



Universidad de Oviedo

Programa de Doctorado en  
Ingeniería de los Recursos Naturales (DIRENA)

**Inclusión del ferrocarril de alta velocidad  
en la accesibilidad territorial y en la red de transporte  
de las áreas rurales**

TESIS DOCTORAL

**Modesto Soto Fuentes**

Mieres (Asturias) 2022





Universidad de Oviedo

Programa de Doctorado en  
Ingeniería de los Recursos Naturales (DIRENA)

**Inclusión del ferrocarril de alta velocidad  
en la accesibilidad territorial y en la red de transporte  
de las áreas rurales**

TESIS DOCTORAL

**Modesto Soto Fuentes**

Mieres (Asturias) 2022



## RESUMEN DEL CONTENIDO DE TESIS DOCTORAL

<b>1.- Título de la Tesis</b>	
Español/Otro Idioma: Inclusión del ferrocarril de alta velocidad en la accesibilidad territorial y en la red de transporte de las áreas rurales	Inglés: Inclusion of high-speed rail in territorial accessibility and in the transport network of rural areas
<b>2.- Autor</b>	
Nombre: Modesto Soto Fuentes	DNI/Pasaporte/NIE:
Programa de Doctorado: Ingeniería de los Recursos Naturales (DIRENA)	
Órgano responsable: Instituto de los Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDUROT)	

### RESUMEN (en español)

El ferrocarril ha sido durante años un modo de transporte cercano que ha permitido el progreso de los pueblos. Fue el modo de transporte hegemónico en la movilidad de los ciudadanos hasta que el progreso evolutivo de la sociedad contemporánea originó el desarrollo del transporte por carretera y el nacimiento del ferrocarril de alta velocidad, que, concebido para unir grandes núcleos urbanos, se ha convertido en un elemento atractivo para la sociedad al reducir los tiempos de viaje y transformar las distancias en tiempo. Con el despliegue de la alta velocidad, se ha reorganizado el sector modificando la accesibilidad y desplazando a otros modos de transporte. No obstante, su diseño conceptual le dota de menos estaciones, causando una polarización territorial y un efecto barrera en las zonas rurales, a las que aboca a un deterioro progresivo en sus posibilidades de comunicación, propiciando un distanciamiento de éstas hacia la nueva infraestructura ferroviaria de alta velocidad, así como un incremento de la desigualdad territorial.

Con el propósito de disminuir dichos efectos negativos y contribuir al desarrollo regional de estas áreas, haciéndolas partícipes de la accesibilidad universal, esta investigación plantea una solución innovadora que permite integrar el ferrocarril de alta velocidad en la accesibilidad territorial y en la red de transporte de las áreas rurales que se encuentran surcadas por las líneas de infraestructura de alta velocidad.

Una revisión del modo ferroviario de alta velocidad en Europa, de sus modelos de explotación, de sus efectos y de su relación con el territorio, sirve de base para exponer un procedimiento que favorece la relación de la infraestructura con estas áreas mediante dos actuaciones: la primera de ellas, facilita la vinculación de la infraestructura de alta velocidad con el área rural; mientras que la segunda, amplía su franja de influencia e incrementa el número de ciudadanos que pueden acceder a la citada infraestructura.

Para ello, esta investigación propone, en primer lugar, una metodología multicriterio que favorece una selección idónea del emplazamiento de las estaciones ferroviarias de alta velocidad en el ámbito rural; y en segundo lugar, presenta una cadena continua de transporte conformada por una intermodalidad concertada que aprovecha las cualidades del modo ferroviario de alta velocidad y la agilidad del transporte público por carretera. La conjunción de ambas propuestas optimiza la relación del territorio con la infraestructura, logrando que los beneficios y progresos que el ferrocarril de alta velocidad aporta a las áreas urbanas, se extiendan a las rurales.

Una posterior exposición de dos casos de estudio permite alcanzar conclusiones positivas que responden al planteamiento inicial de la investigación, marcando líneas de trabajo orientadas en torno al desarrollo de un transporte público sostenible y hacia la



apertura de nuevos horizontes de investigación, suponiendo la apertura de una nueva línea de investigación.

### RESUMEN (en Inglés)

The rail has been a close to people mode of transport for years, which has allowed the progress of societies. Rail was considered as a hegemonic transport mode in people's mobility until the development of road transport and the birth of the high-speed rail network, which was conceived to link large urban centres in the territory. It has become an attractive element for society by reducing travel times. Therefore, evolving high geographical distances into time. Railway deployment has reorganized the transportation sector, transforming accessibility and displacing other modes of transport. Nevertheless, its conceptual design, which endows it with fewer stations, has caused territorial polarization and a barrier effect for rural areas, contributing to deteriorate communication possibilities for them, as well as, moving themselves away from this new railway infrastructure, increasing territorial inequalities.

This research poses a solution that allows the inclusion of the high-speed railway in the territorial accessibility and the transport network of rural areas that are criss-crossed by the high-speed infrastructure. Therefore, the aim of the thesis being the reduction of the abovementioned negative effects and the contribution to the regional development of these areas, including them as part of the universal accessibility.

A review was carried out about the high-speed rail mode of transport in Europe, its exploitation models, its effects and its relationships with the territory. This literature review served as the bases to pose a procedure that enhances the infrastructure-territorial relationship through two main actions as follows: The first facilitated the connection of high-speed infrastructure with the rural area, whilst the second widened its range of influence and increases the number of citizens who can access them.

With this aim, the new methodology consisted of a multi-criteria methodology that favors an ideal selection of the location of high-speed rail stations in rural areas. Furthermore, this methodology presents a continuous transport chain made up of a concerted intermodality that takes advantage of the qualities of the high-speed rail mode and the dynamism of the public road transport.

The combination of both proposals optimizes the relationship between the territory and the infrastructure, ensuring that the benefits and progress, that high-speed rail brings to urban areas, are also extended to the rural ones.

A subsequent presentation of two case studies allowed the validation of the methodology, as well as, to build the conclusions of the present research, addressing the hypotheses and objectives of the thesis. Finally, this research paves the way for new research lines oriented towards the development of sustainable public transport and territorial planning with the high-speed rail network in-mind.



Autor

Modesto Soto Fuentes

*Máster Universitario en Territorio Urbanismo y Medioambiente*

*Ingeniero Geólogo*

*Ingeniero Técnico de Minas*

Dirigida por

Luis Ángel Sañudo Fontaneda

*Dr. Ingeniero de Caminos Canales y Puertos*

Jorge Roces García

*Dr. Ingeniero Industrial*



## AGRADECIMIENTOS

Es complicado expresar en solo unas líneas mi agradecimiento a todas aquellas personas que de una forma u otra han confiado en mí y han colaborado para que esta tesis doctoral haya llegado a su destino después de transitar por un trazado sinuoso, no exento de dificultades y que en ocasiones ha sido arduo de recorrer.

En primer lugar, me gustaría felicitar a mis directores, Luis Ángel Sañudo Fontaneda y Jorge Rocés García, por su tesón, confianza, comprensión y compromiso mostrado ante las dificultades surgidas.

Por su apoyo incondicional, quiero dedicar esta tesis a mi familia. Agradecer a mi mujer, Pilar, su infinita paciencia y ayuda en los momentos difíciles de esta aventura. A mi hijo David, por sus aportaciones y sus puntos de vista, que han sido de gran utilidad. Y, sobre todo, a mi hija Beatriz, por la motivación que me ha transmitido. Tiene Síndrome de Down y ha sido el motor que me ha estimulado para avanzar y llegar hasta aquí. Con su forma de ver la vida, me ha demostrado que, con tesón y esfuerzo, se superan las dificultades. No hay palabras que muestren todo mi agradecimiento.

Así mismo, deseo expresar mi reconocimiento a todas las personas que a lo largo de mi vida profesional en el transporte ferroviario y en el mundo universitario, me han permitido contrastar ideas sobre el ferrocarril, las cuales se han convertido en el germen del presente trabajo.

“No hay razón para no probar algo nuevo solo  
porque nadie lo haya intentado antes”

Antonio Gaudí

Mieres 2022



## RESUMEN

El ferrocarril ha sido durante años un modo de transporte cercano que ha permitido el progreso de los pueblos. Fue el modo de transporte hegemónico en la movilidad de los ciudadanos hasta que el progreso evolutivo de la sociedad contemporánea originó el desarrollo del transporte por carretera y el nacimiento del ferrocarril de alta velocidad, que, concebido para unir grandes núcleos urbanos, se ha convertido en un elemento atractivo para la sociedad al reducir los tiempos de viaje y transformar las distancias en tiempo. Con el despliegue de la alta velocidad, se ha reorganizado el sector modificando la accesibilidad y desplazando a otros modos de transporte. No obstante, su diseño conceptual le dota de menos estaciones, causando una polarización territorial y un efecto barrera en las zonas rurales, a las que aboca a un deterioro progresivo en sus posibilidades de comunicación, propiciando un distanciamiento de éstas hacia la nueva infraestructura ferroviaria de alta velocidad, así como un incremento de la desigualdad territorial.

Con el propósito de disminuir dichos efectos negativos y contribuir al desarrollo regional de estas áreas, haciéndolas partícipes de la accesibilidad universal, esta investigación plantea una solución innovadora que permite integrar el ferrocarril de alta velocidad en la accesibilidad territorial y en la red de transporte de las áreas rurales que se encuentran surcadas por las líneas de infraestructura de alta velocidad.

Una revisión del modo ferroviario de alta velocidad en Europa, de sus modelos de explotación, de sus efectos y de su relación con el territorio, sirve de base para exponer un procedimiento que favorece la relación de la infraestructura con estas áreas mediante dos actuaciones: la primera de ellas, facilita la vinculación de la infraestructura de alta velocidad con el área rural; mientras que la segunda, amplía su franja de influencia e incrementa el número de ciudadanos que pueden acceder a la citada infraestructura.

Para ello, esta investigación propone, en primer lugar, una metodología multicriterio que favorece una selección idónea del emplazamiento de las estaciones ferroviarias de alta velocidad en el ámbito rural; y en segundo lugar, presenta una cadena continua de transporte conformada por una intermodalidad concertada que aprovecha las cualidades del modo ferroviario de alta velocidad y la agilidad del transporte público por carretera. La conjunción de ambas propuestas optimiza la relación del territorio con la infraestructura, logrando que los beneficios y progresos que el ferrocarril de alta velocidad aporta a las áreas urbanas, se extiendan a las rurales.

Una posterior exposición de dos casos de estudio permite alcanzar conclusiones positivas que responden al planteamiento inicial de la investigación, marcando líneas de trabajo orientadas en torno al desarrollo de un transporte público sostenible y hacia la apertura de nuevos horizontes de investigación, suponiendo la apertura de una nueva línea de investigación.



## **ABSTRACT**

The rail has been a close to people mode of transport for years, which has allowed the progress of societies. Rail was considered as a hegemonic transport mode in people's mobility until the development of road transport and the birth of the high-speed rail network, which was conceived to link large urban centres in the territory. It has become an attractive element for society by reducing travel times. Therefore, evolving high geographical distances into time. Railway deployment has reorganized the transportation sector, transforming accessibility and displacing other modes of transport. Nevertheless, its conceptual design, which endows it with fewer stations, has caused territorial polarization and a barrier effect for rural areas, contributing to deteriorate communication possibilities for them, as well as, moving themselves away from this new railway infrastructure, increasing territorial inequalities.

This research poses a solution that allows the inclusion of the high-speed railway in the territorial accessibility and the transport network of rural areas that are criss-crossed by the high-speed infrastructure. Therefore, the aim of the thesis being the reduction of the abovementioned negative effects and the contribution to the regional development of these areas, including them as part of the universal accessibility.

A review was carried out about the high-speed rail mode of transport in Europe, its exploitation models, its effects and its relationships with the territory. This literature review served as the bases to pose a procedure that enhances the infrastructure-territorial relationship through two main actions as follows: The first facilitated the connection of high-speed infrastructure with the rural area, whilst the second widened its range of influence and increases the number of citizens who can access them.

With this aim, the new methodology consisted of a multi-criteria methodology that favors an ideal selection of the location of high-speed rail stations in rural areas. Furthermore, this methodology presents a continuous transport chain made up of a concerted intermodality that takes advantage of the qualities of the high-speed rail mode and the dynamism of the public road transport.

The combination of both proposals optimizes the relationship between the territory and the infrastructure, ensuring that the benefits and progress, that high-speed rail brings to urban areas, are also extended to the rural ones.

A subsequent presentation of two case studies allowed the validation of the methodology, as well as, to build the conclusions of the present research, addressing the hypotheses and objectives of the thesis. Finally, this research paves the way for new research lines oriented towards the development of sustainable public transport and territorial planning with the high-speed rail network in-mind.



## ABREVIATURAS

UE	Unión Europea.
Adif	Administrador de Infraestructuras Ferroviarias.
AV	Alta velocidad española.
AVMD	Alta velocidad media distancia.
BINKRI	<i>Bus Interurban Kiss &amp; Ride.</i>
CEE	Comunidad Económica Europea.
DB	<i>Deutsche Bahn AG</i> (Operador de transporte ferroviario alemán).
FFE	Fundación de los Ferrocarriles Españoles.
FS	<i>Ferrovie dello Stato</i> (Operador de transporte ferroviario italiano).
FUAS	<i>Functional Urban Areas.</i>
INE	Instituto Nacional de Estadística.
ICE	<i>InterCity Express.</i>
LVG	<i>Line Grand Vitesse.</i>
MEGAs	<i>Metropolitan European Growth Areas.</i>
NAFA	Nuevo Acceso Ferroviario a Andalucía.
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible.
PAET	Puesto de apartado y de estacionamiento de trenes.
Renfe	Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles (Operador de transporte ferroviario español).
RFF	<i>Réseau ferré de France.</i>
SIG	Sistema Información Geográfica.
SNCF	<i>Société nationale des chemins de fer français</i> (Operador de transporte ferroviario francés).
TGV	<i>Tren Grand Vitesse.</i>
UIC	Unión Internacional de Ferrocarriles.



# Índice de Contenido

<b>I · INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>19</b>
I · 1 CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	22
I · 2 OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN .....	24
I · 3 ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓN Y DEL DOCUMENTO .....	25
<b>II · ENTORNO EUROPEO DE LA ALTA VELOCIDAD</b> .....	<b>27</b>
II · 1 ANTECEDENTES.....	29
II · 2 EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD EN EUROPA.....	32
II · 2.1 <i>MODELOS DE FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD</i> .....	35
II · 2.2 <i>APORTACIONES DE AMBOS MODELOS FERROVIARIOS</i> .....	45
II · 3 EFECTOS DE LAS LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD .....	47
II · 4 RELACIÓN INFRAESTRUCTURA DE AV-TERRITORIO.....	54
II · 4.1 <i>LA RELACIÓN CON LAS ÁREAS URBANAS</i> .....	64
II · 4.2 <i>LA RELACION CON LAS ÁREAS RURALES</i> .....	65
II · 5 EXPANSIÓN DE LA ALTA VELOCIDAD EN EL TERRITORIO .....	66
II · 5.1 <i>LA INTERMODALIDAD COMO HERRAMIENTA DE EXPANSIÓN</i> .....	67
II · 5.2 <i>PUNTOS FUERTES DE LA INTERMODALIDAD</i> .....	73
II · 6 EVALUACIÓN DEL ENTORNO .....	76
<b>III · METODOLOGÍA</b> .....	<b>81</b>
III · 1 METODOLOGÍA PARA LA UBICACIÓN DE ESTACIONES DE ALTA VELOCIDAD EN ÁREAS RURALES.....	84
III · 1.1 <i>PROCEDIMIENTOS DE DECISIÓN</i> .....	87
III · 1.2 <i>MÉTODO AHP</i> .....	90
III · 2 METODOLOGÍA PARA LA INTERMODALIDAD EN ÁREAS RURALES.....	94
III · 2.1 <i>LA ACCESIBILIDAD TERRITORIAL</i> .....	94
III · 2.2 <i>INDICADORES DE ACCESIBILIDAD</i> .....	103
III · 2.3 <i>DESCRIPCIÓN DE LA INTERMODALIDAD CONCERTADA</i> .....	110
III · 2.4 <i>IMPLEMENTACIÓN DE LA INTERMODALIDAD</i> .....	117
III · 3 EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA .....	126
<b>IV · RESULTADOS</b> .....	<b>129</b>
IV · 1 CASO DE ESTUDIO: UBICACIÓN DE ESTACIONES DE FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD EN ÁREAS RURALES ESPAÑOLAS .....	131
IV · 1.1 <i>ANÁLISIS DE LA SITUACION ACTUAL</i> .....	132

IV · 1.2	MODELIZACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	144
IV · 1.3	MODELIZACIÓN DE UNA NUEVA ESTACIÓN.....	150
IV · 2	CASO DE ESTUDIO: INTERMODALIDAD REGULADA/CONCERTADA EN LA PROVINCIA DE CIUDAD REAL.....	154
IV · 2.1	CARACTERÍSTICAS DE LA PROVINCIA.....	155
IV · 2.2	ANÁLISIS DE LAS INFRAESTRUCTURAS Y COMUNICACIONES.....	156
IV · 2.3	LOCALIDADES INCLUIDAS EN LA INTERMODALIDAD.....	161
IV · 2.4	ANÁLISIS DE LA ACCESIBILIDAD.....	170
IV · 2.5	NIVEL DE MEJORA APORTADO.....	194
IV · 3	EVALUACIÓN DE LAS APORTACIONES.....	196
<b>V ·</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>201</b>
V · 1	CONCLUSIÓN.....	203
V · 2	OBJETIVOS ALCANZADOS.....	205
V · 3	APORTACIONES.....	207
V · 4	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	209
<b>VI ·</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>211</b>

## Índice de Figuras

Figura 1. Líneas de ferrocarril de alta velocidad en Europa.....	33
Figura 2. Velocidades máximas en km/h en líneas de ferrocarril de alta velocidad en Europa.....	34
Figura 3. Kilómetros de líneas de ferrocarril de alta velocidad en Europa.....	34
Figura 4. Líneas de ferrocarril de alta velocidad en Francia. ....	38
Figura 5: España. Líneas de ferrocarril de alta velocidad. ....	40
Figura 6. Italia. Líneas de ferrocarril de alta velocidad.....	42
Figura 7. Alemania. Líneas de ferrocarril de alta velocidad.....	44
Figura 8. Efectos generados por las líneas de alta velocidad. ....	47
Figura 9. Estación tipo 1. Madrid Atocha. ....	58
Figura 10. Estación tipo 2. Valencia alta velocidad y Valencia convencional. ....	59
Figura 11. Estación tipo 3. Segovia AV y Segovia Convencional. ....	60
Figura 12. Estación tipo 4. Nîmes Pont du Gard.....	61
Figura 13. Estación tipo 5. Camp de Tarragona.....	61
Figura 14. Estructura Jerarquizada.....	92
Figura 15. Intermodalidad Urbana actual. Enlace tramos horarios. ....	111
Figura 16. Intermodalidad Interurbana actual. ....	111
Figura 17. Intermodalidad Transporte público Bus Interurban Kiss&Ride.....	114
Figura 18. Las áreas regionales a partir de la influencia teórica de ciudades MEGA. ....	133
Figura 19. Estaciones seleccionadas. ....	134
Figura 20. Árbol de criterios y subcriterios.....	137
Figura 21. Línea AV Madrid Sevilla. Ubicación PAET. ....	151
Figura 22. Indicador de población. ....	164
Figura 23. Indicador de dependencia. ....	165
Figura 24. Indicador de tasa de paro. ....	166
Figura 25. Índice de capacidad de consumo. ....	166
Figura 26. Bus Interurban Kiss & Ride (BINKRI) ....	170
Figura 27. Indicador de trazado. Modo Automóvil.....	173
Figura 28. Indicador de trazado. Modo Transporte público por carretera.....	174
Figura 29. Indicador de trazado. Modo ferrocarril.....	174
Figura 30. Indicador de trazado. Modo Intermodal.....	175
Figura 31. Indicador de trazado de velocidad. Modo automóvil.....	176
Figura 32. Indicador de trazado de velocidad. Modo transporte público por carretera. ....	177
Figura 33. Indicador de trazado. Modo Ferrocarril. ....	177
Figura 34. Indicador de trazado de velocidad. Modo Intermodal.....	178
Figura 35. Indicador de eficiencia en red. Modo automóvil. ....	179
Figura 36. Indicador de eficiencia en red. Modo Transporte público por carretera.....	180
Figura 37. Indicador de eficiencia en red. Modo Ferrocarril.....	180
Figura 38. Indicador de Eficiencia en Red. Modo Intermodal. ....	181
Figura 39. Indicador de localización. Modo Automóvil. ....	182
Figura 40. Indicador de localización. Modo Transporte público por carretera.....	183
Figura 41. Indicador de localización. Modo Ferrocarril.....	183

