor ferroviario entre las localidades de Arafo y Costa Adeje, de esta forma se obtienen 5 escenarios comparables, incluyendo el modo de transporte ferroviario.

Los nuevos modos de transporte adicionales a los existentes actualmente en la zona de estudio y que aparecen combinados con los actuales en los 5 escenarios son.

- El **CGA** consiste en un carril por sentido reservado para la circulación de guaguas, en cada sentido de la autovía, con 19 paradas situadas dentro del corredor considerado, que se dispondrán en la parte media de la TF-1. Se considera que será utilizado por todos los servicios de guaguas con recorridos de tipo directo o semidirecto que actualmente utilizan este corredor y no por aquellos que discurren por vías de servicio que servirían de complemento al CGA para dar mayor cobertura
- El **Tren del Sur**, se trata de una línea ferroviaria de 79,5 Km de longitud que discurre a través de los términos municipales de: Santa Cruz de Tenerife, El Rosario, Candelaria, Arafo; Güímar, Fasnia, Arico, Granadilla de Abona, San Miguel de Abona, Arona y Adeje. La citada línea cuenta con 7 intercambiadores de transporte a lo largo del citado recorrido. Esta alternativa esta descrita en el punto 3.2.1 Alternativas de trazado del Tren del Sur como Alternativa 4 y es la resultante del análisis de alternativas ferroviarias realizadas en 3.3.2 Análisis de alternativas

A continuación se realiza una descripción de los escenarios de transporte analizados en este documento que se completa con la información gráfica incluida en el Documento 3. Cartografía dentro de la colección de planos de ordenación 2.9 *Escenarios de ocupación*.

5.2.2.1. Escenario 0

El escenario 0 no contempla ninguna actuación, por lo que se mantendría la situación actual. Sin embargo, en esta situación el sistema viario se colapsaría y sería necesario aumentar el número de carriles por sentido. Es decir, es una situación inviable técnicamente; por tanto, su análisis se ha descartado y la evaluación de escenarios se debe iniciar a partir del Escenario 1.

5.2.2.2. Escenario 1

Se ha considerado este escenario 1, como el punto de partida en la evaluación de los escenarios de transporte.

Como primera alternativa se plantea la ampliación de la autovía con un carril adicional por sentido de circulación destinado al uso de vehículo privado y Guaguas. Esta ampliación se acometería a lo largo del corredor de estudio en el entorno de la TF-1, de manera que los recorridos sean comparables a los del tren. Se mantiene en este caso el modo predominante hasta el momento para el transporte colectivo de viajeros entre las localidades de la isla en este corredor, la guagua, que combinada con el transporte en vehículo privado constituirían el sistema de transporte completo del norte de la isla.

Esta actuación supone una ampliación total de la calzada de 7 m

Tabla 5.2 – Análisis de escenario 1
ESCENARIO 1
Actuaciones
Tercer carril TF-1: Ampliación 7 m
Modos de Transporte
Vehículo privado
Guaguas

5.2.2.3. Escenario 2

Esta alternativa no contempla ninguna actuación en la autovía, por lo que la actuación consiste únicamente en la implantación de una nueva infraestructura ferroviaria del Tren del Sur que comunica la localidad de Santa Cruz de Tenerife con Costa Adeje. El escenario comprende el área conjunta de estudio de la TF-1 y el citado Tren.



Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras del Tren del Sur. Aprobación Definitiva

DOCUMENTO Nº 2. MEMORIA DE ORDENACIÓN



Tabla 5.3 – Análisis de escenario 2

ESCENARIO 2
Actuaciones
Tren del Sur
Modos de Transporte
Tren del Sur
Vehículo privado
Guaguas

5.2.2.4. Escenario 3

Esta alternativa plantea la ampliación de la autovía a un carril más por sentido de circulación destinados al uso de guaguas y vehículo privado. Esta ampliación se acometería a lo largo del corredor de estudio en el entorno de la TF-1. Se incluye un nuevo modo de transporte adicional a los existentes en este corredor, vehículo privado y Guagua, este nuevo modo de transporte es el Tren del Sur. Esta actuación supone una ampliación total de la calzada de 7 m.

Tabla 5.4 – Análisis de escenario 3

ESCENARIO 3
Actuaciones
Tren del Sur
Tercer carril TF-1: Ampliación 7 m
Modos de Transporte
Tren del Sur
Vehículo privado
Resto de Guaguas

5.2.2.5. Escenario 4

Esta alternativa plantea la ampliación de la autovía a dos carriles centrales destinados al uso de guaguas en lo que constituiría una plataforma reservada. Esta ampliación se acometería a lo largo del corredor de estudio en el entorno de la TF-I, de manera que los recorridos sean comparables a los del tren. Se incluye un nuevo modo de transporte adicional a los existentes en este corredor (vehículo privado y Guagua), este nuevo modo de transporte denominado como CGA. Esta actuación supone una ampliación total de la calzada de 8,2 m.

Tabla 5.5 – Análisis de escenario 4

ESCENARIO 4
Actuaciones
Plataforma Reservada: Ampliación calzada 8,2 m
Modos de Transporte
CGA: Carril Guagua Accesible
Vehículo privado
Guaguas

5.2.2.6. Escenario 5

Esta alternativa plantea la ampliación de la autovía a dos carriles centrales destinados al uso de guaguas en lo que constituiría una plataforma reservada y un carril adicional por sentido de circulación destinado al uso de vehículo privado. Esta ampliación se acometería a lo largo del corredor de estudio en el entorno de la TF-1, de manera que los recorridos sean comparables a los del tren. Se incluye un nuevo modo de transporte adicional a los existentes en este corredor (vehículo privado y Guagua), este nuevo modo de transporte denominado como CGA. Esta actuación supone una ampliación total de la calzada de 15,2 m.

Tabla 5.6 – Análisis de escenario 5

ESCENARIO 5
Actuaciones
Tercer carril TF-5: Ampliación 7 m
Plataforma Reservada: Ampliación calzada 8,2 m
Modos de Transporte
CGA: Carril Guagua Accesible
Vehículo privado
Guaguas

5.2.3. Metodología de análisis

La metodología de análisis empleada es la misma que en el punto 3.5.1 de este documento para el análisis de ubicación de intercambiadores del tren del sur y el análisis de alternativas ferroviarias:

1. Determinación de los criterios, factores y conceptos simples adecuados para valorar el nivel de cumplimiento de los objetivos de la actuación y el grado de integración en el medio de cada alternativa.
2. Obtención de los indicadores que permitan la valoración cuantitativa de las alternativas con respecto a estos criterios.
3. Obtención del modelo numérico que reúna las valoraciones homogeneizadas de cada alternativa respecto a cada criterio y que facilite la aplicación de los procedimientos de análisis posteriores.



Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras del Tren del Sur. Aprobación Definitiva

DOCUMENTO Nº 2. MEMORIA DE ORDENACIÓN



- 4. 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.

5.2.4. Identificación y valoración de criterios relevantes

Con la finalidad de seleccionar la alternativa más adecuada a los objetivos fijados en este plan se establecen cinco criterios o factores que evalúen los 7 escenarios conforme a dichos objetivos.