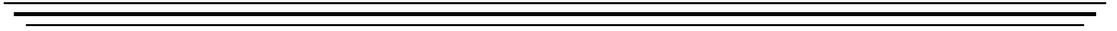
Figura 42. Indicador de localización. Modo Intermodal.....	184
Figura 43. Indicador de potencial económico. Modo Automóvil.....	185
Figura 44. Indicador de potencial económico. Modo Transporte público por carretera.....	186
Figura 45. Indicador de potencial económico. Modo Ferrocarril.....	186
Figura 46. Indicador de potencial económico. Modo Intermodal.....	187
Figura 47. Indicador de potencial turístico. Modo Automóvil.....	188
Figura 48. Indicador de potencial turístico. Modo Transporte público por carretera.....	189
Figura 49. Indicador de potencial turístico. Modo Ferrocarril.....	189
Figura 50. Indicador de potencial turístico. Modo Intermodal.....	190
Figura 51. Índice de accesibilidad diaria en automóvil.....	191
Figura 52. Índice de accesibilidad diaria en Transporte público por carretera.....	191
Figura 53. Índice de accesibilidad diaria. Modo Ferrocarril.....	192
Figura 54. Índice de accesibilidad diaria. Modo Intermodal.....	192
Figura 55. Indicador de mejora de la accesibilidad (%). Implantación de la Intermodalidad. Ciudad Real.....	196

## Índice de Tablas

Tabla 1. Modelos de Explotación. líneas ferroviarias europeas. ....	36
Tabla 2. Razones para la ubicación de una estación. ....	55
Tabla 3. Clasificación de estaciones por ubicación. ....	62
Tabla 4. Relaciones tren + autobús en España. ....	70
Tabla 5. Escala de valores Método AHP. ....	92
Tabla 6. Escala de preferencias. Método AHP. ....	93
Tabla 7. Matriz comparativa. ....	93
Tabla 8. Valor del Índice de Consistencia. ....	94
Tabla 9. Comparativa Intermodalidad <i>Kiss&amp;Ride-Binkri</i> . ....	113
Tabla 10 Comparativa Intermodalidad Actual-Intermodalidad BINKRI. ....	115
Tabla 11. Esquema tiempo de viaje intermodal. ....	119
Tabla 12. Velocidad peatonal. ....	120
Tabla 13. Velocidad peatonal en función de la pendiente. ....	121
Tabla 14. Matriz factor de ponderación. ....	124
Tabla 15. Estaciones seleccionadas. ....	135
Tabla 16. Estaciones seleccionadas. ....	137
Tabla 17. Asignación de valores a los criterios principales. ....	138
Tabla 18. Comparativa entre criterios principales. ....	139
Tabla 19. Asignación de valores a cada subcriterio. ....	139
Tabla 20. Comparativa entre subcriterios principales. ....	140
Tabla 21. Valores a cada subcriterio. ....	141
Tabla 22. Comparativa entre subcriterios principales. ....	141
Tabla 23. Vector prioridad. ....	142
Tabla 24. Clasificación Estaciones de alta velocidad seleccionadas. ....	142
Tabla 25. Criterios por potenciar. ....	143
Tabla 26. Ubicación en el centro de la ciudad. ....	145
Tabla 27. Igual accesibilidad en todas las estaciones. ....	146
Tabla 28. Incremento de servicios ferroviarios de AVMD. ....	147
Tabla 29. Estación de Ciudad Real. Incremento de la accesibilidad. ....	148
Tabla 30. Estación de Cuenca. Incremento de la accesibilidad. ....	149
Tabla 31. Datos PAET. Elaboración propia. ....	151
Tabla 32. Ponderación de datos. ....	153
Tabla 33. Nuevas estaciones. Estimación viajeros. ....	153
Tabla 34. Provincia de Ciudad Real. Red de Infraestructuras ferroviarias. ....	156
Tabla 35. Provincia de Ciudad Real. Comparativa de tráfico ferroviario. ....	158
Tabla 36. Provincia de Ciudad Real. Red de Infraestructuras de carreteras. ....	158
Tabla 37. Provincia Ciudad Real. Selección poblaciones. ....	163
Tabla 38. Provincia Ciudad Real. Distribución de la población. ....	164
Tabla 39. Provincia Ciudad Real. Indicadores socioeconómicos. ....	165
Tabla 40. Provincia Ciudad Real. Datos socioeconómicos de las poblaciones. ....	167
Tabla 41. Tiempo y distancia por cada modo de transporte. ....	171

Tabla 42. Indicador de índice de trazado.....	173
Tabla 43. Indicador de índice de trazado de velocidad.....	176
Tabla 44. Indicador índice de eficiencia de red.....	179
Tabla 45. Indicador de localización.....	182
Tabla 46. Valores indicativos de potencial económico.....	185
Tabla 47. Valores del Indicador de Potencial Turístico.....	188
Tabla 48. Provincia Ciudad Real. Dotación de infraestructuras por población.....	194
Tabla 49. Aplicación Modo Intermodal. Resultados.....	195

# I · INTRODUCCIÓN





El presente documento se ha inspirado en el estudio realizado por su autor (doctorando) concerniente a la evolución de la movilidad en las áreas rurales cuando a su red de transporte se incorpora una infraestructura ferroviaria de alta velocidad. Dichas investigaciones se llevaron a efecto en la provincia de Albacete. Una provincia que se encuadra en la Comunidad Autónoma Española de Castilla la Mancha y que cuenta con el mayor número de kilómetros y ciudades de tamaño medio conectadas por ferrocarril de alta velocidad en España. El trabajo recoge la transformación que sufrió su red de transporte de viajeros cuando comenzó la explotación de la línea de alta velocidad de Madrid a Alicante. Sus resultados fueron expuestos en el año 2018 en la revista *“Vía Libre Técnica e Investigación Ferroviaria”* bajo el título *“Evolución del transporte público en áreas rurales. Albacete accede a la red de alta velocidad”* (Soto, 2018).

Dicha investigación puso de relieve la relación y los efectos que generan las infraestructuras ferroviarias de alta velocidad en la articulación del territorio con la sociedad y con su red de comunicaciones. Una base que ha servido de fundamento para desarrollar, en esta tesis, herramientas concretas que refuercen el vínculo creado entre el territorio y sus habitantes, y que facilitan la expansión de las fortalezas de este nuevo modo de transporte a sectores de la población que carecen de acceso directo a él.

El ferrocarril convencional ha sido durante años un modo de transporte cercano que ha permitido el progreso de los pueblos. Era hegemónico en la movilidad de los ciudadanos, hasta que el desarrollo del transporte por carretera y el aéreo provocaron su ocaso en la década de los 70 del s. XX, obligándole a transformarse; un hecho que se inició en Francia en 1981 con el nacimiento del ferrocarril de alta velocidad. Este nuevo modo de transporte reduce los tiempos de viaje. La alta velocidad ha sido diseñada para enlazar grandes ciudades, es atractivo para la sociedad y en su despliegue en Europa ha reorganizado el sector desplazando a otros modos, transformando la accesibilidad y desarrollando una conectividad espacial de las regiones. Así, se establecen nuevas pautas en el desarrollo territorial urbano y regional, y a pesar de ser considerado por la UE (Commission of the European Communities, 1985) como un elemento estratégico para la vertebración territorial, ha originado un deterioro de las posibilidades de comunicación en la sociedad que reside en el ámbito rural.

Esta investigación plantea una solución para la organización del transporte público en las áreas rurales que se encuentran surcadas por líneas de alta velocidad. Con dicha base, se plantea realizar una revisión del modo ferroviario de alta velocidad en Europa, así como de sus modelos de explotación, de sus efectos y de su relación con el territorio. A continuación, emplea un procedimiento que facilita la ampliación de la franja de influencia de las nuevas líneas ferroviarias de alta velocidad e incrementa del número de ciudadanos que pueden acceder a ellas, de tal forma que se logre insertar este nuevo modelo de ferrocarril en la accesibilidad territorial y en la red de transporte de las áreas rurales.

Para ello, muestra en primer lugar una metodología que facilita la selección idónea del emplazamiento de las estaciones ferroviarias de alta velocidad en el ámbito rural y en segundo lugar una cadena continua de transporte, que emplea la complementariedad entre el modo ferroviario de alta velocidad y el transporte público por carretera.

La conjunción de ambos métodos mejora el transporte público en áreas rurales surcadas y con acceso a líneas ferroviarias de alta velocidad, ya que por un lado optimiza la relación del territorio con la infraestructura logrando ampliar su área de influencia y por otro, permite que los beneficios y progresos que el ferrocarril de alta velocidad aporta a las áreas urbanas se extiendan a las rurales.

La aplicación de ambos procedimientos mediante la exposición de dos casos de estudio obtiene conclusiones que responden al planteamiento de la investigación y marcan líneas de trabajo para la apertura de nuevos horizontes de investigación.

## **I · 1    CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La movilidad de la sociedad y su crecimiento económico cuentan con un componente esencial, el transporte. Por ello, la UE en su Libro Blanco del Mercado Interior de 1985 (Commission of the European Communities, 1985), contempló su desarrollo y expresó entre sus propósitos que las principales ciudades europeas dispusieran de una comunicación rápida y eficaz. Para conseguir este objetivo instó a los países miembros al desarrollo de ejes de comunicación conformados por infraestructuras ferroviarias de alta velocidad.

Estas líneas han potenciado el desarrollo del ferrocarril y le han convertido en un modo de transporte atractivo para la población debido al aumento de la velocidad, a la mejora de la fiabilidad, al incremento de la frecuencia en la oferta, al confort y la seguridad. Estos elementos han estimulado a los viajeros de tal forma que el 80% de los que realizan desplazamientos largos se inclinan por el uso del tren cuando el tiempo de viaje no supera las 2,5 horas (de Rus, 2009; Gutiérrez Puebla, 2005).

Garmendia et al. (2012) manifestó que este nuevo modo de transporte ferroviario con sus mejoras en tiempo y calidad de servicio ha contribuido al desarrollo de las regiones enlazando ciudades y aproximándolas en el tiempo. Dicho estudio confirmó que los resultados expresados previamente por (Plassard, 1991), los cuales hacen referencia a que el desarrollo de la infraestructura de alta velocidad no ha beneficiado al espacio territorial comprendido entre ellas, dado que el tren pasa, pero no para. Este escenario, conlleva la creación de un efecto barrera y de una polarización del desarrollo del territorio.

Con el propósito de disminuir las consecuencias de esta polarización, de contribuir al impulso territorial, de llevar el beneficio que aportan las nuevas infraestructuras de

ferrocarril a las regiones y de lograr, tanto un progreso social, como un desarrollo territorial sostenible, la UE aconsejó la creación de políticas que asegurasen la existencia de redes secundarias de comunicaciones que complementaran a estas nuevas infraestructuras en su Libro Blanco de 1985. De esta forma se puede garantizar las oportunidades de progreso equitativo del territorio, reforzando el papel de las ciudades pequeñas y medianas frente al efecto polarizador de los grandes centros urbanos. La implementación de dicha directriz política se basa en la necesidad de actuar de manera conjunta y armoniosa sobre el territorio en lo que respecta a una adecuada vinculación del territorio con la infraestructura de alta velocidad y en la aplicación de la complementariedad entre redes de transporte.

La relación del territorio con la infraestructura de alta velocidad requiere de dos piezas fundamentales. La primera, la ubicación de la estación y su papel como punto de acceso físico a la infraestructura. Las estaciones representan el punto de encuentro de las infraestructuras ferroviarias de alta velocidad con el territorio. Intervienen en su relación con la sociedad, apoyan el desarrollo regional equilibrado, reducen las desigualdades territoriales y participan en la accesibilidad universal. Una adecuada ubicación de éstas en los territorios favorecería el acceso de su población a nuevos modelos de movilidad sostenible e incidiría, en clave de oportunidades, en el acercamiento de sus virtudes. Por lo tanto, para conseguir un emplazamiento idóneo, se requiere contrarrestar la relación entre el tiempo de trayecto con la parada y equilibrar las dificultades técnicas de acceso con la organización del espacio en que se inserta, referenciando la ubicación de las estaciones desde una perspectiva global que aglutine aspectos relacionados con el territorio y con la explotación ferroviaria (Bellet Sanfeliu and Jurado Rota, 2014; Moyano et al., 2018; Muñoz Martínez, 2018).

La segunda pieza necesaria, convertir a la estación en el centro de operaciones de la complementariedad entre la red ferroviaria de alta velocidad y la red de transporte regional, del que forman parte el ferrocarril convencional y/o el transporte público por carretera (Mohíno et al., 2019).

El desarrollo del ferrocarril de alta velocidad y el impulso al transporte particular ha generado una descomposición de la relación entre la infraestructura de transporte público con el ciudadano y ha dado lugar a territorios de alta y de baja rentabilidad, una dinámica que ha producido costos sociales, ecológicos, ambientales y urbanos (Ravagnan et al., 2021), que afectan a las áreas más frágiles de países como Italia y España.

Autores como Cascetta et al. (2020) han identificado la necesidad de corregir las disparidades regionales derivadas de la implantación del ferrocarril de alta velocidad en Italia, lo cual ha sido extrapolado a España por Matas et al. (2020). Si bien, la investigación de Cascetta pone el foco en las medidas compensatorias a considerar, que el de Matas lo hace en el impacto de la ubicación de las estaciones en el ámbito económico asociado a la creación de empresas. Este último trabajo abre un vacío en el conocimiento asociado a la necesidad de desarrollar metodologías que, aprovechando el

desarrollo de las infraestructuras de alta velocidad como eje vertebrador para la resiliencia de los territorios, permitan dirigir flujos, reactivar económicas, redescubrir territorios y mejorar la conectividad de las áreas rurales con riesgo de despoblación, reconociendo a sus habitantes el derecho a la movilidad.

## **I · 2 OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

Los aspectos mencionados previamente conducen hacia la exposición del objetivo principal de la tesis: plantear una metodología que relacione, de una manera conjunta, la adecuada ubicación de la estación con el desarrollo de la intermodalidad entre la alta velocidad ferroviaria y el transporte público por carretera, con el fin de contribuir a la mejora de la cohesión territorial y de la accesibilidad en las áreas rurales. De este objetivo se deriva como hipótesis principal de la investigación la que declara lo siguiente: la ubicación de las estaciones de ferrocarril de alta velocidad en las áreas rurales y la existencia de un sistema de comunicación que coordine el transporte público por carretera con el ferrocarril de alta velocidad, permiten un acercamiento de estas nuevas infraestructuras a sus habitantes, aportando un incremento de la accesibilidad.

El objetivo principal se encuentra apoyado, además, por una serie de supuestos básicos:

- La evolución que ha tenido el ferrocarril de alta velocidad en las últimas décadas.
- La legislación europea relativa a las infraestructuras estratégicas de alta velocidad y su trasposición a la legislación española.
- La generación del efecto túnel en las líneas de alta velocidad.
- La competencia entre las líneas de ferrocarril de alta velocidad y el transporte público por carretera.
- La necesidad de mejorar la accesibilidad de las zonas rurales ante el reto de la despoblación.
- Las cualidades del ferrocarril de alta velocidad y las capacidades del transporte público por carretera.
- Las sinergias existentes entre el ferrocarril de alta velocidad y el transporte público por carretera.

La investigación propone los siguientes objetivos específicos que emanan a partir del principal, de la hipótesis de partida y de los supuestos básicos que enmarcan el contexto de la tesis doctoral:

**Objetivo n° 1:** Definir criterios que influyan en la accesibilidad y contribuyan al mejor emplazamiento de las estaciones intermedias de alta velocidad.

**Objetivo n° 2:** Desarrollar una metodología que permita determinar la ubicación más adecuada de las estaciones intermedias de alta velocidad en zonas rurales y prestando servicio a poblaciones inferiores a 100.000 habitantes.

**Objetivo n° 3:** Validar la aplicación de la metodología mostrada mediante el análisis de un caso de estudio.

**Objetivo n° 4:** Diseñar un procedimiento de cadena continua de transporte que facilite la ampliación del radio de acción de las líneas de alta velocidad y la mejora de la accesibilidad en las áreas rurales.

**Objetivo n° 5:** Formular un indicador de accesibilidad que valore la viabilidad para la implantación de la cadena continua de transporte diseñada.

**Objetivo n° 6:** Verificar la aplicación del procedimiento expuesto mediante el análisis de un caso de estudio.

### **I · 3 ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓN Y DEL DOCUMENTO**

El desarrollo de la investigación en el presente documento se ha dividido en cinco capítulos. En el primero de ellos se expone una introducción sobre el tema de la investigación, sus razones y motivos. Posteriormente, se plantean los objetivos e hipótesis derivados de dicho análisis y del contexto de la tesis. En el segundo capítulo, se aborda el marco de la infraestructura ferroviaria de alta velocidad en Europa, mostrando sus principales cualidades y capacidades, así como sus efectos sobre el territorio donde se implementa, su relación con el mismo y los sistemas de transporte desarrollados para acceder de una forma más amplia a la ciudadanía. En el tercer capítulo se lleva a cabo un análisis del estado de la literatura, permitiendo identificar los criterios fundamentales para el posterior desarrollo de una metodología multicriterio para la mejor ubicación de las estaciones intermedias en líneas ferroviarias de alta velocidad. A ella se une el diseño de un nuevo modelo de comunicación, conformado por una cadena continua de transporte que integra el ferrocarril de alta velocidad y el transporte público por carretera y la propuesta de un índice de valoración para su aplicación.

El capítulo cuarto recoge la validación de la metodología desarrollada mediante la aplicación y el contraste de dos casos de estudio aplicados en la red ferroviaria de alta velocidad de España. En el primero, se contrasta la metodología multicriterio para la ubicación de estaciones mediante su desarrollo en ciudades de zonas rurales españolas que cuentan con estaciones de alta velocidad. En él, se muestra la influencia de la ubicación de la estación en la relación de la infraestructura con el territorio que articula,

en su desarrollo y en la estabilización de su población. El segundo caso de estudio verifica el procedimiento de cadena continua de transporte, y se desarrolla en la provincia de Ciudad Real, en el cual se muestra la mejora que ofrece en la accesibilidad territorial a las zonas rurales. Por último, en el quinto capítulo se exponen las conclusiones obtenidas de la investigación, la evaluación de los objetivos y el contraste de las hipótesis planteadas, así como la propuesta de futuras líneas de investigación asociadas a la temática de la línea de investigación iniciada en esta tesis.

## **II · ENTORNO EUROPEO DE LA ALTA VELOCIDAD**

---

---



En este capítulo se muestra una revisión bibliográfica y crítica sobre el diseño, la explotación y los efectos en el territorio generados por las líneas de alta velocidad en Europa, focalizada en los países pioneros en este modo de transporte, que han sido Alemania, Francia, Italia y España; país este último, en el cual se desarrollan los dos casos de estudio de esta tesis. Se complementa esta revisión con los modelos de estación y con las nuevas alianzas entre modos de transporte para facilitar que el ferrocarril de alta velocidad amplíe su acceso a nuevos sectores de la ciudadanía.

## II · 1 ANTECEDENTES

El 25 de marzo de 1957 el Tratado de Roma constituyó el punto de partida por el que la UE (Parlamento Europeo, 1957) inició el camino hacia una política común para la integración progresiva de los países miembros, para el desarrollo de la libre circulación de bienes y para facilitar la libertad de movimiento de personas, elementos fundamentales para favorecer el desarrollo económico de la sociedad.

Para lograrlo, la UE consideró al transporte como un elemento de interés comunitario y estableció un concepto global con programas referentes a la creación de sistemas capaces de satisfacer las necesidades de la sociedad europea, buscando el estímulo a la innovación y a la inversión, con políticas, que, desde entonces, han evolucionado en función de las características geográficas y de las divergencias de los sistemas de movilidad de cada uno de sus países miembros.

En base a estas consideraciones iniciales, la UE apostó por la modernización del sector como promotor de la cohesión entre territorios y como colaborador en el desarrollo económico bajo el supuesto de la sostenibilidad, adaptándose a las nuevas demandas de la sociedad. Ésta precisaba de una movilidad eficiente y competitiva que debía de configurarse con una evolución que hiciera hincapié en la importancia de que el transporte público de viajeros pudiera ofrecer un servicio igualitario sin discriminación a los usuarios en el que la complementariedad entre los diferentes modos comenzara a convertirse en habitual.

La UE hizo realidad la propuesta del mercado común del transporte terrestre en varias etapas. La primera, a partir de 1973 con la consideración de interés comunitario, la cual dio comienzo con los primeros intentos para alcanzar una política común que incidiera sobre todos los medios de transportes. En un segundo estadio, entre 1983 y 1985, se trabajó en “*El programa de prioridades*”, finalizando los esfuerzos con el Tratado de Maastricht (Unión Europea, 1992), que contemplaba la regulación de aspectos de naturaleza laboral.

Una revisión del sistema de transporte en el año 2010 (Vassallo-Magro and Baeza-Muñoz, 2011) confirmó que la evolución de la política aplicada en la UE había logrado

modificar las políticas nacionales de los países miembros con la incorporación de nuevos programas. Estos programas, hacían referencia a la creación de sistemas capaces de satisfacer las necesidades de la sociedad europea y de promover la liberalización del sector del transporte, al buscar el estímulo de la innovación y de la inversión, con el objeto de ofrecer un mejor servicio a un menor coste.

Para que comenzara a sustanciarse, se hacía necesario que se iniciara la eliminación de desigualdades regionales, para lo cual la UE se planteó como objetivo la constitución y puesta en marcha de una red de transporte integrada que contribuyera a la expansión del mercado interior, con un desarrollo basado en los conceptos de seguridad, sostenibilidad y de la gestión del riesgo.

La aplicación de estas políticas comunitarias de transporte se llevó a cabo de una manera diferenciada por modos de transporte. Por ejemplo, en el sector de la carretera se comenzó priorizando la regulación del acceso a la profesión de actividades relacionadas con el sector y en su mercado, como son las autorizaciones, la acreditación de la competencia profesional. Además, se procedió a desarrollar el proceso de liberalización correspondiente a la licencia comunitaria y al cabotaje terrestre con la creación de un mercado único de transportes que se propuso en 1985 con el Acuerdo de *Schengen* (Comunidad Económica Europea, 1985) y se inició en 1995. Con dicho objetivo, se concertaron las condiciones del ejercicio de la profesión de transportista (titulación requerida, pruebas de acceso), la armonización técnica de los vehículos, la modulación de los tipos de mercancías y los tiempos de trabajo, así como la aprobación de la “*Euroviñeta*” en 2011.

De forma paralela se desarrollaron las políticas ferroviarias. En 1995 en el Libro Blanco se marcó la estrategia inicial para la revitalización de los ferrocarriles comunitarios proponiendo la creación de una red europea única conformada por corredores de transporte ferroviario (Comisión de las Comunidades Europeas, 1996). Para ello se establecieron objetivos económicos y de explotación, orientados a criterios comerciales e instando a la modificación de la legislación comunitaria para que la gestión de las infraestructuras y las actividades de transporte se encontraran separadas en unidades diferentes.

Con el propósito de que el sector ferroviario se convirtiera en la base del sistema europeo de transporte sobre el que actúen otros modos, se plasmaron estrategias en cuatro bloques legislativos que bajo la denominación de paquetes ferroviarios comenzaron su andadura en el año 2001 y finalizaron en el 2012 con la aprobación del último bloque. El primer paquete ferroviario, entre otras actuaciones, contemplaba la separación de las funciones entre la gestión de la infraestructura y las operaciones de transporte, determinando costes por el uso de las infraestructuras y facilitando la interoperabilidad de la red europea. Además, establecía la creación en cada país de un organismo regulador independiente de las empresas ferroviarias. El segundo, abría la liberalización

ferroviaria del transporte de mercancías, definía la creación de la Agencia Ferroviaria Europea y desarrollaba el enfoque de la seguridad ferroviaria europea. El tercero, se centró en revitalizar el transporte ferroviario de viajeros y reforzar sus derechos, estableciendo las pautas para la liberalización del transporte de viajeros internacional.

Por último, el cuarto paquete ferroviario, que se encuentra en pleno desarrollo en la actualidad, pretende entre otros objetivos, adecuar la financiación, el establecimiento de las condiciones de competencia del mercado ferroviario, garantizar la gestión no discriminatoria de la red ferroviaria e incrementar el acceso a la red al liberalizar el transporte y potenciar la eficacia de los servicios ferroviarios con el propósito de fomentar la innovación y la eficiencia.

De una forma conjunta, las políticas europeas de transporte han sido transpuestas por los distintos países y han dado como resultado una de las más densas y desarrolladas redes de transporte del mundo que dispone en la actualidad de más de 60.000 km de carreteras de alta capacidad y de más de 11.500 km de líneas ferroviarias de alta velocidad.

Esta red transeuropea de transporte (RTE-T), contribuye a que en la UE este sector sea dinámico y se encuentre estrechamente interrelacionado con la economía. De esta forma se facilita la competencia, se fomenta la innovación, y se proporciona un mayor crecimiento económico, representando alrededor del 9% del valor añadido bruto de la economía europea con una ocupación laboral que se sitúa en aproximadamente 11 millones de personas en empresas cuya actividad principal es la prestación de servicios de transporte. Las actividades de transporte terrestre han crecido en la UE de una manera sostenida pero no de una forma homogénea. Analizados los datos de Eurostat durante el periodo 2015- 2019 (Rosswen, 2021), en el contexto general del transporte terrestre, la carretera se ha mantenido como la infraestructura más utilizada y dentro de ella el modo prioritario ha sido el vehículo particular, el cual representa alrededor del 82,8% frente al autobús que supone el 9,4%. Por el contrario, el ferrocarril solo alcanzó el 7,8% del total.

Las principales razones que hacen que el vehículo particular se convierta en el modo predominante son el crecimiento económico de la sociedad, su mayor rapidez, comodidad y flexibilidad frente al transporte público. El automóvil se emplea en mayor medida en las periferias de las ciudades y en el medio rural (Rosswen, 2021).

El transporte particular tiene la ventaja de permitir el viaje “puerta-a-puerta” pudiéndose calificar como unimodal, mientras que el transporte público siempre necesita de la complementariedad con otro medio; bien con el transporte a pie, con la bicicleta, o con el vehículo privado. Es decir, requiere de una organización/planificación del viaje. Es por ello por lo que el transporte público precisa de un nodo donde efectuar el intercambio modal, por lo que se califica como transporte intermodal.

Para conseguir un equilibrio entre transporte público y privado, se requieren medidas que prioricen el primero frente al segundo, las cuales comenzaron a ser recogidas por la UE en el año 2010 en su Libro Blanco del Transporte (Comisión Europea, 2011) y que hacían referencia a políticas que favorecieran la relación entre modos de transporte. En él se urgió al desarrollo de la intermodalidad, proponiendo herramientas para su gestión y para la educación de los viajeros en el uso de la interconexión de modos de transporte.

Estas políticas pretendían potenciar la eficacia de los nuevos corredores ferroviarios de alta capacidad, los cuales han modificado el concepto tradicional de ferrocarril, un modo de transporte que en sus inicios se encontraba fuertemente relacionado con la sociedad al contar con una densidad de estaciones tan elevada que permitía que sus usuarios accedieran a él fácilmente. De esta manera la estación se convertía en un centro de referencia espacial dentro de la ciudad, así como en un punto de encuentro social para sus habitantes (Escolano, 2017; Naranjo-Gómez et al., 2019; Rokicki and Stepniak, 2018).

Este escenario se ha ido modificando con la aparición de las nuevas líneas ferroviarias de alta velocidad. Con ellas se ha reducido considerablemente la distancia en tiempo entre las metrópolis, mientras que se ha incrementado el distanciamiento entre los núcleos poblacionales de menor tamaño como las ciudades pequeñas y las medianas, siendo esta diferencia de mayor calado en las zonas rurales al alejar la estación de estas poblaciones. Esta evolución ha hecho necesario el uso de otros modos de transporte para acceder a ellas, teniendo como resultado una desvinculación del ferrocarril de alta velocidad tanto con el territorio como con otros modos de transporte, y con la sociedad que habita en los núcleos rurales (Miralles-Guasch and Cebollada, 2009; Naranjo Gómez, 2016).

La aplicación de las políticas de la UE dirigidas a convertir al modo ferroviario en un sector estratégico determinante en el transporte de viajeros permitiría la integración de las ciudades medianas y pequeñas en las redes de alta velocidad además de una vinculación de las nuevas infraestructuras ferroviarias con la sociedad, siempre que se vayan acompañadas del fomento de una transferencia modal eficiente (Gieseke, 2020).

## **II · 2 EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD EN EUROPA**

Las líneas ferroviarias de alta velocidad que surcan la UE ejercen una confluencia integradora entre las grandes metrópolis contribuyen de una forma positiva tanto a su desarrollo territorial como a su cohesión. Una consecuencia que no tiene la misma repercusión en todos los territorios, ya que genera en ellos un desequilibrio que requiere de la aplicación de estrategias que introduzcan el protagonismo de las ciudades medianas y pequeñas, busquen su complementariedad y logren un desarrollo entre redes que

mitiguen los perjuicios intrínsecos, como el efecto túnel entre otros, y que afectan principalmente a las zonas rurales (Puebla, 2004; Rodríguez Barrigón, 2022).

Este concepto de ferrocarril comenzó su andadura con el desarrollo de un tramo de ensayo de ferrocarril de alta velocidad en Berlín en 1903 donde se alcanzaron los 210 km/h con una locomotora con tracción eléctrica; un hito para la época donde la velocidad máxima de los trenes se situaba en 100 km/h. En 1927, con idéntica intención, Italia comenzó a realizar pruebas y estudios sobre la alta velocidad cuyo mejor resultado se obtuvo en 1938 al batir el récord mundial de velocidad para trenes de servicio comercial en Italia (*Electro Treno ETR 200*) alcanzando en la línea Roma–Nápoles los 200 km/h.

Los conflictos bélicos surgidos en Europa en ese periodo del s. XX retrasaron el interés por el desarrollo del ferrocarril de alta velocidad y aunque paulatinamente se comenzó a incrementar la velocidad comercial de las líneas convencionales, no es hasta principios de la década de los 70 del s. XX, cuando se lograron alcanzar velocidades de explotación que se situaban entorno a los 200 km/h tanto en Francia (1967) como en Alemania (1973), desembocando en 1981, en el nacimiento de la alta velocidad europea con la puesta en explotación de la primera línea de estas características entre París y Lyon.

Esta línea, en la que alcanzan velocidades comerciales máximas de 300 km/h con trenes TGV fue el comienzo del desarrollo de este nuevo concepto de transporte ferroviario en la UE, cuyo despliegue se ha visto condicionado por las características propias de cada país que la conforma y que han influido en las experiencias logradas en cada uno de ellos. De tal forma que, si en el año 1981 la UE contaba con 409 km de líneas de alta velocidad en un solo país (Francia), en el año 2021, la UE cuenta con 11.819 km, distribuidos en 13 países (Figura 1).

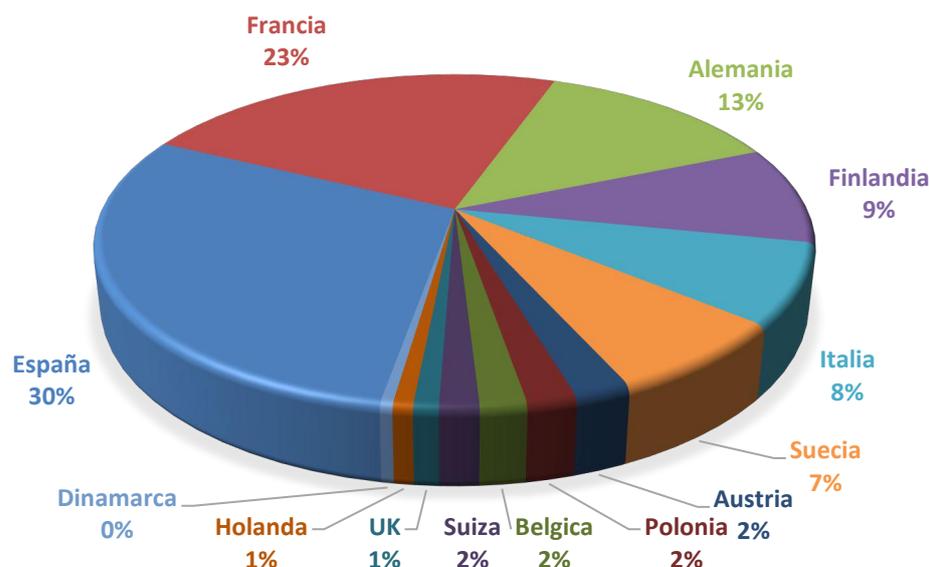


Figura 1. Líneas de ferrocarril de alta velocidad en Europa.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos UIC 2020.

Este desarrollo no ha sido uniforme, como se ha comentado anteriormente. Como ejemplo, existen diferencias de criterios de velocidades máximas comerciales entre los países para definir el concepto de alta velocidad, las cuales oscilan entre los 200 km/h de Suiza y los 320 km/h de Francia (Figura 2).

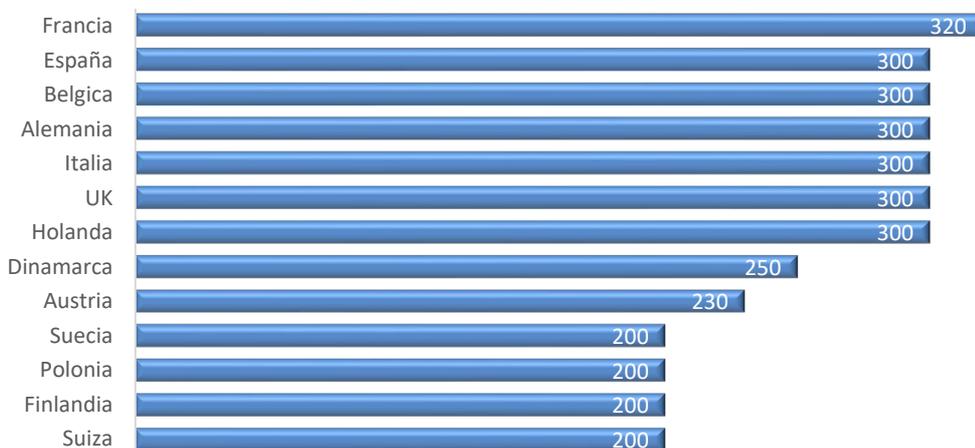


Figura 2. Velocidades máximas en km/h en líneas de ferrocarril de alta velocidad en Europa.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos UIC 2020.

Además, el despliegue ha sido desigual, y en el año 2022, el país que más km de vía de alta velocidad tiene es España. Cabe mencionar que el 74% de los kilómetros de estas características de toda la UE se concentran en España, Francia, Alemania e Italia (Figura 3), países que mueven el 99 % del tráfico ferroviario de viajeros europeo de alta velocidad (UIC, 2022). Es por esta razón por la que el consiguiente análisis de la alta velocidad ferroviaria de este capítulo se centra exclusivamente en estos cuatro países.

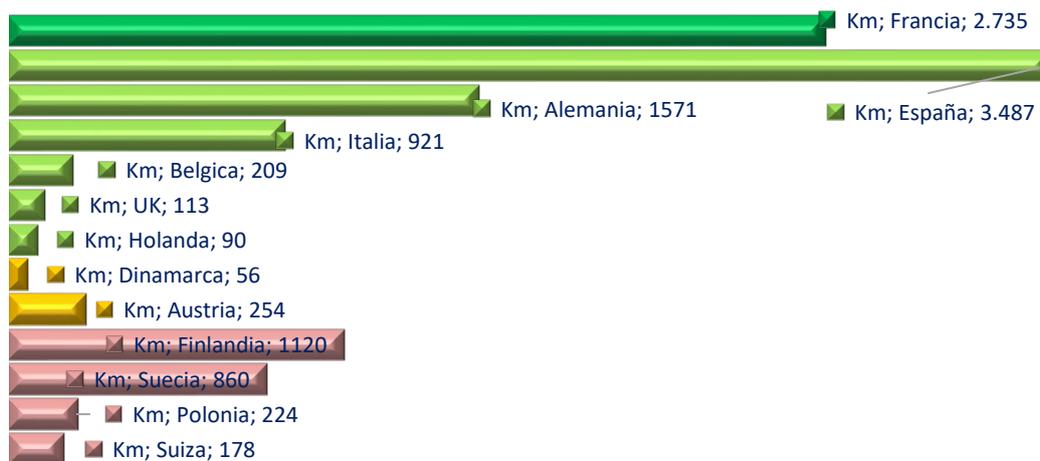


Figura 3. Kilómetros de líneas de ferrocarril de alta velocidad en Europa

Fuente: Elaboración propia a partir de datos UIC 2020.

A estas diferencias, se les une la existencia de dos modelos de diseño y explotación claramente diferenciados, que han sido adoptados por cada uno de los países de la UE en función de intereses y cuyos pioneros han sido Francia, España, Alemania e Italia. En este capítulo, se analizan las redes de Francia, España y Alemania, principalmente, ya que alcanzan el 66% del total de las redes europeas. En consecuencia, se describe, con menos profundidad la red italiana siendo ésta interesante por su número de viajeros.