Para cada uno de los siete criterios considerados en el análisis de alternativas que se lleva a cabo en este documento, se realiza en este apartado una justificación de:

- Los coeficientes de ponderación asignados a los diferentes factores y conceptos simples
- Las puntuaciones obtenidas por los mismos
- Los intervalos de valoración adoptados para cada uno de ellos y que establecerán las puntuaciones óptima y pésima con vistas a su posterior homogeneización.

Siguiendo los dos niveles que se consideran en la metodología de análisis para la caracterización de los criterios, se presentan a continuación las justificaciones para los siete criterios

5.2.4.1. Medio Ambiente

Nivel 1

En el análisis multicriterio que se realiza para la selección de la alternativa de transporte más adecuada para el corredor sur de la isla de Tenerife, el factor ambiental tiene una importancia fundamental de cara a las nuevas perspectivas de consecución de un desarrollo sostenible.

Para el criterio de medio ambiente, se han tenido en cuenta siete factores que permitirán un análisis más aproximado a la problemática ambiental en la elección de los diversos escenarios de transporte

- Proximidad de infraestructuras de transporte a las áreas protegidas
- Impacto sobre la naturalidad y los ecosistemas
- Cultivos y valor agrológico
- Patrimonio Histórico y Arqueológico
- Compatibilidad con el uso del suelo

- Artificialización del suelo por construcción de infraestructuras
- Kilómetros de transporte público frente a transporte privado

A su vez, cada uno de estos factores ha sido desagregado en conceptos simples (nivel 2), al igual que se ha realizado en el análisis de alternativas de trazado, que permiten seguir profundizando en la discriminación entre alternativas por las características de los diferentes escenarios en relación al territorio en el que se enmarca. A cada uno de los factores del criterio medio ambiente se le ha asignado un peso que permita una integración coherente con la importancia de cada factor en el territorio estudiado.

Los factores a los que se les ha asignado un mayor porcentaje (20%) son la proximidad de las infraestructuras de transportes a las áreas protegidas, los cultivos y su valor agrológico y el patrimonio cultural y histórico ya que el impacto que se produciría sobre estos tres factores en esta fase de selección de los distintos modos de transportes sería irreversible.

Los otros cuatro factores, impacto sobre la naturalidad, compatibilidad del uso del suelo, artificialización del suelo y kilómetros de transporte público han sido asignado con un peso del 10% ya que son elementos de gran importancia en el análisis ambiental de los escenarios de transporte desde un punto de vista de la sostenibilidad y de la mejora y conservación de la calidad, de la armonía y del equilibrio de la estructura territorial.

En resumen los pesos de los factores del criterio ambiental se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 5.7 – Peso de los factores

Factores	Peso
Proximidad de infraestructuras de transporte a las áreas protegidas	0,2
Impacto sobre la naturalidad y los ecosistemas	0,1
Cultivos y valor agrológico	0,2
Patrimonio Histórico y Arqueológico	0,2
Compatibilidad con el uso del suelo	0,1
Artificialización del suelo por construcción de infraestructuras	0,1
Kilómetros de transporte público frente a transporte privado	0,1

Nivel 2

Proximidad de infraestructuras de transporte a las áreas protegidas

Se ha realizado un análisis detallado de la proximidad de los distintos escenarios de transporte a las áreas protegidas, considerando que una nueva ocupación del suelo puede implicar un acercamiento a las zonas protegidas.



Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras del Tren del Sur. Aprobación Definitiva

DOCUMENTO Nº 2. MEMORIA DE ORDENACIÓN



Las figuras de protección que se han considerado son las áreas protegidas por alguna de las siguientes figuras: la Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos, las Zonas de Especial Conservación para las Aves y los Lugares de Interés Comunitario. También se han considerado las Áreas de Importancia para las Aves (IBAs) definidas por la SEO/Birdlife que, si bien no tienen una figura de protección legal, sí son manejadas frecuentemente en la planificación ambiental; Asimismo, también se ha evaluado la distancia a la que se localizarían las distintas infraestructuras de transporte en el caso de que no se afectarían directamente; de este modo, se ha considerado que a menos de 100 metros del borde exterior, las obras que se ejecutarían durante la fase de construcción podrían producir una cierta incidencia en los espacios protegidos.

Tabla 5.8 – Peso de los factores simples

Proximidad de infraestructuras de transporte a las áreas protegidas	Peso
Afección a Espacios Naturales Protegidos de la Red Canaria, Zonas Especiales de Conservación (ZEC) y Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA).	10
Presencia de Áreas de Importancia para las Aves (IBA).	8
La traza afecta de modo tangencial (100 metros) a algún espacio.	3
No hay presencia de espacios protegidos	0

Impacto sobre la naturalidad y los ecosistemas

La evaluación del impacto de los posibles escenarios de transporte sobre la naturalidad y los ecosistemas se basa en el grado de calidad ambiental de las formaciones vegetales presentes; es decir, se valorará con una mayor puntuación aquellas formaciones más cercanas a la vegetación potencial climática, con un mayor grado de naturalidad y complejidad estructural.

La afección a los Hábitats de Interés Comunitario establecidos por la Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de fauna y flora silvestres y las formaciones de Monteverde y Laurisilva se ha considerado como grave; las comunidades de cardonal – tabaibal, el fayal-brezal y los castañares están valoradas con menor puntuación y por último, a los matorrales de sustitución, el alísico y los herbazales se les ha asignado la puntuación más baja ya que son formaciones secundarias dentro de la serie de vegetación.

Tabla 5.9 – Peso de los factores simples

Impacto sobre la naturalidad y los ecosistemas	Peso
Bosques y arbustados termófilos; Monteverde-Laurisilva; Hábitats de Interés Comunitario	10
Pinar canario; Cardonal-tabaibar; Fayal-brezal; Bosques de castaños	8
Matorrales de sustitución de jarales o escobonales; Matorral alísico; Herbazal; Repoblaciones de especies exóticas Cinturón costero y vegetación rupícola	5
Zonas de cultivo	3
Espacios urbanos.	0

Cultivos y valor agrológico

La actividad agrícola es una componente de gran importancia tanto en el paisaje del ámbito de estudio como en la estructuración y vertebración territorial de la isla de Tenerife y ha sido puntuada en función de su valor económico y como recuso productivo.

Los cultivos valorados con la máxima puntuación han sido los cultivos de invernadero, seguidos de las viñas, los cultivos subtropicales, las plantas ornamentales, las plataneras y las hortalizas sin invernadero. A continuación se han puntuado las viñas-papas, los cereales, los pastizales, los eriales y la vegetación natural y, por último, los espacios urbanos y las zonas sin cultivo.

Tabla 5.10 – Peso de los factores simples

Cultivos y valor agrológico	Peso
Cultivos de invernadero	10
Viñas; Frutales subtropicales; Flor y planta ornamental	5
Platanera; Hortalizas sin invernadero	4
Viña-papa, cereales y pastizales.	2
Vegetación natural y eriales.	1
Espacios urbanos y zonas sin cultivo	0

Patrimonio histórico y arqueológico

Este factor será analizado en función de la superficie ocupada por los distintos escenarios teniendo en cuenta que la gradación de pesos dependerá del tipo de elemento que sea y de su afección directa o indirecta.

En el caso de que el elemento esté catalogado como un Bien de Interés Cultural, el peso será mayor que si únicamente pertenece al Catálogo Municipal de Protección del Patrimonio Histórico. También se ha considerado el hecho de que alguna de las infraestructuras de transporte de los escenarios proyectados se localice a menos de 100 metros del elemento protegido ya que se podrían producir afecciones indirectas durante la ejecución de las obras



Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras del Tren del Sur. Aprobación Definitiva



Tabla 5.11 – Peso de los factores simples

Patrimonio histórico	Peso
Se afecta de forma clara a un Bien de Interés Cultural. La obra, con bastante certeza, supondrá la realización de una excavación de urgencia o la retirada total del material que compone el BIC.	10
Se afecta de forma clara a un elemento del Catálogo Municipal. La obra, con bastante certeza supondrá la realización de una excavación de urgencia o la retirada total del material que compone el elemento.	7
Infraestructura de transporte en zonas situadas a una distancia inferior a 100 m del Bien de Interés Cultural o de un elemento del Catálogo Municipal, con impactos posibles de carácter permanente, debido a que la plataforma, taludes y zona de expropiación, así como otras instalaciones, podrían incidir en la zona tampón del elemento protegido.	4
Ausencia total de afección al patrimonio, cuando no hay acercamiento de la traza a los B.I.C y a los elementos incluidos dentro del Catálogo Municipal	0

Compatibilidad con el uso del suelo

Con este factor se evalúa la incidencia o el impacto potencial de los escenarios sobre la ordenación del territorio y el impacto que pueden generar las distintas infraestructuras de transporte como barrera dentro de los ámbitos urbanos. Es cierto que las cinco opciones planteadas discurren prácticamente en paralelo a la autovía TF-1 pero la mayor o menor ocupación de cada escenario dificultará o facilitará la integración de las infraestructuras de transportes.

Tabla 5.12 – Peso de los factores simples

Compatibilidad con planeamiento	Peso
Suelo Rústico de Protección Paisajística, Suelo Rústico de Protección Hidrológica, Suelo Rústico de Protección Natural y Suelo de Protección de Entorno	10
Suelo Rústico de Protección Agraria y Suelo Rústico de Protección de Infraestructuras	5
Suelo Urbano Consolidado y Suelo Urbanizable Sectorizado y Ordenado, Suelo Rústico de Protección de Asentamiento Rural	3
Sistemas Generales, Suelo Rústico de Protección Territorial y Suelo Urbanizable Sectorizado No Ordenado y Suelo Urbano No Consolidado	1

Artificialización del suelo por construcción de infraestructuras

Otro de los factores que se ha tenido en cuenta en el análisis de los escenarios de transporte es la superficie artificializada que generarían los cinco escenarios de transportes al construir las diversas infraestructuras de transportes.

El suelo constituye un recurso escaso por lo que resulta fundamental establecer un modelo de desarrollo menos intensivo en la utilización del suelo natural. De este modo se ha calculado cuál sería el área de ocupación de cada uno de los distintos escenarios planteados que implicaría la urbanización del suelo natural.

Tabla 5.13 – Peso de los factores simples

Artificialización del suelo por construcción de infraestructuras	Peso
Superficie de infraestructuras que suponen la Artificialización del suelo	10
Superficie de infraestructuras sobre terreno que ya está artificializado	0

Kilómetros de transporte público frente a transporte privado

El modelo de movilidad de Tenerife se ha caracterizado por una política de transporte en el que el reparto modal está dominado por el transporte privado lo que ha generado una gran dependencia del automóvil. De acuerdo con las orientaciones de la Unión Europea, es fundamental avanzar hacia un nuevo modelo en el que se favorezca el transporte público. Asimismo, uno de los principales objetivos del Plan Territorial Especial de Ordenación del Transporte de Tenerife¹⁰ es el cambio en el uso del vehículo privado a favor del transporte público.

De este modo, en el análisis de alternativas de los distintos escenarios de transporte se ha incluido el criterio de valorar positivamente la construcción de kilómetros de infraestructura para el transporte público frente al transporte privado. Así, se ha valorado positivamente la construcción de infraestructuras orientadas al transporte público mientras que se ha penalizado la ejecución de carriles para el transporte privado.

Tabla 5.14 – Peso de los factores simples

Kilómetros de transporte público frente a transporte privado	Peso
Construcción de kilómetros destinados al transporte privado (Tercer carril de la TF-1)	10
Construcción de kilómetros destinados al transporte público (Tren del Sur o Plataforma Reservada CGA)	0

5.2.4.2. Costes

Nivel 1

Este criterio trata de valorar los costes asociados a las infraestructuras y modos de transporte implantados en cada uno de los escenarios tras su puesta en funcionamiento, por ello no se tiene en cuenta la inversión inicial, valorada como un

¹⁰ El Plan Territorial Especial de Ordenación del Transporte de Tenerife se encuentra en fase de Avance y ha sido sometido a información pública.



Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras del Tren del Sur. Aprobación Definitiva

DOCUMENTO Nº 2. MEMORIA DE ORDENACIÓN



criterio independiente. Los factores que componen este criterio y sus pesos en el análisis son los siguientes

Tabla 5.15 – Peso de los factores simples

Factores	Peso
Costes de Explotación	0,5
Costes Externos	0,5

Del producto de las puntuaciones de estos factores, obtenidas en el Nivel 2, por los pesos señalados, y de su posterior homogeneización al intervalo [0,1], se obtienen los índices del criterio Costes

Nivel 2

Costes de explotación

Para el cálculo de los costes de explotación, de cada escenario, según los modos implicados, se considera los siguientes:

Vehículo privado

Para el vehículo privado, se ha considerado un coste unitario de 0,2088 €/veh-km.

Guagua y CGA

En el caso de las guaguas, se ha incluido los siguientes costes de explotación, en función del documento "Informe de costes de mantenimiento y explotación del sistema ferroviario", dentro del Documento de Avance del Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras del Tren del Norte. De dicho documento, se ha incluido los siguientes costes:

- Costes de mantenimiento de guaguas: 0,199 €/guagua-km.

Este coste se compone de un coste de sustitución de neumáticos establecido en 0,0587 €/km y un coste por reparaciones y conservación de 0,1403 €/km

- Costes de mantenimiento de paradas de autobús: 6.500 €/parada. El mantenimiento de los talleres, no se incluye porque se estima en función m2 construido, y se desconoce dicho dato para su comparativa con el ferrocarril.
- Coste de energía: 0,447 €/guagua-km, teniendo en cuenta un precio del litro de carburante de 0,9313 y un consumo medio por guagua de 48 l /100 km.
- Coste de operación de las guaguas se establece un ratio de 0,191 €/guagua-km.

- De la venta e inspección de billetes, será el mismo que para el sistema ferroviario, pero incrementado en un 25%.
- Al igual que en el concepto anterior, de los gastos generales será igual que en el sistema ferroviario pero aumentado en un 25%.

Por tanto, para las guaguas no se incluye el coste de instalaciones e infraestructura, ya que es un concepto que depende de los km de longitud de carril reservado para las guaguas., y se desconoce la longitud de dicho carril para las guaguas.

En cuanto al carril de guagua accesible (CGA), los costes de mantenimiento serán los mismos que los comentados para las guaguas, pero incluyendo los costes de instalaciones e infraestructura, estimados en 12.000 €/km.

Ferrocarril: Tren del Sur

En cuanto al sistema ferroviario, los costes de explotación son los descritos a continuación:

Material móvil

Se ha considerado para el material móvil un mantenimiento de 2,34 €/tren-km para cada uno de los trenes de la flota, suponiendo que estos son automotores eléctricos.