## II · 2.1 MODELOS DE FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD

El diseño de una línea ferroviaria de alta velocidad se hace con el propósito de mejorar los servicios ferroviarios, pero conviene que el proyecto no sólo se ciña a su infraestructura, sino que debe de contemplar un análisis de futuro y de los efectos territoriales que pueda generar en relación con las características físicas, orográficas y socio-económicas del territorio al cual sirve (de Rus Mendoza and Nash, 2009; López Suárez et al., 2009).

En la propuesta de proyecto inicial se suele priorizar el diseño de un trazado ideal que permita cubrir una determinada demanda de servicios de transporte. No obstante, características como el territorio, la orografía, la económica y la distribución geográfica de la población le condicionan hasta el punto de que dicha prioridad pasa a ocupar un segundo plano (Miralles-Guasch and Cebollada, 2009; Potrykowski and Taylor, 1984).

Tanto el sistema territorial como el medio físico sobre el que se asienta, pasan a convertirse en elementos prioritarios, encontrándose condicionados por la demografía, el factor económico y por el sistema político, que, conformado por las administraciones públicas, ejerce una significativa influencia en las decisiones sobre el diseño y la posterior explotación de estas nuevas infraestructuras de transporte (Abellán García, 1976; Chesnais, 1980; Izquierdo de Bartolomé, 1988; Muñoz Martínez, 2018; Rodríguez Domenech, 2016).

La diferente posición hegemónica de estos elementos ha permitido definir el trazado del ferrocarril de alta velocidad en cada uno de los países de la UE. Por un lado, en Francia surge en 1981 con la concepción de nuevas líneas de alta velocidad independientes a las convencionales y que permiten la circulación exclusiva de trenes de viajeros a velocidades de explotación superiores a 270 km/h. Este concepto se traslada a España posteriormente en 1992. Por otro lado, en Italia (1981) y en Alemania (1988) aparece el diseño de las líneas en base a otro concepto, basado en un modelo adaptado a las líneas convencionales existentes para un tráfico ferroviario mixto de circulaciones, el cual aglutina a los trenes de viajeros de alta velocidad, los convencionales y los de mercancías.

Esta concepción diferencial del diseño de las líneas ferroviarias da origen a dos modelos alternativos de líneas de ferrocarril de alta velocidad, con unas características y experiencias que repercuten en su explotación y que se clasifican en cuatro modalidades (UIC, 2022):

- a) Líneas por las cuales transitan únicamente circulaciones de trenes de viajeros de alta velocidad.
- b) Líneas que soportan el tráfico exclusivo de trenes de viajeros, tanto de alta velocidad como convencionales.
- c) Líneas que soportan un tráfico mixto de composiciones de viajeros convencionales, de composiciones de viajeros de alta velocidad y de mercancías.
- d) Líneas de tráfico mixto de circulaciones de trenes de mercancías y de trenes de viajeros de alta velocidad.

Esta clasificación se ha adecuado al devenir de los tiempos, por lo que la explotación de las líneas ferroviarias de alta velocidad en Europa se ajusta a dos modalidades. Por un lado, se encuentran las que soportan un tráfico exclusivo de trenes de viajeros y por otro las líneas de tráfico mixto de trenes de viajeros de alta velocidad y de mercancías (Tabla 1). La existencia de estos dos modelos pone de manifiesto la falta de unidad en la explotación del transporte ferroviario de alta velocidad y las dificultades que surgen para lograr una confluencia en el interés de configurar una red europea que alcanza un total de 11.819 km en la actualidad (UIC, 2022).

Tabla 1. Modelos de Explotación. líneas ferroviarias europeas.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos UIC 2021.

<b>LÍNEAS DE FERROCARRIL EN EUROPA</b>			
<b>PAÍS</b>	<b>Ancho de vía</b>	<b>Líneas de alta velocidad</b>	<b>Líneas convencionales</b>
FRANCIA	UIC 1.435 mm	<i>Trenes de alta velocidad</i>	<i>Trenes de alta velocidad.</i> Trenes convencionales de viajeros. Trenes de mercancías.
ALEMANIA	UIC 1.435 mm	<i>Trenes de alta velocidad.</i> Trenes convencionales de viajeros. Trenes de mercancías.	
ITALIA	UIC 1.435 mm	<i>Trenes de alta velocidad.</i> Trenes convencionales de viajeros. Trenes de mercancías.	
ESPAÑA	UIC 1.435 mm	<i>Trenes de alta velocidad.</i> Trenes de alta velocidad con ancho variable.	-----
	Ibérico 1.668 mm	-----	<i>Trenes de alta velocidad con ancho variable.</i> Trenes convencionales de viajeros. Trenes de mercancías.

### II · 2.1.1 Líneas para tráfico exclusivo de trenes de viajeros

Como se mencionó anteriormente, este concepto de líneas ferroviarias de alta velocidad se diseña con un trazado independiente a la red convencional para la circulación exclusiva de trenes de viajeros a elevada velocidad y para competir con la aviación. Los países más representativos de este tipo de modelo son Francia y España.

#### *Descripción del modelo francés*

Francia es un país que cuenta con una población de más de 67 millones de habitantes, que se concentra en importantes centros urbanos, con elevados niveles de densidad demográfica, que alcanza los 123 hab./km<sup>2</sup> y que se focalizan en un sistema centralizado que usa como base a la ciudad de París (Unión Europea, 2021). Su orografía ha condicionado el emplazamiento de las poblaciones y el desarrollo de su red ferroviaria convencional la cual conecta las ciudades más importantes del país configurándose con un trazado en forma radial que aprovecha los relieves dotados de una orografía menos accidentada y, cercanos al curso de los ríos arteriales.

Estos condicionantes favorecieron que en la década de los 70 del s. XX, y debido al incremento de las circulaciones, se produjera una elevada saturación de tráfico que estrangulaba las comunicaciones ferroviarias entre las cuales se encontraba la línea ferroviaria convencional de París y Lyon. Para solucionar estos problemas de tráfico ferroviario la Administración francesa propuso el diseño y la construcción de una línea con unas prestaciones que permitieran competir al ferrocarril con el avión. Se concibió, por tanto, con un trazado y unas características totalmente diferentes a las ya existentes, compartiendo con ellas tan solo el ancho de vía. El trazado era independiente de la red convencional, y su diseño solo permitió la circulación de trenes de viajeros, lo que facilitaba alcanzar una elevada velocidad comercial.

La nueva línea se dotó de un menor número de nodos de acceso, condicionando los servicios ferroviarios que circulan por ella a prestar servicio a localidades de un determinado tamaño, frente al modelo previo de ferrocarril convencional. Al combinar el trazado con la reducción de paradas, los tiempos de viaje conseguidos resultaron ser muy competitivos con el transporte aéreo (Klein et al., 1997).

Este patrón de líneas de alta velocidad (Figura 4) se utilizó en el diseño de los sucesivos ejes que se fueron construyendo y que han contribuido a la reducción de los tiempos de viaje de toda la geografía nacional con su capital, París, dando lugar a cambios territoriales y sociales.



Figura 4. Líneas de ferrocarril de alta velocidad en Francia.

Fuente: Grupo de Investigación en Geografía y Tráfico Ferroviario. FFE a partir de datos UIC 2020.

Es conveniente citar que antes de la puesta en marcha de la alta velocidad, la conexión París-Lyon por la línea convencional en la década de los 60 del s. XX soportaba un tráfico de 5 millones de viajeros. Cuando se puso en marcha la línea de alta velocidad, este tráfico se elevó a 15 millones de viajeros en el primer año de explotación. Posteriormente esta cifra se incrementó hasta los 125,9 millones de viajeros en el año 2019 (UIC, 2022).

La explotación de nuevas infraestructuras ferroviarias de alta velocidad en Francia ha sido un éxito, pues su modelo de diseño y de explotación ha sido exportado a otros países, fundamentalmente a España (Etienne Auphan, 2006), cuyo sistema de infraestructura de transporte ferroviario es semejante al francés. En el año 2021, Francia cuenta con 2.735 km de vías de alta velocidad (UIC, 2022).

### ***Descripción del modelo español***

España, es el segundo país más montañoso de Europa, siendo los Pirineos el gran inconveniente orográfico en la unión real de España con el resto de Europa. España tiene una densidad de población 94,83 hab./km<sup>2</sup>, alcanzando una población superior a los 47 millones de habitantes, la cual se concentra en ciudades de elevada densidad que

pivotan sobre su capital, Madrid, que se convierte en el centro neurálgico del país y en su metrópolis nacional (Instituto Nacional de Estadística, 2021).

Sus características orográficas y su distribución geográfica configuran su red de transporte por ferrocarril convencional de una forma radial, enlazando el centro con las principales ciudades del país. Su distribución se asemeja a la red francesa, distinguiéndose de ésta en las mayores dificultades de trazado y en el ancho de vía (diferente al UIC europeo), los cuales han supuesto un inconveniente en las comunicaciones entre España y Europa históricamente a través del ferrocarril.

Al igual que en el caso de Francia, España sufrió la decadencia del ferrocarril como modo de transporte y a finales de los años 70 del s. XX se produjo una saturación de tráfico de las líneas convencionales que comunicaban el centro del país con el norte y con el sur. Para solventarlo, a principios de la década de los 80, la administración española decidió dar un impulso a toda la red ferroviaria con un plan de mejoras que no llegaron a plasmarse.

A finales de la década de los 80, se retomó el interés de solucionar los problemas de saturación y a su vez de mejorar la red ferroviaria existente. Tomando como modelo el criterio francés sobre el diseño de líneas de alta velocidad ferroviaria (LGV 1981, Paris-Lyon), la administración española optó por desarrollar el plan de infraestructuras denominado NAFA con el propósito de mejorar una de las líneas que presentaban un cuello de botella. En este caso se optó por la que comunicaba el centro con el sur peninsular.

Dicho plan contemplaba el diseño y la construcción de la línea de alta velocidad que une Madrid con Sevilla, dotada de un ancho de vía diferente al de las líneas convencionales, y la cual fue inaugurada en 1992. Este criterio, se expandió por el país con otros planes de infraestructuras, configurando una nueva red de ferrocarril que constituida por líneas de alta velocidad en ancho UIC sorteaba las dificultades orográficas del territorio, y perseguía el objetivo de conectar por ferrocarril la Península Ibérica con el resto de Europa. De esta manera se eliminaban las fronteras naturales que hasta este momento habían sido un elemento infranqueable (Pereira and Roca-Sagalés, 2003).

El diferente ancho de esta nueva red de alta velocidad (UIC) respecto a la red convencional (el denominado *ancho ibérico*) y el criterio de que las nuevas líneas se dediquen tan solo a la circulación exclusiva de trenes de viajeros, obligó al desarrollo de una tecnología de vehículos ferroviarios aptos para transitar, tanto por las líneas de alta velocidad como por las líneas convencionales. De esta forma se contribuía a facilitar la reducción del tiempo de viaje en ciudades de cierta importancia carentes del nuevo modo de transporte.

El ferrocarril de alta velocidad en España, desde sus inicios, ha supuesto un punto de inflexión en el reparto modal causando un efecto importante en el uso de los transportes. Antes de 1992, el 70% de los viajeros que realizaban el trayecto Madrid Sevilla

elegía el avión para sus desplazamientos. Sin embargo, en 1993, el 81,6% de ese mercado utilizaba la alta velocidad frente al 18,4% que eligió el avión. Esta tendencia se ha reproducido de manera parecida en el resto del país, lo que convierte a la alta velocidad en el motor del cambio ferroviario en España atrayendo viajeros no solo del transporte aéreo sino de otros modos de transporte (Gutiérrez et al., 2011), una tendencia que se mantiene en la actualidad analizando los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) en el año 2021 y que la liberación del transporte ferroviario de viajeros pretende incrementar a corto plazo.

En el año 1992 la red de alta velocidad española alcanzaba los 500 km y transportó 2,3 millones de viajeros. En el año 2019, ya con una extensión de 3.700 km de líneas (Figura 5), España alcanzó los 41,2 millones de viajeros (UIC, 2022).



Figura 5: España. Líneas de ferrocarril de alta velocidad.

Fuente: Grupo de Investigación en Geografía y Tráfico Ferroviario. FFE a partir de datos UIC 2020.

### II · 2.1.2 Líneas para tráfico de trenes de viajeros y de mercancías

En este caso, el diseño de la línea de ferrocarril de alta velocidad se basa en la construcción de nuevos trazados que se insertan en la red de ferrocarril convencional facilitando la reducción de tiempo en todas las modalidades de conexión ferroviaria. Esta modalidad permite al nuevo modo disponer de un mayor número de nodos de acceso (estaciones), que le hace lograr una menor velocidad comercial y que le faculta para soportar tráficos de trenes de mercancías, regionales y de viajeros de alta

velocidad. Se denomina de tráfico mixto y se ha desarrollado, principalmente en Italia (desde 1981) y en Alemania (desde 1988). A continuación, se presentan ambos modelos de manera más detallada.

### ***Descripción del modelo italiano***

Italia tiene más de 59 millones de habitantes y una densidad de población de 196 hab./km<sup>2</sup> que se concentran principalmente en el norte del territorio, siendo éste altamente urbanizado y desarrollado, en oposición al sur del país (Unión Europea, 2021). A ello ha contribuido su orografía, que conformada por un relieve montañoso que representa el 75% de la superficie del país condicionó el diseño de las líneas de ferrocarril convencionales durante principios del s. XX. En el norte, donde el territorio es más llano, la red es más tupida, mientras que, en el sur, donde la orografía es más abrupta, la red ferroviaria cuenta con menos densidad.

Con esta base territorial y con el propósito de agilizar las comunicaciones ferroviarias, se proyectó en 1927 una línea de ferrocarril de alta velocidad para facilitar la conexión entre Roma y Nápoles, que se plasmó con la puesta en servicio de la línea de ferrocarril que fue denominada la *Direttissima*. No obstante, esta línea demoró su completo desarrollo a consecuencia de la II Guerra Mundial y de la época de la postguerra, a pesar de que ya en el año 1938 se explotaba parte de su trazado y que en ella se batió el récord de velocidad alcanzándose los 200 km/h.

A partir de 1950 la oferta del ferrocarril italiano se desequilibró y comenzó a decaer hasta alcanzar la obsolescencia en aquellos trayectos de largo recorrido donde existía una importante competencia con la carretera. Su decadencia se debió, en parte, a la falta de capacidad de las redes principales que se encontraban al límite de circulaciones y al trazado que, por otro lado, condicionaba la velocidad máxima de los trenes. Esta situación se agravaba en la línea Roma-Florenia, donde al elevado número de circulaciones se unían, las limitaciones de velocidad que generaban un colapso de tráfico, pues en el 50% de su recorrido no se podía exceder los 105 km/h.

Para mejorar la oferta ferroviaria, la administración italiana decidió a finales de la década de los 70 iniciar estudios para mejorar la principal arteria de la red italiana, la línea Roma-Florenia, contemplando varias posibilidades. Una de ellas fue la de cuadruplicar la línea, que se desestimó por razones asociadas con el trazado. Una segunda alternativa consistió en la construcción de una nueva línea completamente independiente, la cual se desestimó porque no podría conectarse la nueva con la existente. Por último, se decidió optar por una solución mixta, según la cual, la mejora del trazado de la línea permitiría altas velocidades. Se decidió que esta línea se conectara en varios puntos con la línea en explotación y fuera apta para la circulación de trenes de mercancías y de viajeros. Esta solución se adoptó en dos grandes ejes. Por una parte, se utilizó en la conexión Milán-Florenia-Roma-Nápoles;

y por otra, en el enlace transversal Turín-Milán-Verona-Venecia con enlace a Génova, configurando una red en forma de “T”.

El desarrollo de las mejoras de la red fue pausado, pues la primera línea ferroviaria proyectada (Roma-Floencia) se inauguró en 1992 a pesar de que su primer tramo entre Settebagni y Cittá de Ila Pieve se inauguró en 1978.

Las dificultades financieras, los hallazgos de restos arqueológicos, el diseño de la red ajustado a la orografía, y las características de la cordillera de los Apeninos, generaron un importante incremento de los costes de construcción y un retraso en el desarrollo de la red, que provocó que a pesar de ser Italia la pionera en establecer líneas de este tipo fuera adelantada en el tiempo su puesta en servicio por Francia y Alemania.

La demora en el desarrollo de esta red de alta velocidad obligó a una reorganización del transporte ferroviario. La explotación de la nueva red (Figura 6) se ha ido integrando en la red convencional, aglutinando circulaciones de viajeros de larga distancia, y de mercancías, con la paulatina asignación a la red convencional del tráfico ferroviario regional de viajeros y mercancías (Albalate et al., 2015).



Figura 6. Italia. Líneas de ferrocarril de alta velocidad.

Fuente: Grupo de Investigación en Geografía y Tráfico Ferroviario. FFE a partir de datos UIC 2020.

Con este modelo de explotación, en el año 2009, cuando se finalizó la línea Turín-Milán-Roma-Nápoles-Salerno, se alcanzaron los 12 millones de viajeros y en el año 2019 el volumen transportado se situó en 59,7 millones (UIC, 2022). Este tráfico de viajeros, aunque lejos del existente en Francia, ofrece un adecuado aprovechamiento de los 923 km de red italiana.

### ***Descripción del modelo alemán***

Alemania es un país que se encuentra en la Europa Central y cuya orografía queda diferenciada en tres regiones principales: la situada al norte que se caracteriza por formar parte de la gran llanura europea, que se inicia en los Países Bajos y continúa hasta el Ural, la región central que se conforma por numerosas y pequeñas regiones, formadas por mesetas boscosas con sistemas montañosos de altitudes poco elevadas y la región sur, que es montañosa y presenta importantes altitudes.

Cuenta con más de 83 millones de habitantes distribuidos en ciudades de muy diferentes tamaños, repartidas de una forma uniforme por todo el territorio sin constituir importantes aglomeraciones, que permiten una densidad de población de 233 hab./km<sup>2</sup> (Unión Europea, 2021). Con esta distribución de población, Alemania, disponía de una red ferroviaria diseñada radialmente con centro en su capital Berlín, que la II Guerra Mundial y el periodo de posguerra contribuyeron a reordenar.

El nuevo orden geopolítico y geográfico de la posguerra, dividió el territorio alemán en dos países: la RFA y la RDA. Por lo tanto, la red ferroviaria se tuvo que reconfigurar, creándose dos redes que se organizaron radialmente con respecto a sus nuevas capitales: Berlín (RDA) y Bonn (RFA), respectivamente. En consecuencia, este nuevo escenario, reorientó la red de este a oeste, lo cual no satisfacía las necesidades del modelo de desarrollo económico de la posguerra, que necesitaba dar salida a las exportaciones de las industrias ubicadas en el sur del país hacia los puertos holandeses y del norte. A esta carencia se unieron las dificultades en el trazado de la red heredada de la postguerra, con tramos de velocidades muy exiguas, con problemas de capacidad y con bajas velocidades comerciales, condicionando una oferta comercial muy ajustada y poco competitiva el modo de transporte por carretera.

En la década de los 70 del s. XX, con el propósito de hacer más competitiva la red ferroviaria, la administración alemana de la RDA presentó un programa de actuaciones en infraestructuras para mejorar sus líneas ferroviarias, que incluyó una modernización de trazado para elevar la velocidad comercial y aumentar la capacidad de circulación en los puntos conflictivos.

Con dicho objetivo desarrolló un plan basado en la construcción de tramos de líneas nuevas que permitieron la eliminación de los cuellos de botella de la red y la mejora de las líneas existentes con el propósito de incrementar la velocidad máxima hasta los

200 km/h. Siguiendo este camino, se pretendió actualizar el ferrocarril e incrementar su competitividad frente a la carretera y al transporte aéreo. En 1991 se inauguraron los servicios ferroviarios de alta velocidad denominados ICE entre las ciudades de Hannover y Würzburg (Rothengatter, 2000).

Antes de la puesta en marcha de los trenes ICE, Alemania consiguió la reunificación (1990) de la RFA y de la RDA, lo que puso de manifiesto la necesidad de mejorar las conexiones del norte con el sur del país. Para ello se elaboró un plan en 1992 para adaptar la red ferroviaria, reconstruyendo y modificando tanto la red de la RFA como la de la RDA, priorizando las conexiones con la nueva capital Berlín, para lo que se estableció el eje principal Hannover-Berlín.

Estas actuaciones en la red se concibieron para mejorar las infraestructuras existentes de tal forma que permitieran la coexistencia del tráfico de viajeros con el tráfico de trenes de mercancías, dado que los nuevos tramos se orientaron a subsanar la saturación de tráfico y a mejorar los encaminamientos de la red ferroviaria convencional complementándose con la construcción de tramos de nuevo trazado de alta velocidad. No obstante, este criterio contó con una excepción, el diseño de la línea que une Colonia con Frankfurt, que se realizó para el tráfico y la explotación exclusiva de trenes de viajeros (Rothengatter, 2000).



Figura 7. Alemania. Líneas de ferrocarril de alta velocidad.

Fuente: Grupo de Investigación en Geografía y Tráfico Ferroviario. FFE a partir de datos UIC 2020.

La red resultante, mostrada en la Figura 7, que mejora y complementa a la existente, presta servicio a un territorio con una diseminación de la población en ciudades de diferentes tamaños que condicionan a que el ferrocarril cuente con una mayor accesibilidad, la cual se logra con un desarrollo complementario de la red de transporte regional y con el incremento de las paradas de los trenes ICE, aunque el volumen de tráfico puro de las líneas de alta velocidad es inferior.

Por sus 1700 km de líneas de alta velocidad y por las convencionales discurren los ICE que desde su puesta en funcionamiento (1991) han experimentado un crecimiento sostenido hasta llegar a alcanzar en el año 2019 un tráfico que ascendió a 99,2 millones de viajeros (UIC, 2022).

## II · 2.2 APORTACIONES DE AMBOS MODELOS FERROVIARIOS

De la revisión de los modelos ferroviarios de alta velocidad, se desprende que el modelo italiano y el alemán integran la red convencional con la de alta velocidad y potencian la red de ferrocarril a nivel país en su conjunto (Cascetta et al., 2011). Se encuentran pues en condiciones de ordenar el territorio y mejorar las comunicaciones ferroviarias entre ciudades colaborando en la reorganización de los flujos de transporte para solucionar los problemas de congestión de algunos corredores, logrando de esta manera mejorar el tráfico de viajeros y de mercancías (Albalade and Bel, 2011; Cascetta et al., 2020).

Por el contrario, los modelos español y francés, que no combinan las líneas convencionales con las líneas de alta velocidad generaron dos tipos de redes ferroviarias, lo que implica una potenciación parcial del ferrocarril. Una parte de él es competitiva frente a la aviación, ya que ubica estaciones en lugares estratégicos para dar servicio a sus principales ciudades acercándolas en tiempo con su capital nacional mientras que la otra queda parcial o totalmente relegada al ostracismo. Esta concepción ferroviaria favorece el centralismo y desestabiliza el territorio (Albalade and Bel, 2012; Réseau ferré de France, 2010).

La explotación de ambos modelos también es diferente. El modelo alemán se basa en zonificar el territorio en áreas urbanas que contemplan ciudades de diferentes densidades poblacionales donde se incluyen las zonas rurales. Las ciudades importantes se conectan a través de la red ICE (tren de alta velocidad) que se relaciona en los nodos con conexiones regionales, por lo que realizar un viaje puede resultar dificultoso al tener que realizar probablemente más de algún transbordo.

Esta explotación conjunta de circulaciones ha originado que los ICE circulen en horario diurno, dejando que las de mercancías se realicen en periodo nocturno. De esta forma, se compatibilizan el servicio mixto, de trenes de viajeros de alta velocidad con

los trenes de mercancías. Para extender los servicios de alta velocidad a todo el territorio, los servicios de viajeros de alta velocidad se complementan con servicios de cercanías o regionales.

En Alemania, se opta por primar la frecuencia en lugar de mantener elevadas velocidades, lo que redundaría en un incremento de la velocidad en el conjunto de toda la red. El resultado obtenido en las líneas alemanas ha sido que los tiempos y velocidades comerciales sean diferentes, facilitando que el sistema funcione mejor en su conjunto al permitir la interconexión entre el ferrocarril convencional y el de alta velocidad, aunque el primero quede relegado a tráficos regionales.

Por el contrario, el criterio de explotación utilizado en España y en Francia se basa en pocas paradas, logrando elevadas velocidades para captar viajeros que priman la reducción de los tiempos de viaje. Como sus redes de alta velocidad se han diseñado basándose en la conexión de la capital con las ciudades periféricas, se crean ejes radiales importantes que se transforman en ejes transversales. En Francia, aparece el eje Lille-París-Lyon-Marsella y en España el Barcelona-Madrid-Sevilla/Málaga.

En Francia, los tráficos de alta velocidad coexisten en las líneas convencionales, que relegadas al tráfico de trenes regionales y expresos reciben la prolongación de las circulaciones de alta velocidad, que, circulando a menor velocidad, sirven a los destinos ubicados fuera de las líneas de alta velocidad.

En el caso español, los servicios ferroviarios de alta velocidad que circulan por vías de ancho UIC prolongan su área de influencia a localidades que cuentan con ferrocarril convencional dotadas de ancho ibérico, mediante el uso de material ferroviario de ancho variable. Además, por las líneas de alta velocidad conviven circulaciones de alta velocidad con servicios de alta velocidad regional, que comunican ciudades principales con ciudades intermedias con menor población.

Estos modelos de explotación de la alta velocidad irrumpen de una forma suave en la explotación ferroviaria convencional consiguiendo al principio una convivencia armoniosa que llega a disponer de una complementariedad en sus servicios e incluso una gestión conjunta. Esta coexistencia a corto plazo se transforma en rivalidad entre modos ferroviarios y finaliza con una transferencia de las circulaciones de trenes de viajeros de larga distancia a las nuevas líneas de alta velocidad, que absorben el tráfico ferroviario de las grandes relaciones y finalmente deriva en una involución del ferrocarril convencional (Jiao et al., 2014; Wang et al., 2012; Wang, 2018).

Este fenómeno está generando una reestructuración del tráfico ferroviario en los países europeos. Mientras las líneas de alta velocidad se centran en el tráfico de trenes de viajeros de larga distancia, las líneas convencionales lo hacen en servicios ferroviarios de media distancia y de mercancías.

Con esta nueva organización se provoca un abandono paulatino del tráfico ferroviario de viajeros en las líneas convencionales, que unido a la liberalización del transporte ferroviario de viajeros ha llevado a la UE a requerir a los estados miembros el establecimiento de reglas que faciliten la determinación de los servicios públicos ferroviarios necesarios para evitar la desvertebración territorial que pueden provocar las nuevas líneas ferroviarias de alta velocidad.

### II · 3 EFECTOS DE LAS LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD

Las infraestructuras ferroviarias de alta velocidad han transformado las redes de transporte europeas y han contribuido a crear en la sociedad expectativas de crecimiento social y económico, debido a que aporta una reducción de los tiempos de viaje, potencia la confianza en el modo ferroviario y fomenta la aparición de una cultura de valoración del tiempo de transporte (Knowles, 2006).

Estas aportaciones afectan al dinamismo de las ciudades, a su área de influencia y originan una desigual movilidad y un dinamismo en los territorios atravesados. Efectos que surgen de una manera secuenciada, comenzando en primer lugar por el efecto túnel, que a su vez provoca una polarización territorial, prosigue con la modificación de la accesibilidad y de la cohesión territorial y finaliza originando una nueva organización territorial y su incidencia, se encuentra relacionada con el diseño y la explotación de la línea (Figura 8).

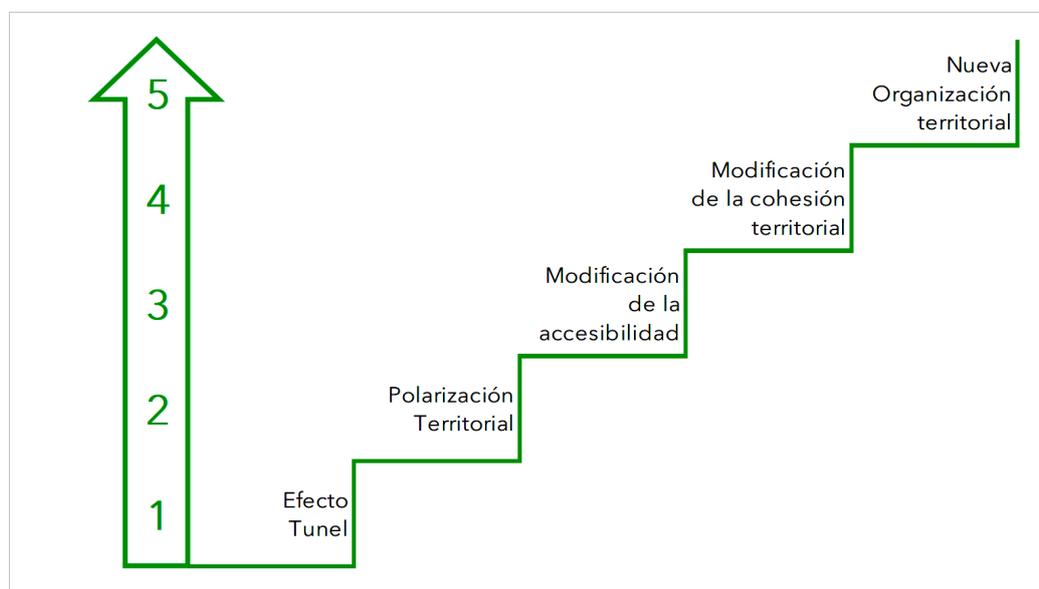


Figura 8. Efectos generados por las líneas de alta velocidad.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

En la concepción de las líneas ferroviarias de alta velocidad suele primar la prestación de servicio entre su origen y su final de línea. En consecuencia, se insertan pocos centros de acceso a lo largo del trayecto en su diseño, siendo éstos distantes entre sí, lo que motiva que surjan discontinuidades en el espacio que los separa que desestructuran el desarrollo territorial previamente forjado por el ferrocarril convencional. Esta zona de discontinuidad o área de sombra se denomina “*efecto túnel*” y se debe principalmente a la reducción del tiempo en comunicar dos ciudades y a la distancia que separa las estaciones (Bonnafois, 1987; Gutiérrez Puebla, 2005; Plassard, 1991). Dicha área de sombra ha sido analizada en las líneas ferroviarias de alta velocidad francesa, alemana y española, debido a su concepto de diseño, basado en un nuevo trazado con una importante reducción de estaciones intermedias (Muñoz Martínez, 2018).

Unos centros de acceso se emplazan en poblaciones intermedias de la línea en las que el tren realiza parada y la estación actúa como polo de desarrollo que atrae actividad tanto para la ciudad como para su área de influencia. El efecto positivo que genera permite que la ciudad incremente su peso específico dentro del territorio frente a las poblaciones que carecen de este modo de transporte (Garmendia et al., 2011; Murayama, 1994).

La ciudad con estación de alta velocidad actúa como generadora de una dualidad significativa entre espacios comenzando al originar una transformación en la zona urbana donde se ubica la estación debido al incremento que se produce en la movilidad de sus habitantes tanto a nivel urbano como interurbano. Los espacios urbanos que se encuentran alejados del centro ferroviario y que no perciben los incrementos de movilidad que surgen pierden protagonismo en el entramado urbano de la ciudad (Bazin-Benoit et al., 2016; Delaplace and Dobruszkes, 2015).

Esta transformación inicial continúa con la aparición de focos de actividades que la convierten en un área privilegiada y en receptora de la mayor parte de las inversiones privadas y públicas (Gutiérrez, 1998; Vickerman, 1995). De la misma manera, impregna al territorio impulsando al crecimiento de los núcleos que cuentan con una economía potente y debilitando a aquellos que tienen una menor actividad (Gutiérrez Puebla, 1991; Haynes, 1997).

En el caso de Francia, los investigadores detectaron que la alta velocidad no genera procesos, sino que los acelera. Además, necesita de una planificación de actuaciones que permitan extender sus beneficios sociales y económicos, llegando a constituir desde su creación un nuevo sistema de transporte completamente diferente a los existentes donde las localidades que ejercen como centro de su área de influencia se benefician en su relación con París (Bonnafois, 1987; Facchinetti-Mannone, 2011; Plassard, 1991).

En el caso español, los investigadores llegaron a la conclusión de que las nuevas relaciones incrementan la vinculación entre las grandes ciudades dotadas de estación (de Rus, 2009; Garmendia et al., 2008; Pereira and Roca-Sagalés, 2003). Y en el caso

alemán, Heuermann and Schmieder (2014) exponen que este modelo de alta velocidad acerca a las grandes ciudades y además favorece al territorio que las separa.

Por tanto, las investigaciones realizadas en los tres países muestran que las líneas de alta velocidad francesa y española son más proclives a promover el efecto túnel fortaleciendo a las ciudades a las que prestan servicio y convirtiendo al territorio que las separa tan solo en el medio sobre el que se desplaza el tren, logrando un efecto análogo al modo de transporte aéreo. Una vez que el tren sale de la estación, no para y si lo hace, aparecen dificultades para acceder a las áreas habituales frecuentadas por sus habitantes, como pueden ser los servicios a los ciudadanos, lo que las convierte en áreas inaccesibles para este medio (Albalate and Bel, 2012).

A raíz del “*efecto túnel*”, surge, o en algunos casos se acrecienta, la polarización del territorio, la cual se muestra directamente relacionada con la configuración geográfica del país. En el caso de la alta velocidad española y francesa, cuyos países cuentan con una configuración geográfica que concentra su población y actividades en grandes urbes, la alta velocidad ha permitido que éstas amplíen su hegemonía hasta alcanzar en su radio de influencia, en algunos casos, a poblaciones que se encuentran alejadas de su núcleo entre 200 y 250 km (Bazin et al., 2009).

Esta ampliación del área de influencia ha generado una debilitación de la influencia de las ciudades que cuenta con un menor potencial, tanto económico como en población y que se encuentran ubicadas dentro del territorio, las cuales se ven absorbidas por el dominio de aquellas de mayor tamaño como ha ocurrido, en el caso francés, siendo la ciudad de Reims un buen ejemplo de ello, perdiendo influencia sobre el territorio circundante en favor de París (Facchinetti-Mannone, 2002). No obstante, se ha observado que aparece de forma paralela una mayor cooperación entre ciudades medianas con el incremento de los viajes de estudio, de trabajo, de servicios médicos o la ampliación del radio de acción de actividades que se encontraban solo centradas en una de las dos ciudades. En el caso francés, ha surgido la cooperación entre Rennes y Nantes y en el caso español entre Puertollano y Ciudad Real. Otros casos dados en el territorio nacional son el de Córdoba con Sevilla, y el de Calatayud con Zaragoza (Garmendia Antin et al., 2011; Klein et al., 1997).

En el caso alemán, en contraposición, la polarización del territorio ha mostrado un menor impacto, debido a que se produce una interacción entre la ciudad y el territorio, basada en dos elementos fundamentales. En primer lugar, a que la distribución geográfica alemana carece de importantes núcleos centralizados. Y, en segundo lugar, a que la alta velocidad ha aportado un mayor dinamismo a las ciudades mejorando su comportamiento al contar con un incremento en la calidad de los servicios.

Los dos efectos comentados modifican considerablemente la accesibilidad del territorio, un concepto que se ha transformado con el desarrollo del transporte y el incremento de

la movilidad. Esto se debe a que la accesibilidad tiene en cuenta la relación entre el espacio y sus actividades, considerando parámetros de tiempo, modo de transporte, tipo de infraestructura y servicio elegido en el desplazamiento, convirtiéndose en un elemento de análisis territorial imprescindible en la planificación de las infraestructuras que vertebran un territorio (Scheurer et al., 2017).

La buena comunicación y accesibilidad que ofrece la alta velocidad a las grandes ciudades, y que lleva a convertirlas en polos de desarrollo territorial, no se traslada al conjunto del espacio de orden superior al municipal. El incremento de la actividad económica de las ciudades y la modificación de los paradigmas asociados a los asentamientos poblacionales, generan una nueva organización social que condiciona la accesibilidad territorial y la lleva a convertirse en un elemento básico en la modificación de los patrones de uso del suelo.

Con la llegada de la alta velocidad, la medición de la accesibilidad se ha adaptado a las nuevas exigencias de la sociedad a través de la modificación en el empleo de los parámetros anteriormente citados, pues las comunicaciones no se miden en distancia entre puntos de origen y destino, sino que se tiene en cuenta de una manera significativa la cuantificación de los lugares alcanzados en un tiempo determinado al desplazarse por una red de transporte a una velocidad constante.

La accesibilidad se mide, por tanto, como un elemento que permite caracterizar de manera indirecta el bienestar de las personas, permitiendo un mayor o menor acceso a los servicios más especializados existentes en los grandes núcleos urbanos, que suelen ser los que actúan como polos de atracción. Además, facilita una mayor o menor movilidad espacial que se correspondería a un movimiento encuadrado en la realidad social donde influyen aspectos de los habitantes, tales como el nivel económico, el modo de transporte que tiene a su disposición cada ciudadano en sus desplazamientos, el nivel de estudios, que condicionan la movilidad dependiendo de la hora del día y del día de la semana, condicionando el número de viajes que pueden realizarse (Farrington and Farrington, 2005).

Otra forma de cuantificar la accesibilidad del conjunto de una determinada población dentro de un territorio es tratarla como una combinación de la localización de la misma y de las características de su red de transportes con el objeto de definir y contrastar el grado de interconexión de dicha población con el resto de asentamientos de la zona de estudio (Gutiérrez et al., 2010).

Ambos puntos de vista coinciden en presentar la accesibilidad como la capacidad que tiene un lugar de atraer hacia u originar desplazamientos desde para quien lo demanda, con una relación, que frecuentemente se realiza con la distancia a que se encuentra del demandante. Su cuantificación pone en valor el acceso a nuevas oportunidades con una influencia del tipo de modo utilizado, poniendo de manifiesto las ventajas que

ofrece el transporte público frente al privado en cuanto a la reducción del consumo energético, las emisiones a la atmósfera, el ruido y los efectos derivados de la congestión del tráfico (Comisión Europea, 2022).

A nivel estratégico, la UE emplea la accesibilidad como parámetro de medida del desarrollo de las RTE-T (Vassallo-Magro and Baeza-Muñoz, 2011) con el objeto de obtener de forma indirecta el nivel de cohesión económica y social del territorio. De esta manera se evalúa la accesibilidad asociada con la eficiencia a través de la equidad territorial, primando la evaluación del impacto de las infraestructuras de transporte de alta capacidad en la vertebración y cohesión territorial (Geurs et al., 2012; Halden, 2002).

Su evaluación permite elaborar estrategias de comunicación que faciliten el acceso igualitario de los ciudadanos a los servicios públicos, ya que la accesibilidad, unida al avance tecnológico, se convierte en pieza clave para el desarrollo de los sistemas de transportes que intervienen en la movilidad y el progreso de las sociedades interconectadas.