Mantenimiento de Instalaciones e Infraestructura.

Para el mantenimiento de instalaciones e infraestructura de la vía, se ha estimado un gasto de 40.000 € anuales por km de vía doble. El citado coste de mantenimiento se desglosa en los siguientes conceptos:

- Infraestructura 6.300 €/km. Este concepto incluye el coste de mantener las obras de movimientos de tierras, las estructuras, el drenaje, las campañas de auscultación con la correspondiente colocación de instrumentación necesaria, etc.
- Vía y Aparatos 13.000 €/km. Este concepto incluye el mantenimiento de todos los carriles, sujeciones, traviesas y aparatos de vía de todo el proyecto.
- Señalización y telecomunicaciones 12.700 €/km
- Electrificación 8.000 €/km.



Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras del Tren del Sur. Aprobación Definitiva

DOCUMENTO Nº 2. MEMORIA DE ORDENACIÓN



Estaciones y Talleres

Respecto a las estaciones, se estima un coste de mantenimiento de estaciones de 250.000 €/estación. En cuanto al coste de mantenimiento de los talleres, no se incluye dicho concepto para este análisis, ya que se desconoce este dato para la CGA, y por lo tanto no serían comparables en este caso ambos sistemas.

Energía

El coste en energía, incluye la energía de tracción necesaria de la línea ferroviaria. Se ha obtenido a partir de los trenes-km de la operación del servicio. Por tanto, se calcula que el consumo unitario de energía es de 2,15 €/tren-km.

Operación de trenes

En el concepto de costes de operación de trenes se estima un coste unitario de 0,288 €/tren-km y año.

Venta e inspección de billetes

En cuanto al coste de venta e inspección de billetes se ha tenido en cuenta el gasto del personal dedicado a la atención al cliente y venta de títulos de transporte. Además se incluyen las máquinas de vending y de control de accesos. Este coste se ha calculado en forma de ratio, resultado de dividir el coste de personal y maquinaria descrito anteriormente entre el número de viajeros anuales, y se estima que este gasto supone 0,056 €/viajero.

Gastos Generales

Como gastos generales se incluye el coste de estructura, seguros, y otros, que dependerá al igual que el concepto anterior del volumen de viajeros a atender. Se establece que dicho coste será de 0,056 €/viajero.



*Plan Territorial
Especial de
Ordenación de
Infraestructuras del
Tren del Sur.
Aprobación
Definitiva*

DOCUMENTO Nº 2.
MEMORIA DE
ORDENACIÓN



COSTES EXPLOTACIÓN								
Concepto	CARRETERA						TREN	Ud.
	Vehículo privado	Ud.	Guagua	Ud.	CGA	Ud.		
Mantenimiento material móvil	0,2088	€/veh-km	0,199	€/veh-km	0,199	€/veh-km	2,34	€/tren-km
Mantenimiento paradas/estaciones				€/parada	6.500	€/parada	250.000	€/estación
Mantenimiento infraestructura				€/km	12.000	€/km	40.000	€/km
Energía			0,477	€/veh-km	0,477	€/veh-km	2,15	€/tren-km
Operación			0,191	€/veh-km	0,191	€/veh-km	0,288	€/veh-km
Venta e inspección de billetes			0,07	€/viajero	0,07	€/viajero	0,056	€/viajero
Gastos generales			0,06875	€/viajero	0,06875	€/viajero	0,055	€/viajero

La forma de valorar el coste de explotación en cada uno de los escenarios es mediante el sumatorio del coste de explotación de cada uno de los modos de transporte implicados en cada escenario por año de explotación:

Tabla 5.16 – Intervalo de valoración del coste de explotación

Escenario	Coste [€]
1	721.540.350
2	674.243.779
3	674.243.779
4	738.112.840
5	738.112.840

Para definir el intervalo de valoración, se ha considerado como óptimo el escenario con menor coste y como pésimo el de mayor coste. De esta forma, resulta el intervalo de valoración [1,0].

5.2.4.3. Costes externos

Los efectos externos ligados a la puesta en servicio de una nueva infraestructura también deben ser tenidos en cuenta. Para ello se han tomado los costes unitarios siguientes obtenidos del estudio realizado en 2008 por el Ministerio de Fomento

llamado "Cálculo de los costes externos de los diferentes modos de transporte para su aplicación en la planificación de redes de transporte en España".

Tabla 5.17 – Costes externos de las infraestructuras

COSTES EXTERNOS					
Efecto	Unidad	CARRETERA			TREN
		Vehículo privado	Guagua	CGA	
Cambio Climático	€/1.000 veh-km	28,8	5,2	5,2	1,375
Contaminación	€/1.000 viajeros-km	6,86	4,91	4,91	7,04
Ruido	€/1.000 viajeros-km	0,48	0,24	0,24	4,94
Accidentes	€/1.000 viajeros-km	11,69	1,99	1,99	9,38
Congestión	€/1.000 veh-km	2,22	4,29	0	0
Áreas urbanas	€/1.000 veh-km	3,38	8,58	8,58	284
Paisaje y naturaleza	€/1.000 viajeros-km	5,48	4,44	4,44	3,02
Efectos indirectos	€/1.000 viajeros-km	0,61	0,2	0,2	0,7

Fuente: Ministerio de Fomento y elaboración propia



Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras del Tren del Sur. Aprobación Definitiva

DOCUMENTO Nº 2. MEMORIA DE ORDENACIÓN



La forma de valorar los costes externos en cada uno de los escenarios es mediante el sumatorio del coste de cada uno de los modos de transporte implicados en cada escenario por año de explotación:

Tabla 5.18 – Intervalo de valoración del coste de explotación

Escenario	Coste [€]
1	41.211.011
2	38.348.888
3	38.348.888
4	42.009.208
5	42.009.208

Para definir el intervalo de valoración, se ha considerado como óptimo el escenario con menor coste y como pésimo el de mayor coste. De esta forma, resulta el intervalo de valoración [1,0].

5.2.4.4. Inversión

Nivel 1

La inversión analiza el coste de implantación de las infraestructuras necesarias para la implantación de cada uno de los escenarios planteados dentro del análisis. La inversión en materia ferroviaria se corresponde con el precio de ejecución material (incluyendo la ejecución de la galería de servicios) en el análisis de alternativas de trazado de este documento. La inversión derivada de la ampliación en la sección de la calzada de la autovía, por el aumento en el número de carriles para vehículo privado y la plataforma reservada de guaguas (CGA) según corresponda, se estima a partir de macroprecios para las unidades más importantes.

La forma de valorar la inversión en cada uno de los escenarios es mediante el PEM de implantación de cada uno de los modos de transporte considerados en cada escenario ponderados por los Km de infraestructura implantada:

Tabla 5.19 – Intervalo de valoración de la inversión

Escenario	Coste [€]
1	238.723.139,99
2	1.207.078.528,78
3	1.445.801.668,76
4	245.686.628,15
5	284.907.750,35

Para definir el intervalo de valoración, se ha considerado como óptimo el escenario con menor inversión económica y como pésimo el de mayor inversión. De esta forma, resulta el intervalo de valoración [1,0].