Por esta razón, la UE en sus propuestas de movilidad estimula acciones orientadas hacia el equilibrio de los diferentes modos de transporte con el propósito de disminuir el liderazgo del automóvil en el transporte (Tribunal de Cuentas Europeo, 2020). Aconsejaba la adopción de medidas para conciliar las necesidades de movilidad con el interés colectivo, máxime teniendo en cuenta las dificultades de promoción del transporte público en áreas de baja densidad y poco congestionadas por el tráfico.

La accesibilidad en el transporte público de viajeros en las zonas rurales es, si cabe, de una mayor importancia, ya que permite un análisis basado en una visión de su cobertura espacial y poblacional con el objetivo de medir su efectividad territorial y social. Su análisis se lleva a cabo considerando la proximidad de los núcleos de población a las paradas del transporte público por carretera o a las estaciones de ferrocarril tanto aquellas asociadas a la red ferroviaria convencional, como las pertenecientes a la infraestructura de alta velocidad. Es clave hacer notar que, la simple proximidad a una vía férrea o una ruta de autobús no constituye un acceso efectivo a la infraestructura, y por ende al medio de transporte, siempre y cuando no exista un acceso real a ellas mediante estaciones o paradas donde los usuarios puedan incorporarse realmente a ella.

En consecuencia, el tiempo utilizado en el desplazamiento hacia y desde la propia infraestructura modifica la accesibilidad de un territorio y el análisis realista de su movilidad. Se relaciona, por tanto, con el motivo del viaje y con la capacidad de dichos nodos de atraer y/o generar viajes entre ellos. Es por ello por lo que los usuarios de los transportes desean que ese tiempo sea el menor posible, convirtiéndose el tiempo en una variable fundamental para adoptar la decisión de desplazarse y en caso de hacerlo, de optar bien por el transporte público o por el particular. Modos de transporte en los que el tiempo de viaje que emplean en recorrer un determinado trayecto por una

infraestructura desde un punto a otro se convierte en elemento diferenciador y decisivo a la hora de su uso (Preston and Rajé, 2007).

Además de modificar la accesibilidad, la alta velocidad también hace variar la cohesión territorial, dado que además de aprovechar estas oportunidades genera el refuerzo del atractivo económico de las ciudades, el desarrollo de la centralidad y la diversidad urbana causando una modificación de la cohesión territorial de la ciudad y de su área de influencia. Transformaciones éstas que han dado lugar a un nuevo escenario en las comunicaciones terrestres con la reorganización de la red de transporte debido a que se ha fomentado el nacimiento de nuevas relaciones y recorridos colaborando en el deterioro del desarrollo de las áreas rurales (Givoni, 2006; Gutiérrez, 2001; Hall, 2005; Vickerman, 2015).

La organización de un territorio y el número de oportunidades a las que pueden acceder sus habitantes se encuentra fuertemente unida a la cohesión territorial y a la movilidad. Estos aspectos que, como consecuencia del desarrollo de las nuevas infraestructuras de alta velocidad, han visto modificada su variable de referencia, ya que la distancia entre dos puntos del territorio ha dejado de ser un elemento único de decisión a la hora de realizar un viaje y su lugar lo ha ocupado el tiempo empleado en el desplazamiento entre ellos (Linneker and Spence, 1992).

Para revertir esta situación, y con la intención de aplicar el principio de igualdad de derecho de todos los ciudadanos es necesaria la integración del mayor número de ciudades, independientemente de su tamaño, así como la organización de las regiones y territorios en los que intervienen de forma activa estas redes de infraestructuras que han sido potenciadas por las administraciones. Su desarrollo llega a reconfigurar las relaciones territoriales facilitando la creación de nuevos enlaces entre territorios, pero no logran alcanzar la igualdad pretendida por los Estados, en parte porque la reorganización territorial que florece, lo hace en función del modelo de ferrocarril de alta velocidad desarrollado.

La experiencia en la explotación de las líneas de ferrocarril ha permitido que aflore la falta de previsión inicial que se ha reflejado en la necesidad de mejorar el impacto generado por las líneas de alta velocidad en la cohesión territorial de las regiones mediante la regularización de la distancia y del tiempo de los viajes (Albalade et al., 2015; Vickerman, 1995).

A este respecto, investigadores como Givoni (2006) y Gourvish (2010), han realizado un análisis sobre el impacto que generan las líneas de alta velocidad en países como Francia, España, Alemania y Japón, donde, entre otras conclusiones manifiestan que las líneas de alta velocidad potencian la hegemonía del ferrocarril, sustituyen a otros modos de transporte y presentan la capacidad de transformar sus redes.

Rothengatter (2000), en un análisis de la red alemana de alta velocidad, aconsejó la coordinación entre las diferentes administraciones alemanas para conseguir una red de transportes que integrara el área dotada de alta velocidad con la no dotada y que permitiera la integración territorial y social. Siguiendo esta línea, Bischoff et al. (2018) investigaron y estudiaron el desarrollo de las infraestructuras alemanas analizando la proyección del comercio, el consumo de energía, la seguridad, la accesibilidad, la calidad de vida. En su estudio llegan a la conclusión de que el sistema de transporte alemán reúne las características para potenciar la territorialidad y la cohesión social logrando ser calificado como transporte sostenible, una potencialidad que no logra hacerse realidad en todos los países. Como es el caso de España y Francia, donde al disponer de redes ferroviarias que priman en su diseño la relación entre el origen y el final de la línea, la cohesión territorial sufre alteraciones. Un criterio que promueve la centralización de actividades en los nodos más importantes en detrimento de la cohesión territorial y social de las zonas rurales y periurbanas, las cuales al no disponer de este nuevo modo de transporte, pierden calidad en su oferta de transporte ferroviario convencional y de carretera (Martínez Sánchez-Mateos and Givoni, 2012).

Estos modos pierden servicios al no poder competir en el nuevo mercado que abre la alta velocidad, la cual no logra alcanzar la mejora de la conectividad intrarregional y garantizar el acceso a las oportunidades de desarrollo del territorio, a pesar de perseguir dicho objetivo, entre otras razones, por su inadaptación al territorio en relación con sus centros urbanos de desarrollo (Linneker and Spence, 1992).

En los tres casos analizados en detalle en esta investigación (alemán, español y francés), la nueva organización territorial que genera la alta velocidad se caracteriza en las grandes ciudades por un incremento de su influencia por la creación de centros productivos con empleos ligados a las nuevas tecnologías y un desarrollo del sector servicios. A lo que hay que añadir, que se produce una evolución de las zonas residenciales y de la población (Beria et al., 2018; Cascetta et al., 2020; Laurino et al., 2019; Naranjo Gómez, 2016).

No obstante, estos avances, que se generan principalmente en ciudades con actividad del sector terciario, llevan parejos que las zonas menos florecientes pierden notoriedad frente a los territorios por los que circula la línea de alta velocidad ya que facilita que no se desarrollen relaciones económicas de densidad. En consecuencia, la mera llegada de la infraestructura ferroviaria de alta velocidad a una ciudad no la modifica en sí, si ésta no va acompañada de estrategias asociadas a un nivel territorial a escala regional (Cheng et al., 2015; Givoni, 2006; Muñoz Martínez, 2018; Vickerman, 2015).

## II · 4 RELACIÓN INFRAESTRUCTURA DE AV-TERRITORIO

Las infraestructuras ferroviarias de alta velocidad se relacionan con el territorio y con la población mediante sus centros de acceso: las estaciones. Por lo que, tanto su número y ubicación, como su distancia desde y hasta los núcleos urbanos, condicionan el aprovechamiento de la línea. Para determinar el número de estaciones y su ubicación se suele buscar en el proyecto de la línea una coordinación entre los aspectos técnicos y funcionales asociados al ferrocarril y a su infraestructura, así como aquellos relacionados con el aspecto intermodal, con el propósito de lograr un equilibrio entre la velocidad y el nivel de servicio. Si se prima la velocidad, los territorios atravesados salen perjudicados, mientras que, si se prima el servicio, se perjudica a la velocidad y al tiempo de conexión. En el alcance de este equilibrio interviene la estación, la cual facilita la relación directa del territorio con la infraestructura ferroviaria, y en consecuencia, su mayor o menor aprovechamiento (Bellet, 2010; Facchinetti-Mannone and Bavoux, 2010).

La literatura analizada pone de manifiesto que la estación y su emplazamiento se deberían decidir en función de la conjunción de las necesidades ferroviarias y de las urbano-territoriales. No obstante, la realidad es que, en la mayoría de los casos, esta relación se lleva a cabo mediante la confluencia de la posición geográfica dentro de una red ferroviaria y, de un entorno territorial, además de una explotación variable según la intensidad de los servicios.

La ubicación de la estación pretende minimizar los condicionantes geográficos y medioambientales del territorio atravesado, adaptarse al diseño de la línea ferroviaria, a su proyecto de explotación comercial y superar el encorsetamiento de la financiación del proyecto de la infraestructura. Con estos objetivos, se requiere impulsar la viabilidad económica, la accesibilidad territorial y el desarrollo del territorio. Además de estos matices claramente relacionados con la planificación ferroviaria, convendría tener en cuenta las integraciones urbanas, territorial y la interconexión entre modos de transporte, tal y como sugieren Bellet Sanfeliu y Jurado Rota (2014).

Esta combinación de matices se traduce en los criterios fundamentales que deberían formar parte de los intereses que intervienen a la hora de ubicar una estación estando representados por la rentabilidad, el servicio y el desarrollo territorial, siendo orientados individualmente hacia un objetivo que depende de su nivel de aplicación (Tabla 2).

Tabla 2. Razones para la ubicación de una estación.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Bellet Sanfeliu y Jurado Rota (2014).

Razones para ubicar una estación	NIVEL			
	Nacional	Regional	Local	De barrio
<b>Rentabilidad</b>	Reducción de tiempos de viaje. Eficiencia en red	Incrementar el área de influencia de la estación	Incremento de clientes del área de influencia	Captación de usuarios diferentes
<b>Servicio</b>	Oferta de servicios (frecuencias y destinos)	Mejorar la accesibilidad regional	Integración de la estación en otras redes de transportes	Nodo de intercambio
<b>Desarrollo territorial</b>	Incrementar el Atractivo territorial	Integración de la estación en las Estrategias de desarrollo	Integración de la estación en el desarrollo local	Coherencia con proyectos locales

Cuando las razones para ubicar una estación se adoptan a escala de territorio nacional, se busca su rentabilidad mediante el ahorro del tiempo de viaje y la eficiencia en la red. Con ello, se persigue un servicio basado en una adecuada oferta de frecuencias y destinos, así como un desarrollo territorial mediante el incremento del atractivo del territorio en su conjunto.

Si estas razones se adoptan a escala regional, la rentabilidad se orienta hacia el incremento del área de influencia de la estación dentro del ámbito regional. El servicio se dirige, por tanto, hacia la mejora de la accesibilidad regional en su conjunto y el desarrollo territorial se basa en la integración dentro de sus estrategias de progreso.

Descendiendo en la escala territorial hacia un nivel local, la rentabilidad se dirige en este caso hacia el incremento de clientes en el área de influencia. El servicio se orienta de esta forma a la integración de la estación en otras redes de transporte y el desarrollo territorial a la integración de la estación dentro del desarrollo local.

Por último, las razones de ubicación a escala local persiguen una captación de clientes para alcanzar la rentabilidad, lograr un servicio convirtiendo a la estación en un nodo de intercambio y lograr un desarrollo territorial mediante la coherencia con los proyectos de ámbito local.

Por tanto en todos los niveles del territorio se pretende, desde una perspectiva asociada con la rentabilidad, conseguir un incremento de clientes potenciales, poder ofrecer una nueva accesibilidad más eficiente relacionada con el servicio, e integrar la estación en la dinámica espacial del territorio con la orientación hacia el desarrollo territorial. Todos estos propósitos se aplican de manera desigual a la hora de definir la ubicación de las estaciones (Bellet Sanfeliu and Jurado Rota, 2014; Vázquez Varela and Martínez Navarro, 2015).

Cuando la línea ferroviaria de alta velocidad cuenta con un nuevo trazado, la ubicación de las estaciones se define desde una perspectiva en la que prima la escala territorial nacional, enfoque éste empleado para dilucidar el emplazamiento de la estación en una gran ciudad. En base a dicho criterio, se persigue alcanzar la rentabilidad mediante la eficiencia de la red y el servicio, confeccionando una buena oferta de servicios. Además, el desarrollo territorial se fomenta mediante el incremento del atractivo de la ciudad, por lo que el emplazamiento se realiza en las instalaciones de las estaciones existentes reformándolas, a través de la mejora de su accesibilidad y transformándolas en nodos intermodales

Desde dicho punto de vista, en estas líneas y en las ciudades de menor tamaño, se busca implantar la estación en aquellas ubicaciones que afecten lo menos posible a su trazado, lo que resulta poco adecuado para generar nuevas centralidades y para garantizar la accesibilidad a los ciudadanos de esos núcleos poblacionales del territorio (Garmendia et al., 2012a).

Este es el caso de Francia, donde, a las ciudades grandes se las dota de estación y se las ubica en su centro urbano, mientras que a las ciudades intermedias y pequeñas se las priva de estación. En caso de que cuenten con ella, las estaciones son ubicadas en el extrarradio o a una distancia considerable del centro urbano.

Al enfoque a nivel nacional se une el criterio de nuevo trazado y el de la reducción de los tiempos de viaje, los cuales originan que el número de estaciones se reduzca incrementándose, por el contrario, la separación entre ellas. Así, en la primera línea de alta velocidad francesa, París-Lyon, las estaciones intermedias se ubicaron con una separación entre sí de unos 300 km, mientras que en la línea del Eje Atlántico la separación se redujo a unos 200 km. En las siguientes líneas construidas con posterioridad a las citadas, la separación se situó entre 100 y 150 km (Facchinetti-Mannone and Bavoux, 2010).

En el análisis del caso del modelo ferroviario español, se detecta que la ubicación de las estaciones ha seguido una línea semejante a la descrita con anterioridad estableciéndose en las primeras líneas españolas una separación entre ellas que no superan los 175 km, una distancia que se ha modificado en las líneas construidas a partir del año 2004 donde la separación se ha situado entre 50 y 100 Km.

Por tanto, en ambos casos, las líneas ferroviarias de alta velocidad francesas y españolas se han construido con nuevos trazados, no coincidentes con los de las líneas ferroviarias convencionales. De esta manera, las estaciones se diseñaron para las grandes ciudades con el concepto de gran espacio urbano y de permanencia en el emplazamiento de las antiguas, criterio que se ve modificado en las pequeñas poblaciones cuya ubicación se desplaza hacia el extrarradio de la ciudad, generando una nueva dificultad para el uso del ferrocarril ya que incrementa el tiempo de desplazamiento desde la

ciudad hasta la estación. Esta situación se agrava cuando algunas de estas estaciones se construyeron con el objetivo de dar servicio a dos o más localidades, decisión que ha resultado ser poco idónea, pues la ubicación decidida, generalmente hace que no sirvan a ninguna de ellas eficientemente (Matas et al., 2020; Tapiador et al., 2009).

Por el contrario, cuando la línea de ferrocarril de alta velocidad no es de nuevo recorrido, sino que se inserta en el trazado de las líneas convencionales, como es el caso de Alemania, la ubicación de las estaciones de alta velocidad ocupa y coinciden con la que tenían las estaciones de ferrocarril convencional por lo que las distancias de separación entre ellas no superan los 50 km, permitiendo el mismo nivel de acceso a la infraestructura que el ferrocarril convencional.

En cualquiera de los modelos, la ubicación de la estación, su distancia y las posibilidades de acceso al núcleo urbano son variables, encontrándose completadas mediante el número de frecuencias y la variedad de los destinos que los viajeros pueden utilizar, siendo indicador del nivel de accesibilidad al servicio ferroviario (Martínez et al., 2010).

Para lograr su mejor aprovechamiento y una vez decidida su ubicación, el diseño de las estaciones, se realiza organizando varios enfoques. El primero sería el ferroviario que es definido por el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif) en su declaración de Red de 2020, y que tiene por objeto que la estación permita coordinar la circulación y facilitar la parada de los trenes. Este gestor ferroviario señala que en las líneas ferroviarias convencionales las estaciones son muy numerosas y de varias tipologías: de viajeros, de mercancías, apartaderos y apeaderos. En las líneas de ferrocarril alta velocidad, son menos numerosas y de dos tipologías, las estaciones de viajeros y los puestos para el apartado y estacionamiento de trenes (PAET).

El segundo enfoque va asociado con la funcionalidad en la oferta de oportunidades de viaje, con la confluencia de operadores de transporte, prestadores de servicio, viajeros y visitantes. En este segundo enfoque, se desarrolla en dos niveles. Por un lado, desde una escala macroscópica, la estación tiene el objetivo de ser un lugar de conexión, un espacio de flujos de transporte, un complejo multimodal; por otro desde una escala micro, su cometido es ofertar un complejo multiservicios caracterizados por los equipamientos, la seguridad, el confort y la falta de barreras que proporciona al viaje un valor añadido, niveles que deben de orientar la estación a un convertirse en un centro multimodal.

El tercero, iría relacionado con la interconexión de modos, donde destaca la idea de que la estación sea un lugar dedicado a la movilidad, un lugar-movimiento con el objeto de alcanzar el horizonte de ser un lugar donde conexiones servicios de transportes a partir de una confluencia de elementos físicos, técnicos, institucionales y económicos, que en Europa reciben variadas denominaciones. Así en Francia se habla

cambiadores intermodales en Alemania de estación de trenes de largo recorrido y en España de estación intermodal.

Estos puntos de vista que se unen a los criterios de eficiencia del transporte y de necesidades de la estructura territorial, se encuentran condicionados por las presiones de las partes interesadas locales y por los condicionantes económicos. Todos ellos llevan a la ubicación de la estación a diferentes emplazamientos que han sido analizados en una extensa literatura desde el comienzo de las líneas de alta velocidad (Bellet Sanfeliu and Jurado Rota, 2014) y que fue clasificada en cinco tipos: estaciones centrales reformadas, nuevas estaciones centrales o periféricas, estaciones verdes o estaciones bis, estaciones alejadas del centro y estaciones biurbanas (Troin, 1997). A continuación, se procede a detallar cada una de ellas.

### ***Tipo 1: Estaciones centrales reformadas***

Son estaciones que se encuentran en el centro de las ciudades (Figura 9) y que han sido adaptadas a las nuevas necesidades ferroviarias de las líneas de alta velocidad. Se han reformado utilizando para ello los terrenos ocupados por las instalaciones ferroviarias de las líneas convencionales porque el trazado de la alta velocidad se ha desarrollado en base al convencional en la que se encontraba la estación. La reforma contempla la adaptación de los espacios a las nuevas tareas de explotación ferroviaria con la creación de nuevos espacios lúdicos y comerciales contando con posibilidades de acceso a pie, en bicicleta y en transporte público. Dentro de este grupo de estaciones, se encuentran la estación de Madrid Atocha, la de Valladolid, la de Lérida o de Barcelona Sants.



Figura 9. Estación tipo 1. Madrid Atocha.

Fuente: Elaboración propia a partir de la IDEE del IGN.

### ***Tipo 2: Nuevas estaciones centrales o periféricas semiurbanas***

En este tipo de estaciones (Figura 10) se encuentran aquellas que han sido desplazadas de su ubicación inicial en la red convencional por la variación del trazado ferroviario, bien porque éste se haya soterrado (Córdoba), o bien porque se haya desplazado al exterior de la ciudad (Ciudad Real).