5.2.4.5. Contaminación

Nivel 1

La contaminación generada por cada uno de los medios de transporte y combinada en cada escenario según los modos incluidos en estos permite comparar el nivel de afección de cada uno de los escenarios planteados. Este criterio está formado por dos factores:

Tabla 5.20 – Peso de los factores

Factores	Peso
Contaminación Atmosférica	0,5
Cambio Climático	0,5

Del producto de las puntuaciones de estos factores, obtenidas en el Nivel 2, por los pesos señalados, y de su posterior homogeneización al intervalo [0,1], se obtienen los índices del criterio Contaminación, que se incluirán posteriormente en el modelo que engloba siete criterios.

Nivel 2

Los conceptos simples de Nivel 2 empleados en la valoración de cada factor y la forma de realizar dichas valoraciones se detallan a continuación.

Contaminación Atmosférica

La forma de valorar el concepto es considerando los Kg de CO₂ emitidos por kilómetro según el modo de transporte del correspondiente escenario.

Las emisiones para cada escenario se obtienen a partir de los Kg de CO₂ por viajero y modo de transporte deducidos de otros estudios¹¹. En este caso los factores de contaminación según modo de transporte calculados son los siguientes:

¹¹ GARCÍA ÁLVAREZ, Alberto. Consumo de energía y emisiones del tren de alta velocidad en comparación con otros modos de transporte *Via Libre*, Enero 2008, nº 515



Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras del Tren del Sur. Aprobación Definitiva

DOCUMENTO Nº 2. MEMORIA DE ORDENACIÓN



Tabla 5.21 – Kg CO₂/Viajeros*Km

Modo	Kg CO ₂ / Viajero*Km
Vehículo Privado	0,066
Guagua/ CGA	0,027
Tren	0,017

Con estos factores y la demanda deducida del estudio “Estudio de demanda comparativo entre el tren del sur de Tenerife y un Carril-Bus en la TF-1” realizado por, TRAZAS INGENIERIA S.L en colaboración con CONSULTRANS S.A y Jesús Aristí, se obtienen las emisiones de CO₂ según modo de transporte y escenario, por kilómetro de recorrido.

Tabla 5.22 – Intervalo de valoración

Escenario	Kg CO ₂ /Km
1	40.127
2	36.257
3	36.257
4	39.315
5	39.315

Para definir el intervalo de valoración, se ha considerado como óptimo el escenario con menores emisiones y como pésimo el de mayores emisiones. De esta forma, resulta el intervalo de valoración [1,0].

Cambio Climático

El “Handbook on estimation of external costs in the transport sector”.CE Delft. Diciembre 2008 considera el cambio climático dentro de los factores a tener en cuenta en los costes externos del transporte. De esta manera asigna un factor a cada modo expresados en €/ 1000 viajeros:

Tabla 5.23 – Coste de cada modo de transporte

Modo	€/1000 Viajeros
Vehículo Privado	22,56
Guagua/ CGA	10,64
Tren	7,95

La forma de valorar el concepto es mediante un factor de ponderación por viajero para cada modo de transporte deducido de estos costes

Tabla 5.24 – Factores de valoración

Modo	Factor
Vehículo Privado	1
Guagua/ CGA	0,18
Tren	0

Con estos factores y la demanda deducida del “Estudio de demanda comparativo entre el tren del sur de Tenerife y un Carril-Bus en la TF-1” realizado por, TRAZAS INGENIERIA S.L en colaboración con CONSULTRANS S.A y Jesús Aristí, se obtienen un parámetro según modo de transporte y escenario, que permite realizar la comparación en este sentido.

Tabla 5.25 – Intervalo de valoración

Escenario	Viajeros
1	573.568
2	518.296
3	518.296
4	572.454
5	572.454

Para definir el intervalo de valoración, se ha considerado como óptimo el escenario con menor afección (menos viajeros) y como pésimo el de mayor afección. De esta forma, resulta el intervalo de valoración [1, 0].

5.2.4.6. Nivel de servicio

Nivel 1

Para valorar este criterio se han tenido en cuenta los siguientes factores:

Tabla 5.26 – Peso de los factores del criterio de nivel de servicio

Factores	Peso
Nivel de Servicio	0,5
Relación Intensidad/Capacidad	0,5

Del producto de las puntuaciones de estos factores, obtenidas en el Nivel 2, por los pesos señalados, y de su posterior homogeneización al intervalo [0,1], se obtienen los índices del criterio Nivel de Servicio, que se incluirán posteriormente en el modelo que engloba siete criterios.



Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras del Tren del Sur. Aprobación Definitiva

DOCUMENTO Nº 2. MEMORIA DE ORDENACIÓN



Nivel 2

Nivel de Servicio

El nivel de servicio en una vía es una determinación o medida del funcionamiento o calidad de operación de una carretera que depende de varios factores, tales como velocidad y tiempo de trayecto, interrupciones de tráfico, libertad de maniobra, seguridad y conveniencia de los usuarios, y costes de operación. En su más amplia interpretación, nivel de servicio, es un término que indica uno cualquiera de un número infinito de las diferentes condiciones de circulación que puede presentar un carril o una calzada determinada cuando circulan distintas intensidades de tráfico. En la práctica se selecciona una gama de niveles de servicio, definido cada uno, por ciertos valores límites de los factores que influyen en el funcionamiento de la carretera.

El "Estudio de demanda comparativo entre el tren del sur de Tenerife y un Carril-Bus en la TF-1" realizado por, TRAZAS INGENIERIA S.L en colaboración con CONSULTRANS S.A y Jesús Aristí determina un nivel de servicio para cada uno de los siete escenarios de transporte estudiados. Obteniéndose los siguientes, según el manual de capacidad de carreteras:

Tabla 5.27 – Intervalo de valoración

Escenario	Nivel de Servicio
1	C
2	D
3	C
4	E
5	C

La forma de valorar el factor es asignando una puntuación a cada concepto simple según la clasificación del manual de capacidad:

Tabla 5.28 – Peso de valoración de los conceptos simples

Conceptos Simples	Puntuación
Nivel de Servicio A	1,00
Nivel de Servicio B	0,83
Nivel de Servicio C	0,67
Nivel de Servicio D	0,50
Nivel de Servicio E	0,33
Nivel de Servicio F	0,00

Para definir el intervalo de valoración, se ha considerado como óptimo el escenario con mayor puntuación y como pésimo el de menor puntuación. De esta forma, resulta el intervalo de valoración [1, 0].

La forma de valorar el factor es mediante esta relación entre dos parámetros de operación de la TF-5 en cada uno de los escenarios:

Tabla 5.29 – Intervalo de valoración

Escenario	I/C
1	0,54
2	0,80
3	0,47
4	0,88
5	0,52

A medida que este factor crece la calidad de operación de la vía empeora, ya que la diferencia entre la intensidad de tráfico y la capacidad de la vía disminuye. A partir de 1,00 la intensidad del tráfico supera a la capacidad por lo que la vía estaría completamente saturada.

Para definir el intervalo de valoración, se ha considerado como óptimo el escenario con mayor menor puntuación y como pésimo el de mayor puntuación. De esta forma, resulta el intervalo de valoración [1, 0].

5.2.4.7. Planeamiento

Nivel 1

Para valorar este criterio se han tenido en cuenta los siguientes factores:

Tabla 5.30 – Pesos de valoración del factor de planeamiento

Factores	Peso
Ocupación	0,7
Edificaciones Afectadas	0,3

Del producto de las puntuaciones de estos factores, obtenidas en el Nivel 2, por los pesos señalados, y de su posterior homogeneización al intervalo [0,1], se obtienen los índices del criterio Planeamiento, que se incluirán posteriormente en el modelo que engloba siete criterios.



Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras del Tren del Sur. Aprobación Definitiva

DOCUMENTO Nº 2. MEMORIA DE ORDENACIÓN



Nivel 2

Ocupación

La forma de valorar el factor es mediante la superficie de ocupación de cada uno de los escenarios:

Tabla 5.31 – Intervalo de valoración

Escenario	Superficie [m ²]
1	546.312
2	1.148.395
3	1.694.707
4	628.259
5	1.106.283

Para definir el intervalo de valoración, se ha considerado como óptimo el escenario con menor superficie ocupada y como pésimo el de mayor superficie ocupada. De esta forma, resulta el intervalo de valoración [1, 0].

Edificaciones Afectadas

La forma de valorar el factor es mediante el número de edificaciones afectadas por expropiación de cada uno de los escenarios:

Tabla 5.32 – Intervalo de valoración

Escenario	Nº Edificaciones Afectadas
1	3
2	136
3	139
4	3
5	4

Para definir el intervalo de valoración, se ha considerado como óptimo el escenario con menor número de edificaciones y como pésimo el de mayor número de edificaciones. De esta forma, resulta el intervalo de valoración [1, 0].

5.2.5. Aplicación del Método Multicriterio

Medio Ambiente

ALTERNATIVAS	A1	A2	A3	A4	A5	
HABITATS Y NATURALIDAD	12.409.150,07	11.977.828,78	23.591.266,50	12.893.177,72	15.635.554,05	
Bosques y arbustados termófilos; Monteverde-Laurisilva; HIC	10	752.685,51	288.633,71	749.749,71	781.954,70	945.632,88
Pinar canario; Cardonal-tabaibar; Fayal-brezal; Bosques de castaños	8	57.197,76	22.345,12	12.809,55	59.189,53	70.289,25
Matorrales de sustitución de jarales o escobonales; Matorral alisico; Herbazal ; Repoblaciones de exóticas. Cinturón costero y vegetación rupícola	5	776.933,26	1.569.350,61	2.837.903,13	807.646,28	985.930,47
Zonas de cultivo	3	180.015,53	355.325,89	600.592,45	187.294,36	229.086,30
Espacios urbanos.	0	126.924,28	268.235,69	196.592,71	131.161,52	155.528,10

Intervalo de valoración		Parámetros de homogeneización	
Valor Óptimo	Valor Pésimo	a	b
11.977.828,78	23.591.266,50	0,00	2,03

ALTERNATIVAS	A1	A2	A3	A4	A5	
CULTIVOS Y VALOR AGROLÓGICO	798.238,38	2.552.386,47	3.897.493,23	840.710,34	1.110.370,35	
Cultivos de invernadero	10	523,46	43.378,82	93.577,38	836,87	3.783,59
Viñas; Frutales subtropicales ; Flor y planta ornamental.	5	45,24	5.997,87	16.043,11	57,48	128,49
Platanera; Hortalizas sin invernadero	4	0,00	62.191,72	62.191,72	0,00	0,00
Viña papa, cereales y pastizales	2	0,00	11.410,50	11.410,50	0,00	0,00
Matorral, monte, vegetación natural, eriales.	1	792.777,58	1.817.021,04	2.609.916,00	832.054,24	1.071.892,00
Zonas sin cultivo.	0	1.100.410,08	563.891,80	1.604.509,88	1.134.297,88	1.310.663,27

Intervalo de valoración		Parámetros de homogeneización	
Valor Óptimo	Valor Pésimo	a	b
798.238,38	3.897.493,23	0,00	1,26

ALTERNATIVAS	A1	A2	A3	A4	A5	
PATRIMONIO HISTÓRICO Y ARQUEOLÓGICO	690.435,48	531.673,98	1.626.119,46	724.625,62	921.912,66	
Se afecta de forma clara a un Bien de Interés Cultural. La obra, con bastante certeza, supondrá la realización de una excavación de urgencia o la retirada total del material que compone el BIC.	10	17.898,02	2.268,33	20.567,35	19.679,81	30.084,25
Se afecta de forma clara a un elemento del Catálogo Municipal. La obra, con bastante certeza supondrá la realización de una excavación de urgencia o la retirada total del material que compone el elemento.	7	0,00	1.975,16	1.975,16	0,00	0,00
Infraestructura de transporte en zonas situadas a una distancia inferior a 100 m del Bien de Interés Cultural o de un elemento del Catálogo Municipal, con impactos posibles de carácter permanente, debido a que la plataforma, taludes y zona de expropiación, así como otras instalaciones, podrían incidir en la zona	4	127.863,82	123.791,14	351.654,96	131.956,88	155.267,54
Ausencia total de afección al patrimonio, cuando no hay acercamiento de la traza a los B.I.C y a los elementos incluidos dentro del Catálogo Municipal	0	1.747.994,49	2.375.857,31	4.023.450,80	1.815.609,74	2.201.115,29

Intervalo de valoración		Parámetros de homogeneización	
Valor Óptimo	Valor Pésimo	a	b
531.673,98	1.626.119,46	0,00	1,49



Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras del Tren del Sur. Aprobación Definitiva

DOCUMENTO Nº 2. MEMORIA DE ORDENACIÓN



ALTERNATIVAS		A1	A2	A3	A4	A5
PROXIMIDAD DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE A LAS ÁREAS PROTEGIDAS		1.472.091,36	598.115,61	1.355.424,22	682.348,38	862.833,66
Afección a Espacios Naturales Protegidos de la Red Canaria, Lugares de Interés Comunitario (LIC) y Zonas de Especial Protección APRA las Aves (ZEPA).	10	16.014,12	2.148,85	20.660,97	17.316,24	25.956,65
Presencia de Áreas de Importancia para las Aves (IBA)	8	41,22	39.643,12	49684,34	59,19	180,02
La traza afecta de modo tangencial a algún espacio (100 metros)	3	163.952,55	86.494,05	250.446,60	169.570,82	200.609,00
No presencia de espacios protegidos	0	1.713.748,49	2.375.605,90	4.076.856,39	1.780.300,16	2.159.721,38

Intervalo de valoración		Parámetros de homogeneización	
Valor Óptimo	Valor Pésimo	a	b
598.115,61	1.472.091,36	0,00	1,68

ALTERNATIVAS		A1	A2	A3	A4	A5
ARTIFICIALIZACIÓN DEL SUELO		15.672.119,30	3.095.480,40	18.767.599,70	15.756.758,10	16.200.046,00
Superficie de infraestructuras que suponen la artificialización del suelo	10	1.567.211,93	309.548,04	1.876.759,97	1.575.675,81	1.620.004,60
Superficie de infraestructuras sobre terreno que ya está artificializado	0	326.544,49	2.194.343,81	2.520.888,30	391.570,68	766.462,50

Intervalo de valoración		Parámetros de homogeneización	
Valor Óptimo	Valor Pésimo	a	b
3.095.480,40	18.767.599,70	0,00	1,20

ALTERNATIVAS		A1	A2	A3	A4	A5
KILÓMETROS DE TRANSPORTE PÚBLICO		612.500,00	0,00	612.500,00	0,00	612.500,00
Construcción de kilómetros destinados al transporte público (Tren del Sur o OGA)	0	0,00	79.841,88	79.841,88	61.250,00	61.250,00
Construcción de kilómetros destinados al transporte privado (Tercer carril de la TF-1)	10	61.250,00	0,00	61.250,00	0,00	61.250,00

Intervalo de valoración		Parámetros de homogeneización	
Valor Óptimo	Valor Pésimo	a	b
0,00	612.500,00	0,00	1,00

ALTERNATIVAS		A1	A2	A3	A4	A5
CAMBIOS DE USO DE SUELO		6.089.730,90	9.634.207,64	18.523.948,54	6.651.180,10	6.376.789,31
Suelo Rústico de Protección Paisajística, Suelo Rústico de Protección Hidrológica, Suelo Rústico de Protección Natural	10	37.105,01	204.803,17	441.910,18	51.970,85	31.041,97
Suelo Rústico de Protección Agraria y Suelo Rústico de Protección de Infraestructuras	5	909.580,34	1.066.108,87	2.275.687,21	995.767,75	853.719,97
Suelo Urbano Consolidado y Suelo Urbanizable Sectorizado y Ordenado, Suelo Rústico de Protección de Asentamiento Rural	3	111.853,93	511.325,93	523.179,86	116.562,53	148.032,04
Sistemas Generales, Suelo Rústico de Protección Territorial y Suelo Urbanizable Sectorizado No Ordenado y Suelo Urbano No Consolidado	1	835.217,31	721.653,80	1.156.871,11	802.945,26	1.353.673,68

Intervalo de valoración		Parámetros de homogeneización	
Valor Óptimo	Valor Pésimo	a	b
6.089.730,90	18.523.948,54	0,00	1,49

Costes

ESCENARIO		1	2	3	4	5
Costes de Explotación		721.540.350,40	674.243.778,99	674.243.778,99	738.112.839,68	738.112.839,68
Vehículo privado	1	681.917.585,71	616.248.718,63	616.248.718,63	691.475.847,37	691.475.847,37
Guagua	1	39.622.764,69	35.753.899,59	35.753.899,59	27.026.970,92	27.026.970,92
Cga	1	0,00	0,00	0,00	19.610.021,39	19.610.021,39
Tren	1	0,00	22.241.160,78	22.241.160,78	0,00	0,00

Intervalo de valoración		Parámetros de homogeneización	
Óptimo	Pésimo	a	b
674.243.778,99	738.112.839,68	0,00	11,56

ESCENARIO		1	2	3	4	5
Costes Externos		41.221.010,69	38.348.888,23	38.348.888,23	42.009.208,18	42.009.208,18
Vehículo privado	1	39.098.159,26	35.332.994,85	35.332.994,85	39.646.188,00	39.646.188,00
Guagua	1	2.122.851,43	1.915.570,95	1.915.570,95	1.448.012,13	1.448.012,13
Cga	1	0,00	0,00	0,00	915.008,05	915.008,05
Tren	1	0,00	1.100.322,43	1.100.322,43	0,00	0,00

Intervalo de valoración		Parámetros de homogeneización	
Óptimo	Pésimo	a	b
38.348.888,23	42.009.208,18	0,00	11,48

Inversión

ESCENARIO		1	2	3	4	5
Coste de la Inversión (PEM)		238.723.139,99	1.207.078.528,78	1.445.801.668,76	245.686.628,15	284.907.750,35
Coste (€/km)	1	238.723.139,99	1.207.078.528,78	1.445.801.668,76	245.686.628,15	284.907.750,35

Intervalo de valoración		Parámetros de homogeneización	
Óptimo	Pésimo	a	b
238.723.139,99	1.445.801.668,76	0,00	1,20

Contaminación

ESCENARIO		1	2	3	4	5
Contaminación Atmosférica		40.126,57	36.256,81	36.256,81	39.314,62	39.314,62
Vehículo privado	1	35.985,70	32.520,27	32.520,27	36.490,11	36.490,11
Guagua	1	4.140,86	3.736,54	3.736,54	2.824,51	2.824,51
Cga	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tren	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Intervalo de valoración		Parámetros de homogeneización	
Óptimo	Pésimo	a	b
36.256,81	40.126,57	0,00	10,37

ESCENARIO		1	2	3	4	5
Cambio Climático		573.568,16	518.296,36	518.296,36	572.454,26	572.454,26
Vehículo privado	1	545.990,00	493.411,00	493.411,00	553.643,00	553.643,00
Guagua	1	27.578,16	24.885,36	24.885,36	18.811,26	18.811,26
Cga	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tren	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras del Tren del Sur. Aprobación Definitiva

DOCUMENTO Nº 2. MEMORIA DE ORDENACIÓN



Intervalo de valoración		Parámetros de homogeneización	
Óptimo	Pésimo	a	b
518.296,36	573.568,16	0,00	10,38

Nivel de Servicio

ESCENARIO		1	2	3	4	5
Nivel de servicio		0,67	0,50	0,67	0,33	0,67
Nivel de servicio	1	0,67	0,50	0,67	0,33	0,67

Intervalo de valoración		Parámetros de homogeneización	
Óptimo	Pésimo	a	b
0,67	0,33	3,00	-1,00

ESCENARIO		1	2	3	4	5
Relación I/C		0,54	0,80	0,47	0,88	0,52
Relación I/C	1	0,54	0,80	0,47	0,88	0,52

Intervalo de valoración		Parámetros de homogeneización	
Óptimo	Pésimo	a	b
0,47	0,88	-2,44	2,15

Planeamiento

ESCENARIO		1	2	3	4	5
Ocupación (M2)		546.312,80	1.148.395,00	1.694.707,80	628.259,72	1.106.283,42
Ocupación (M2)	1	546.312,80	1.148.395,00	1.694.707,80	628.259,72	1.106.283,42

Intervalo de valoración		Parámetros de homogeneización	
Óptimo	Pésimo	a	b
546.312,80	1.694.707,80	0,00	1,48

ESCENARIO		1	2	3	4	5
Edificaciones afectadas		3,00	136,00	139,00	3,00	4,00
Edificaciones afectadas	1	3,00	136,00	139,00	3,00	4,00

Intervalo de valoración		Parámetros de homogeneización	
Óptimo	Pésimo	a	b
3,00	139,00	-0,01	1,02



Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras del Tren del Sur. Aprobación Definitiva

DOCUMENTO Nº 2. MEMORIA DE ORDENACIÓN



5.2.5.1.1. *Obtención del Modelo (Nivel 1)*

En este nivel se toman las puntuaciones homogeneizadas para cada uno de los factores para obtener la puntuación de los siete criterios mediante la suma ponderada de los factores considerados en cada uno de ellos. El último paso previo a la obtención del modelo consiste en la homogeneización de la puntuación de los siete criterios. En los siete casos, los parámetros que se han utilizado en dicha homogeneización son los que se presentan a continuación

ESCENARIOS	1	2	3	4	5
HOMOGENEIZACION	0,67	1,00	0,00	0,99	0,73
MEDIO AMBIENTE	0,59	0,86	0,03	0,85	0,63
Hábitats y Naturalidad	0,1	0,96	1,00	0,00	0,92
Cultivos y valor agrológico	0,2	1,00	0,43	0,00	0,99
Patrimonio Histórico y Arqueológico	0,2	0,85	1,00	0,00	0,82
Proximidad a los espacios protegidos	0,2	0,00	1,00	0,13	0,90
Artificialización del suelo	0,1	0,20	1,00	0,00	0,19
Kilómetros de transporte público	0,1	0,00	1,00	0,00	1,00
Cambios de uso de suelo	0,1	1,00	0,71	0,00	0,95