En el primer caso, la estación, continúa siendo una estación de tipo central, con las ventajas previamente descritas, con la objeción de que la construcción suele ser de nueva planta y con las vías soterradas con una plena inserción de la estación en el entramado urbano de la ciudad.

En el segundo caso, se desarrolla cuando coincide el nuevo trazado ferroviario con el antiguo de tal forma que se permita el óptimo aprovechamiento de la línea de alta velocidad. Suele optarse por ubicarla en el extrarradio de la población, absorbiendo las líneas de alta velocidad y convencional, lo que permite el máximo aprovechamiento del nuevo trazado para los trenes sin parada de alta velocidad.



Figura 10. Estación tipo 2. Valencia alta velocidad y Valencia convencional.

Fuente: Elaboración propia adaptada a partir de la IDEE del IGN.

### ***Tipo 3: Estaciones verdes o estaciones bis, localizadas en el campo***

En este grupo se pueden concentrar estaciones que se sitúan fuera del ámbito urbano, a una distancia que suele superar los 5 km de la población a la que prestan servicio. Estas estaciones, no absorben a la red convencional, sino que la estación de línea convencional permanece en su ubicación original, que suele ser el centro de la ciudad, situándose la nueva estación de la red de alta velocidad fuera de la población y sólo con un uso exclusivamente asociado al tráfico ferroviario de alta velocidad (Figura 11).



Figura 11. Estación tipo 3. Segovia AV y Segovia Convencional.

Fuente: Elaboración propia adaptado a partir de la IDEE del IGN.

En aquellos casos en que las líneas de alta velocidad y las convencionales disponen del mismo ancho de vía, las estaciones de alta velocidad y convencional se han unido con un bypass de tal forma que algunas circulaciones de alta velocidad pasan de la línea de alta velocidad por el bypass a la estación convencional, la cual continúa manteniendo sus servicios.

***Tipo 4: Estaciones alejadas del centro, pero conectadas con más de una aglomeración urbana***

Este tipo de estaciones se sitúan fuera del ámbito urbano como en el caso del tipo 3. Se construyen fuera de él porque el trazado de la línea requiere de abandonar el trazado de la línea convencional para prestar servicio a la ciudad. Estas estaciones tienen un tráfico mixto, convencional y de alta velocidad, y su nueva ubicación facilita que ciudades cercanas a la que recibe la alta velocidad puedan utilizar dicho servicio mediante el uso de otros transportes, como puede ser la red de cercanías, el tranvía o la red pública de autobuses. Un ejemplo de este tipo de estaciones es el de Nimes Pont du Gard (Figura 12).

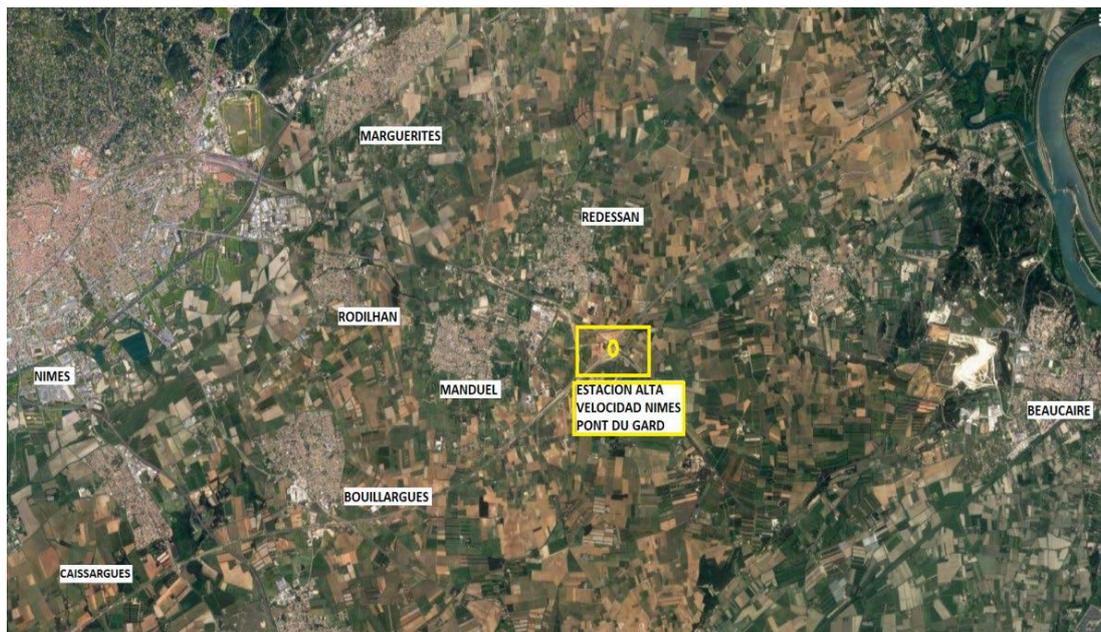


Figura 12. Estación tipo 4. Nimes Pont du Gard.

Fuente: Elaboración propia, adaptado a partir de Google Maps.

***Tipo 5: Estaciones bi-urbanas, localizadas a medio camino entre dos ciudades.***

Este tipo de estaciones, se suelen ubicar en zonas abiertas para prestar los servicios de alta velocidad a varios núcleos de población, y se ubican a una distancia equidistante de todos ellos, pero necesitan una conexión de carretera que favorezcan el acceso, y una concreta ubicación que permita servir al mayor número de poblaciones. Un ejemplo de tipo de estaciones es Camp de Tarragona en España (Figura 13).



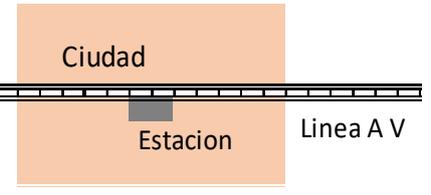
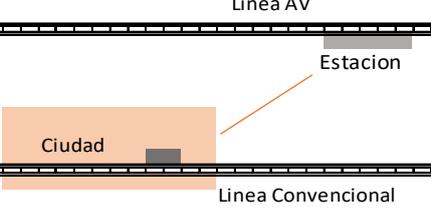
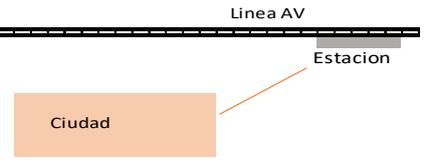
Figura 13. Estación tipo 5. Camp de Tarragona.

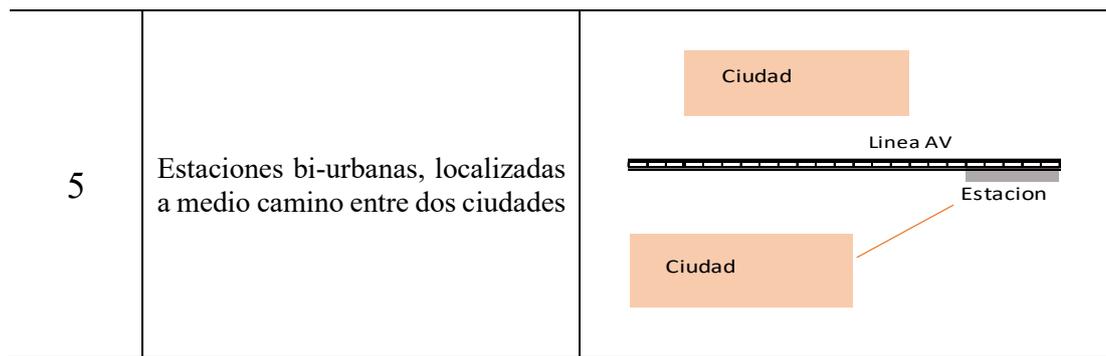
Fuente: Elaboración propia a partir del idee Instituto Geográfico Nacional.

Estos cinco tipos de ubicación de estaciones (Tabla 3) se expanden por la geografía de las redes de alta velocidad ferroviaria, las cuales nacen con el objeto de conectar territorios densamente poblados sin paradas intermedias, característica que lleva al origen del efecto túnel y a que en las ciudades importantes las estaciones se hayan ubicado en su centro urbano recibiendo los beneficios de la alta velocidad. Mientras en el resto de las zonas atravesadas por el trazado de las líneas, cuyas estaciones existen por la presión de las administraciones locales, se han ubicado en la periferia o en el exterior de las poblaciones.

Tabla 3. Clasificación de estaciones por ubicación.

Fuente: Elaboración propia a partir de la clasificación de Troin (1997).

TIPO	DENOMINACIÓN	ESQUEMA
1	Estaciones Centrales Reformadas	
2	Nuevas estaciones centrales o periféricas (semi-urbanas)	
3	Estaciones “verdes” o estaciones “bis”, localizadas en el campo	
4	Estaciones alejadas del centro, pero conectadas con más de una aglomeración urbana	



Tanto en ciudades grandes como en ciudades pequeñas, el rendimiento de la estación y el acercamiento a las oportunidades que ofrece la alta velocidad a la población ha sido diferente. Mientras que en las estaciones de ciudades importantes el resultado es adecuado incluso se acerca al óptimo, en relación con los objetivos utilizados en su establecimiento, en las estaciones ubicadas en la periferia o en el exterior de los límites del ámbito urbano, el resultado es significativamente mejorable, tanto en servicios ferroviarios, como en servicios de intermodalidad. Este escenario lleva a que no logran cumplir las expectativas que se formularon en su diseño inicial, además de generar un círculo negativo en el que, no hay servicios, ni ferroviarios, ni de la estación, porque no hay población a la que servir. Por lo tanto no hay servicios y, esto se traduce en un pobre resultado (Bellet Sanfeliu and Jurado Rota, 2014).

Cada una de las estaciones intermedias situadas entre los grandes núcleos urbanos, ha sido ubicada para no penalizar el tiempo de viaje entre origen y destino, sin tenerse en cuenta su proyección y la afectación que tendrá al área de influencia. Esta última puede ser una sola población o un conjunto de localidades ubicadas a menos de 20 km de la estación intermedia.

Estas estaciones cuentan con una deficiente comunicación con las poblaciones para las que se suponían que debían de prestar servicio, lo que lleva a que sean estaciones con poco tráfico. Esta consecuencia detectada en la práctica es debida a que se ha generado en su área de influencia de su ubicación el denominado efecto túnel, lo que conlleva a una paradoja: a pesar de que el territorio cuenta con un medio de transporte eficiente y moderno, no se consigue que sus atributos lleguen a la ciudadanía en general, lo que deriva en un incremento del uso de otros modos de transporte como es el caso del vehículo particular, originando instalaciones y una infraestructura que no alcanzan una cota de uso óptima previsiblemente porque la demanda potencial se descuidó y la red planificada podría situarse fuera de escala en comparación con el tráfico real o por los cambios recientes en la expansión de carreteras de alta capacidad en competencia con el despliegue del ferrocarril de alta velocidad, lo que presenta una sobre oferta de infraestructuras (Albalate et al., 2015; Beria et al., 2018; Martínez et al., 2010; Moyano et al., 2018; Muñoz Martínez, 2018).

## II · 4.1 LA RELACIÓN CON LAS ÁREAS URBANAS

El desarrollo de la red de líneas de alta velocidad no ha logrado sustituir la primacía del transporte particular y un claro condicionante a la hora de elegir este modo de transporte es la calidad de los elementos intervinientes en la planificación y que deben de difuminar la lejanía espacial de las nuevas estaciones, con una oferta punto a punto.

En las ciudades que superan los 100.000 habitantes, las estaciones de alta velocidad han permanecido en el emplazamiento de las estaciones de ferrocarril convencional integrada en el tejido urbano de la ciudad con una rentabilidad económica elevada, una accesibilidad de alto nivel unida a las redes de transporte público urbano y regional y con un gran potencial en el entorno urbano para el desarrollo de actividades de servicio, como zonas de ocio y zonas comerciales.

Francia, que como se ha comentado anteriormente posee una estructura ferroviaria de alta velocidad radial y exclusiva para trenes de alta velocidad, en este modelo ferroviario, se cuenta con estaciones ubicadas en el centro de las grandes ciudades. Algunas se construyeron específicamente, y en el caso de las estaciones intermedias ubicadas en la línea de alta velocidad se emplazaron en la periferia para evitar que el tren pierda tiempo en el acceso a la ciudad hasta el punto de que algunos trayectos que unen el sur y sudeste con el norte del país, las nuevas líneas circundan las ciudades.

Es el caso de París, Lille y Marsella. En esta última, a pesar de que la ubicación de la estación de ferrocarril convencional no ofrecía una gran oportunidad, se reestructuró para mejorarla integrando la estación de *Saint Charles* para la creación de un centro multimodal que tiene por objetivo incidir en el desarrollo de la zona urbana que rodea a la estación (Karst and van Eck, 2003).

En España, donde las líneas de alta velocidad son completamente independientes y con un ancho de vía diferente al de las líneas convencionales, los nuevos trazados cuentan con la construcción de nuevas estaciones ubicadas en terrenos cercanos a las estaciones del ferrocarril convencional. En este caso se encuentran la estación de Madrid Atocha, Lérida o Zaragoza, la cual ha sido diseñada como un centro intermodal que consta de un edificio que alberga la Estación Central de Autobuses y el servicio de Cercanías a los que acceden los servicios de transporte público urbano (Román et al., 2010; Román García, 2008).

En Alemania con una configuración de la red de alta velocidad que utiliza trazados nuevos insertados en los convencionales, las relaciones de alta velocidad (ICE) presentan un elevado número de paradas y cuentan con enlaces estratégicos con el ferrocarril convencional. Existe al mismo tiempo un servicio con menos paradas, los trenes *Sprinter* que realizan trayectos más directos entre las principales metrópolis. Este uso

combinado de ambas vías ha fomentado la aparición de estaciones de enlace donde se produce la intermodalidad entre el ferrocarril convencional y el ferrocarril AV mediante horarios integrados, como ocurre en Mannheim. Se trata de un caso intermodal dentro de una red policéntrica y soporta una frecuencia aproximada de un tren cada hora lo que ha derivado en una estación que ofrece una oferta muy competitiva con enlaces entre el ferrocarril y el transporte colectivo regional y local. Mannheim se encuentra integrada en la red de cercanías que conecta con los trenes ICE, que dispone de una coordinación de horarios y de una extensa red de tranvías que la conectan con ciudades vecinas.

Como ya se ha expuesto anteriormente, las estaciones de las zonas urbanas se encuentran con una adecuada ubicación y se han convertido en un centro de intercambio modal, lo que las posiciona idóneamente para potenciar actividades diversificadas y complementarias al ferrocarril que las convierten en elementos de referencia socioeconómico en el entramado socioeconómico de la ciudad.

## II · 4.2 LA RELACION CON LAS ÁREAS RURALES

Durante décadas, se tenía la idea de que la construcción de nuevas infraestructuras de alta velocidad afectaba a los territorios. Un hecho que en las zonas interurbanas y en las zonas rurales se ha plasmado de una forma negativa y que ha seguido un criterio dispar, relacionado con el concepto de modelo ferroviario aplicado en el país. De esta forma, en el caso alemán e italiano, el impacto no ha sido del todo negativo, en parte a que las estaciones de las nuevas líneas de alta velocidad se han mantenido en los emplazamientos que ocupaban las estaciones originales del ferrocarril convencional. Por el contrario, en el caso francés y español, se aprecia un impacto negativo mayor, dado que los nuevos trazados aplican la norma de construir estaciones de nueva planta desplazadas de la periferia urbana al igual que la línea, manteniendo en unos casos muy concretos, las estaciones en el mismo espacio que las de ferrocarril convencional (Ramos Melero and Sanz Magallón-Rezusta, 2012).

En estos casos, en las áreas rurales, cuando la estación se ha ubicado en la periferia urbana, se ha perseguido el propósito de ampliar la zona de afectación de la ciudad sin penalizar el tiempo de viaje entre origen y destino, mientras que cuando se ha ubicado en el exterior urbano, en zonas alejadas de la población, ha sido por el interés de prestar servicio a varias localidades (Rodríguez Domenech, 2016).

Existen claros ejemplos de estas propuestas. Así, en el caso francés, un ejemplo es la estación de Aix-en-Provence, que se ubicó para dar servicio a Vitrolles, a Aix-en-Provence, al aeropuerto de Marsella y al norte de esta última ciudad. Una ubicación que cuenta con la dificultad de acceder a pie por lo que se optó por un servicio de autobuses que conectara las dos redes ferroviarias independientes la red convencional y la red de

alta velocidad. Otro caso semejante es Véndome, que ha sido ubicada en una zona poco poblada (Bazin et al., 2011; M2 IADL, 2014; Réseau ferré de France, 2010).

El ferrocarril de alta velocidad español también presenta este tipo de ubicación de estaciones. Sus características y resultados son similares a los presentados por las estaciones francesas. Podemos citar los casos españoles de Villanueva de Córdoba, Puente Genil y Antequera-Santa Ana.

En ambas redes, las estaciones ubicadas en zonas intermedias y en las zonas rurales tienen una falta de accesibilidad física de la población lo que genera un distanciamiento de la sociedad rural con las infraestructuras al no disponer de un adecuado acceso. Circunstancias que motivan que estas estaciones no alcancen un adecuado aprovechamiento de la infraestructura ya que los servicios ferroviarios no realicen parada con la frecuencia necesaria para tal efecto, a lo que se une la carencia de un desarrollo urbano que las arrope (Matas et al., 2020; Noguera Tur and Ferrandis Martínez, 2014; Vázquez Varela and Martínez Navarro, 2015).

## **II · 5 EXPANSIÓN DE LA ALTA VELOCIDAD EN EL TERRITORIO**

Las administraciones europeas y las de cada uno de los países miembros son las encargadas de desarrollar planes territoriales que permitan que los ciudadanos dispongan de una conectividad fluida entre territorios, que faciliten la equidad territorial y la igualdad en la prestación de los servicios públicos para reducir las desigualdades y conseguir una sociedad integradora, inteligente y sostenible en una Europa de regiones diversas. Sin embargo, estas directrices que surgen desde Europa tienen dificultades para ser implantadas en los territorios, dado que, aunque los estados las implanten a nivel de país, la implementación a nivel regional necesita de la colaboración de las Administraciones regionales. La implicación de las diferentes Administraciones conduce en algunos casos a una falta de coordinación que afectan al beneficio que aportan las diferentes redes de transporte a los ciudadanos, surgiendo regiones discriminadas en el desarrollo de infraestructuras de alta velocidad.

Para lograrlo, conviene la existencia de una buena coordinación entre los servicios de autobús interurbano y del ferrocarril convencional con el de alta velocidad, de tal forma que, para las zonas rurales, atravesadas, las nuevas infraestructuras se conviertan en una herramienta de desarrollo que se traduce en una mayor proyección de la alta velocidad (Esteban Martín, 1998; Ng et al., 2018; Ravagnan et al., 2021; Ureña et al., 2009).

## II · 5.1 LA INTERMODALIDAD COMO HERRAMIENTA DE EXPANSIÓN

Para generar un impulso a la mejora de la cohesión territorial, atender a las nuevas demandas sociales y facilitar el acceso de la población de las áreas con menos población a servicios básicos y a nuevas oportunidades, la UE ha apostado por proponer en sus directrices políticas el desarrollo de servicios coordinados de transporte.