Intervalo de valoración		Parámetros de homogeneización	
Valor Óptimo	Valor Pésimo	a	b
0,86	0,03	1,20	-0,03

ESCENARIOS	1	2	3	4	5
HOMOGENEIZACION	0,24	1,00	1,00	0,00	0,00
COSTES	0,24	1,00	1,00	0,00	0,00
Explotación	0,50	0,26	1,00	1,00	0,00
Externos	0,50	0,22	1,00	1,00	0,00

Intervalo de valoración		Parámetros de homogeneización	
Óptimo	Pésimo	a	b
1,00	0,00	0,00	0,00

ESCENARIO	1	2	3	4	5
HOMOGENEIZACION	1,00	0,20	0,00	0,99	0,96
INVERSION	1,00	0,20	0,00	0,99	0,96
Coste (€/km)	1,00	1,00	0,20	0,00	0,99

Intervalo de valoración		Parámetros de homogeneización	
Óptimo	Pésimo	a	b
1,00	0,00	0,00	0,00

ESCENARIO	1	2	3	4	5
HOMOGENEIZACION	0,00	1,00	1,00	0,11	0,11
CONTAMINACION	0,00	1,00	1,00	0,11	0,11
Contaminación atmosférica	0,50	0,00	1,00	1,00	0,21
Cambio Climático	0,50	0,00	1,00	1,00	0,02

Intervalo de valoración		Parámetros de homogeneización	
Óptimo	Pésimo	a	b
1,00	0,00	0,00	0,00

ESCENARIO	1	2	3	4	5
HOMOGENEIZACION	1,00	0,34	0,00	0,95	0,66
PLANEAMIENTO	1,00	0,34	0,00	0,95	0,66
Ocupación (M2)	0,70	1,00	0,48	0,00	0,93
Edificaciones afectadas	0,30	1,00	0,02	0,00	1,00

Intervalo de valoración		Parámetros de homogeneización	
Óptimo	Pésimo	a	b
1,00	0,00	0,00	0,00

ESCENARIO	1	2	3	4	5
HOMOGENEIZACION	0,91	0,35	1,00	0,00	0,94
NIVEL DE SERVICIO	0,91	0,35	1,00	0,00	0,94
Nivel de Servicio	0,50	1,00	0,50	1,00	1,00
Relación IC	0,50	0,83	0,20	1,00	0,00

Intervalo de valoración		Parámetros de homogeneización	
Óptimo	Pésimo	a	b
1,00	0,00	0,00	0,00

Tras la homogeneización de las puntuaciones el modelo queda compuesto de la siguiente manera:

CRITERIOS	ESCENARIO				
	1	2	3	4	5
Ambiental	0,67	1,00	0,00	0,99	0,73
Costes	0,24	1,00	1,00	0,00	0,00
Inversión	0,99	0,20	0,00	0,99	0,96
Contaminación	0,00	1,00	1,00	0,11	0,11
Planeamiento	1,00	0,34	0,00	0,95	0,66
Nivel de servicio	0,91	0,35	1,00	0,00	0,94



Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras del Tren del Sur. Aprobación Definitiva

DOCUMENTO Nº 2. MEMORIA DE ORDENACIÓN



5.2.6. Resultados

Análisis de Robustez

Para efectuar el análisis de robustez se ha partido del modelo numérico desarrollado anteriormente sin coeficientes de ponderación. Este modelo se ha tratado con un programa informático que le aplica todas las posibilidades de combinación de pesos, con un salto de los mismos en cada aplicación. El valor de los pesos está en el intervalo [0,10] y el salto que se toma es de 1, cumpliendo siempre que la suma de las ponderaciones sea 10. De esta forma resultan combinaciones de ponderaciones en cada aplicación y para cada criterio del tipo [(10,0,0,0); (9,1,0,0); (9,0, 1,0); ; (0,0, 1, 9); (0,0,0,10)]

El resultado a que se llega es el número de veces que cada alternativa obtiene la máxima calificación y el porcentaje de dichos casos respecto al total de posibilidades tanteadas, función del intervalo y del salto seleccionado.

El resultado obtenido en este análisis se presenta en la tabla a continuación:

Tabla 5.33 – Valoración de escenarios. Análisis de robustez

	1	2	3	4	5
Nº Óptimos	963	1140	428	342	141
% Óptima	31,95%	37,82%	14,20%	11,35%	4,68%

Tal y como se puede observar en la tabla de resultados, las alternativas que resultan ser óptimas en la mayoría de los casos son los escenarios 1 y 2, que serían óptimas en un menor número de casos

Análisis de Sensibilidad

Al igual que en el análisis de robustez, se han aplicado todas las combinaciones posibles de pesos a los diferentes criterios. La diferencia radica en que se limita el rango de variación de pesos dentro de unos intervalos, por ello se asigna un peso mínimo y un peso máximo a cada uno de los cuatro criterios pasando a analizar todas las posibles combinaciones cuya única condición es que la suma de pesos sea 10.

Tabla 5.34 – Intervalo de valoración. Análisis de sensibilidad

	Intervalos de Valoración	
	Min	Max
Ambiental	1	3
Costes	1	4
Inversión	1	5
Contaminación	1	4
Planeamiento	1	4
Nivel de servicio	1	3

De esta forma se mantiene la objetividad al realizar numerosos tanteos con diferentes combinaciones de pesos, pero, por otro lado, el análisis se aproxima de manera más adecuada a los objetivos perseguidos en este estudio eliminando combinaciones de pesos del análisis que no son necesarias por no darle la importancia adecuada a cada criterio.

El salto aplicado a las combinaciones de pesos ha sido 0,2.El resultado obtenido en este análisis se presenta en la tabla a continuación:

Tabla 5.35 – Valoración de escenarios. Análisis de sensibilidad

	1	2	3	4	5
Nº Óptimos	16.616	18.039	139	0	0
% Óptima	47,76%	51,85%	0,40%	0,00%	0,00%

Análisis de Preferencias

El último procedimiento de análisis aplicado tiene en cuenta el orden de importancia relativa entre criterios más apropiado para las características de la actuación. Al igual que en otros casos, se aplican a los índices homogeneizados del modelo los pesos que se deducen de este planteamiento, que son:

Tabla 5.36 – Intervalo de valoración. Análisis de preferencias

Ambiental	0,2
Costes	0,2
Inversión	0,2
Contaminación	0,2
Planeamiento	0,2
Nivel de servicio	0,2



El resultado, presentado en la tabla a continuación, permite comparar 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.

Tabla 5.37 – Valoración de escenarios. Análisis de preferencias

	1	2	3	4	5
IP	0,922	1,000	0,000	0,055	0,450

Conclusiones

Tal y como se deduce de los diferentes análisis realizados, el escenario que más se ajusta a los objetivos marcados es el escenario 2, en el que se implanta una nueva infraestructura ferroviaria a lo largo del corredor estudiado.



Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras del Tren del Sur. Aprobación Definitiva

DOCUMENTO Nº 2.
MEMORIA DE ORDENACIÓN