Con este propósito, la UE pretende aminorar el impacto provocado por las líneas ferroviarias de alta velocidad garantizando los servicios de interés general en unas condiciones óptimas para el ciudadano mediante la publicación del Reglamento Comunitario CE 1370/2007 del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de Octubre de 2007 referente a servicios públicos de transporte de viajeros por ferrocarril y carretera, donde ha planteado el establecimiento de las OSP en el transporte ferroviario (Parlamento Europeo, 2007).

Para poder llevar a buen término esta aplicación de la directiva europea, es necesaria la combinación de diferentes modos de transporte en un viaje. Postura ésta que es apoyada por varios investigadores quienes concluyen en sus análisis que en el transporte público es conveniente aprovechar las oportunidades que ofrece la alta velocidad ferroviaria (Berg and Pol, 1998; Blum et al., 1997; Ribalaygua Batalla, 2017).

A este respecto, remontándonos al año 2001 la UE en su informe anual sobre movilidad constató las dificultades que condicionaban que tanto el modo de transporte público por carretera como el de ferrocarril de alta velocidad se ajustaran al servicio puerta a puerta. En dicho informe se constató que el 40% de los viajeros europeos de larga distancia no utilizaban el transporte público cuando su trayecto incluía más de un cambio de modo, en parte porque viajar desde un origen hasta un destino con un único billete, sin tiempos de espera en los intercambios resulta muy dispar en la UE.

Para homogenizar este tipo de viajes, mejorar la movilidad y el bienestar de sus ciudadanos, la UE fijó a los estados miembros el objetivo de ejercer una unidad de acción y de criterios orientados a superar la fragmentación política y de mercado en materia de transportes, de tal forma que surgiera la cooperación entre los modos a través de políticas intermodales que marcaran medidas que cubrieran los intereses del conjunto social. Y de esta manera, UE en su reglamento 1305/2013, objetivos para el periodo 2014-2020 se marcó poder facilitar los desplazamientos mediante la prestación de servicios al mayor número de ciudadanos ofreciéndoles tiempos de viaje aceptables y así lograr un desarrollo territorial equilibrado de las economías y comunidades rurales.

Para lograrlo, la UE en su informe anual *Transport & Environment (T&E)* (Gieseke, 2020), toma como base las nuevas líneas de ferrocarril de alta velocidad quienes además de ser el modo de transporte de viajeros que presenta mejores cualidades de sostenibilidad permiten racionalizar costes debido a su crecimiento y potencialidad.

Su aplicación no ha sido desarrollada de igual forma en todos los países miembros de la UE. Es frecuente que cada modo establezca sus rutas, programaciones y horarios con total independencia dando lugar a que el tiempo de viaje se dilate en el tiempo, lo que motiva que el transporte público se encuentre en inferioridad de condiciones para competir con el servicio puerta a puerta que ofrece el transporte privado.

La UE plasma estas directrices en el Libro Verde de la Unión Europea publicado en el año 2012 (Comisión Europea, 2012), el cual presenta como objetivo principal lograr un desarrollo territorial que permita reducir las diferencias de carácter socioeconómico entre las áreas territoriales, objetivo que fue desarrollado en la estrategia Europa 2020, donde se refleja que la cohesión territorial significa ocuparse de los enlaces entre zonas urbanas y rurales garantizando la accesibilidad mediante el acceso a infraestructuras con servicios asequibles y de calidad constituyéndose como un elemento primordial para conquistar un desarrollo territorial equilibrado. Un propósito que la UE expone en el año 2010 como consecuencia del informe sobre cohesión económica, social y territorial sobre el futuro de la UE.

En dicha propuesta las líneas de alta velocidad se convierten en pieza principal de desarrollo, con sus impactos positivos en cuanto a mejora de la accesibilidad y del acceso de la población a nuevos servicios al facilitar su mejora socioeconómica. A ello se añaden sus impactos negativos en cuanto a polarización de los territorios y a refuerzo de unas poblaciones frente a otras. Una situación motivada principalmente por la sustitución de los servicios ferroviarios convencionales que no pueden competir con los servicios de la alta velocidad a lo que se une la falta de conexión entre modos (Gutiérrez Puebla, 2005; Martínez Sánchez-Mateos and Givoni, 2012).

Sin embargo, en su publicación sobre las estadísticas del transporte del año 2021, la UE constata que su despliegue se ha realizado de una manera diferenciada en cada territorio de la UE (European Union et al., 2021). En las zonas urbanas importantes, la intermodalidad entre modos se encuentra garantizada utilizando las estaciones de alta velocidad. Para ello emplea como servicio principal el ferrocarril de alta velocidad complementado por los servicios prestados por el autobús urbano, por el taxi y en algunos casos, por los autobuses interurbanos. En las ciudades de menor tamaño y en zonas rurales, la intermodalidad no se ha extendido, y si lo ha hecho, ha sido de una manera muy liviana con dificultades y si tiempo programado entre modos.

En dicho despliegue ha sido importante, por un lado el diseño de la red de alta velocidad y por otro, a su modelo de explotación. Como ya se ha comentado, el ferrocarril de alta velocidad para lograr el incremento de su velocidad de circulación necesita reducir el número de estaciones. Este criterio se ha empleado en Alemania para cubrir la necesidad de mejorar las conexiones ferroviarias construyendo tramos nuevos a la vez que se mejoran los existentes, mientras que en Francia y en España lo

han sido para resolver un problema concreto: eliminar la saturación de tráfico de las líneas convencionales.

En cuanto a su explotación, en el caso alemán las nuevas líneas soportan un tráfico mixto de viajeros y de mercancías. Los trenes de alta velocidad circulan por líneas convencionales y de alta velocidad facilitando la intermodalidad. Existe una garantía de conexión de la alta velocidad con el transporte público local y regional denominado *City-Zuschlag* (suplemento centro ciudad) de la DB que permite al viajero usar el transporte público local y regional en la ciudad de origen y destino. Este es el caso de Mannheim, que dispone de un consorcio, el *Verkehrsverbund Rhein-Neckar* (VRN) que incluye a 37 operadores de transporte público y cubre un área de 7.577 km<sup>2</sup>, donde viven 2,55 millones de personas.

Mientras, en el caso francés y en el español donde las líneas soportan sólo el tráfico de trenes de viajeros se ha generado una pérdida de la relación del nuevo modo de transporte con el territorio generando en su trazado elevadas áreas de sombra que afectan principalmente a las zonas rurales (Condeço-Melhorado et al., 2013).

En estos casos, para favorecer la relación del modo con el territorio es necesario que otros modos de transporte se complementen con el nuevo modo ferroviario a través de la intermodalidad. Modalidad de transporte puede ofrecer la posibilidad de realizar el traslado de un punto a otro apoyándose en las diferentes características del ferrocarril, tanto convencional, como de alta velocidad, así como en el autobús, quienes complementados unos con otros pueden cumplir con las necesidades que requiere el mercado.

El transporte ferroviario ofrece un alivio a la congestión, reduce el impacto ambiental negativo y mejora el acceso a las ciudades. El transporte por autobús es ágil, genera un menor coste de explotación y cuenta, para algunos trayectos, con un tiempo de viaje menor que el del ferrocarril convencional.

Pero el aprovechamiento de estas ventajas que ofrece la intermodalidad entre estos modos se encuentra condicionado por un lado por una adecuada gestión de los operadores y por otra, por la capacidad de elección del individuo, la cual a la hora de realizar su desplazamiento tendrá en cuenta el coste económico, el tiempo de recorrido, la garantía del viaje y los tiempos de transbordo entre modos (de Rus et al., 2012).

Una adecuada gestión de la coordinación de estos modos y de las variables comentadas puede generar sinergias positivas que faciliten la disminución de los efectos negativos de la alta velocidad y facilitar que sus beneficios lleguen a todos los habitantes de la sociedad (Garmendia et al., 2011).

Un análisis de las redes ferroviarias española y francesa, pone de manifiesto cómo se han iniciado las líneas de trabajo que desarrollan el avance de la intermodalidad

interurbana entre el transporte ferroviario y el transporte público. En unos casos se ha empleado para conectar la estación de alta velocidad con las poblaciones a las que pretende dar servicio, empleándose el autobús para acercarlas al nuevo modo de transporte y en otros, para unir zonas turísticas con ciudades dotadas de ferrocarril. Además, surge un nuevo horizonte, una nueva filosofía de intermodalidad, basada en el empleo de trenes de alta velocidad con origen y destino en estaciones ubicadas en el extrarradio de las grandes ciudades, que necesitan del empleo de otros modos para llegar hasta ellas.

Estas líneas de trabajo surgen para incrementar el uso de los trenes de alta velocidad, para acercar la alta velocidad a poblaciones no dotadas de este modo y para acercar el ferrocarril de alta velocidad a un mayor número de habitantes.

En el caso español, la intermodalidad interurbana pretende acercar las grandes capitales a las zonas turísticas más demandadas que no cuentan con transporte ferroviario. Para ello se aprovecha el ferrocarril de alta velocidad hasta una determinada población y allí se complementa con el autobús interurbano hasta la zona turística. Emplea en algunos casos el ferrocarril convencional complementado por el autobús interurbano. Su configuración es como consecuencia de la alianza establecida entre la operadora ferroviaria española y diferentes empresas de autobuses que cuentan con concesiones en la zona elegida para el despliegue intermodal generando una colaboración con las rutas existentes que pretende cubrir las necesidades de movilidad de los viajeros.

Para su explotación comercial reúne en un único título dos contratos de transporte correspondientes a dos empresas distintas, una la ferroviaria y otra la de carretera garantizando la continuidad del viaje, aunque la responsabilidad frente al cliente en todos los aspectos se encuentra diferenciada por trayecto ya que cada empresa asume la responsabilidad del suyo. Las relaciones actuales que se establecen entre la empresa ferroviaria y la empresa de transporte por carretera se exponen en (Tabla 4).

Tabla 4. Relaciones tren + autobús en España.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Renfe.

<b>ORIGEN</b>	<b>ESTACION FFCC DE TRANSBORDO</b>	<b>DESTINOS</b>
Madrid	Zaragoza	Barbastro, Graus, Benasque
Madrid	Huesca	Biescas, Panticosa, Formigal
Madrid	Huesca	Jaca, Candanchú, Astún
Madrid	Málaga	Marbella - Estepona

Madrid / Barcelona	Alicante	Benidorm
	Valencia	Denia-Jávea
Madrid	Lleida-Pirineus	Andorra-Vielha
Madrid	Almería	Roquetas, Aguadulce

En el caso de Francia el desarrollo intermodal que complementa el ferrocarril y el autobús relaciona trenes convencionales o de alta velocidad con trayectos de autobús, pero en este caso, en algunas relaciones no se garantiza la continuidad del viaje puesto que son relaciones completamente diferenciadas, por un lado, se obtiene el título de transporte del ferrocarril y por otro el del transporte por carretera. Como ejemplo, en el caso Macon, y de Taizé la relación ferroviaria se realiza entre Paris Gare de Lyon Mâcon-Loché TGV *station*, disponiendo de 4 relaciones al día que enlaza con la línea 7 del autobús que une Mâcon-Loché TGV Taizé. De igual forma, puede realizarse la relación intermodal entre Paris y Taizé a través del ferrocarril convencional, que cuenta con 5 relaciones diarias, partiendo de Paris-Bercy y tomando el autobús en Chalon-Sur-Saône, que cuenta con 4 relaciones al día. Para el uso de transporte combinado entre ferrocarril y autobús, aparece la siguiente recomendación (traducida al castellano para adaptarla al idioma de redacción de la tesis): “*Si accede en tren, llegando a las estaciones de Macon Loche TGV (la estación más cercana Taizé), Mâcon-Ville o Chalon-Sur-Saône, se pueden abordar los autobuses SBTM línea regular 7 durante todo el año, para llegar a Taizé. Advertencia: todos los trenes no están necesariamente seguidos por un bus de garantizar la equivalencia a Taizé. Si no hay un autobús, usted debe tomar un taxi o minibús entre Mâcon y Taizé (ver página taxis y autobuses), y recomienda como enlace útil la web de la SNCF para obtener más información sobre los horarios de los trenes y la [www.sbtm.fr](http://www.sbtm.fr) para obtener más información sobre los horarios de esta línea 7, puntos de interrupción, información de tráfico y procedimientos prácticos.*” (Taizé, 2022).

Ademas, ha surgido en Francia otra nueva forma de intermodalidad con la irrupcion de los trenes *low cost*. Este producto ferroviario lanzado por la SNCF emplea para sus operaciones estaciones ubicadas en el extrarradio de las grandes ciudades siendo necesario para el acceso a este servicio utilizar la red de cercanias RER o de transporte público urbano. Surgió en el año 2013, con el objetivo de acercar la alta velocidad a un mayor número de habitantes. Se denomina OUIGO y ha sido comparado por autores como (Delaplace and Dobruszkes, 2015) con las líneas aéreas de bajo coste en su artículo “*From low-cost airlines to low-cost high-speed rail? The French case*”.

Este tipo de servicio ferroviario se orienta hacia el usuario del automóvil que comparte coche, a las familias, a los jóvenes y a los grupos pequeños; viajeros todos ellos que ven al ferrocarril como un modo de transporte que no presenta una oferta competitiva. Además, OUIGO pretende contrarrestar a los autobuses y a las líneas aéreas, y ya en su primer año (2015), transportó 2,5 millones de viajeros, de los cuales 500.000 fueron nuevos, según datos de la SNCF.

Su implantación se ha iniciado en el sudeste del país, y se basa en los siguientes criterios:

- Utiliza las estaciones periféricas de las ciudades para no entrar en competencia directa con el TGV. Dichas estaciones son: Marne-La-Vallee Chessy, Saint-Exupery, Marne-la-Vallée y los de Lyon (todas las estaciones), Valence, Aviñón, Aix en Provence, Marsella, Montpellier. Además, OUIGO se estableció en Nantes en septiembre de 2016, a continuación, en Burdeos y Rennes en el 2017 (donde el eje compartido del coche es el más desarrollado), y en las estaciones de Isla de Francia Roissy-Charles de Gaulle (norte de París) y Massy (sur de la capital gala). También hay que añadir otros enlaces de estaciones cerca de Lille y Estrasburgo, junto con otros que se encuentran previstos para los próximos años.
- Estudia la posibilidad de utilizar las estaciones técnicas que ahora tienen la infraestructura ferroviaria, pero no alojan los viajeros.
- Utiliza un medio de transporte alternativo o bien por cercanías, o bien por autobús, para conectar las estaciones periféricas con la ciudad.
- Presenta precios atractivos y una clase de viaje única.

Ofrece a bordo del tren una oferta acorde a los precios: sin cafetería, trenes dúplex con un incremento de plazas, que se sitúa en un 20% más de asientos, acceso a internet y billete combinado.

Los servicios de OUIGO, en lugar de partir de la estación Gare de Lyon, ubicada en el centro de París, lo hacen desde la estación de Marne-la-Vallée Chessy, que se encuentra ubicada al este de París junto a Disneyland París, y que cuenta con servicio RER de la Línea A. El servicio prestado se configura por 14 relaciones semanales a Marsella, seis a Montpellier y Lyon, con conexión de ésta última con Marsella mediante autobús. Los trenes utilizan para sus paradas estaciones intermedias, incluyendo Lyon St Exupéry, que presta servicio al aeropuerto de Lyon.

En ambos casos mostrados, se observa un ligero despertar de la intermodalidad interurbana, permitiendo ocupar un lugar en el mercado del transporte aprovechando las potencialidades del ferrocarril y del transporte público por carretera, y minimizando las desventajas de la intermodalidad en el transporte público al emplear varios modos de transporte en el traslado de un punto a otro.

Y así ha quedado reflejado en su informe sobre la revisión de las directrices relativas a la RTE-T emitida por la Comisión de Transportes y Turismo el pasado mes de diciembre de 2020 (Gieseke, 2020) en el cual considera que el transporte multimodal aporta un importante valor añadido para el desarrollo de las regiones con baja densidad de población. Y añade que es necesario reforzar la conectividad de los nodos urbanos con las zonas rurales mediante acciones que permitan el desarrollo de sistemas de movilidad eficientes y sin discontinuidades.

## II · 5.2 PUNTOS FUERTES DE LA INTERMODALIDAD

Todo transporte público puede ser calificado de intermodal, pues se conforma de un transporte principal que puede conexionarse; o bien, con uno gestionado por el viajero, el transporte privado, o con otro cuya organización no depende de él (el transporte público).

En la fase de planificación de este tipo de viaje por parte del usuario, la opción de realizar un transbordo debe quedar relegada a situaciones de necesidad evidenciada, pues su existencia reduce la demanda entre un 30 % y un 50%. Y caso de contemplarse, debe de estar justificado, con garantías de conexión entre los diversos modos de transporte ofertados y orientado a que su impacto en el viaje sea lo menor posible. Se debe de realizar en unas condiciones muy favorables para el viajero de tal forma que nunca lo contemple como punto negativo a la hora de elegir la intermodalidad.

La ingeniería del transporte actual señala como opciones de transbordo, en el caso de que el viaje se realice utilizando el ferrocarril de alta velocidad como modo principal, las combinaciones siguientes (utilizando la terminología anglosajona):

- *Park & Ride*. El viajero accede al ferrocarril utilizando el vehículo privado, aparcando en la estación. El acceso hasta la estación se gestiona directamente por el viajero.
- *Kiss&Ride*. El viajero que accede al ferrocarril va de acompañante en un vehículo particular que le deja en la estación; Es decir, sin utilizar aparcamiento. En este caso, la combinación es gestionada directamente por el viajero.
- *Ride&Ride*. El viajero accede al transporte ferroviario mediante el uso del transporte público, utilizando un autobús u otro tren que le permite el acceso al ferrocarril de alta velocidad. En este caso, el viajero no gestiona el proceso, pues debe de adaptarse a los horarios del ferrocarril de alta velocidad y a los horarios del modo complementario utilizado. El viajero no gestiona, sino que se adapta al proceso de transporte.

- *Walk&Ride*. El viajero accede a pie, en calidad de peatón, y es el propio viajero quien la gestiona y controla.
- *Bike&Ride*. El viajero accede al ferrocarril utilizando como modo complementario la bicicleta, que aparca en la estación o la transporta en el propio tren. De igual forma, el viajero gestiona el modo de acceso al viaje principal.

De ellas, la combinación *Ride&Ride* no se encuentra en el ámbito de gestión del viajero, y suele ser denominada intermodalidad *per se*. Y es en esta modalidad de acceso al transporte público donde se debe actuar para que las condiciones de viaje y las transferencias modales, autentico talón de Aquiles del sistema, estructuren servicios y sistemas de gestión destinados a su promoción, ya que disponer de adecuadas infraestructuras no es condición suficiente para el desarrollo del modo *Ride&Ride*.

Para potenciar y diseñar este tipo de intermodalidad la Asociación Internacional de Transporte Público en su congreso celebrado en el año 2009 (UITP, 2009) aconsejó establecer las siguientes líneas de actuación:

- Analizar los datos estadísticos que identifican los flujos de movilidad de los viajeros.
- Interconectar las diferentes redes y modos de los actores y sistemas intervinientes.
- Dotar de capacidad y funcionalidad al centro de intercambio para el transbordo (frecuentemente la estación).
- Facilitar información en tiempo real y para mejorar el aprovechamiento del tiempo de espera.
- Asegurar la colaboración sólida y fiable entre los operadores ferroviarios y de carretera.

La intermodalidad necesita contar con una dotación de infraestructuras idóneas y de diversa índole: redes ferroviarias, de carretera, fluviales aéreas que puedan interrelacionarse entre ellas, y conformar entre sí una idónea red de transporte. Además de esta dotación, es pieza clave el nivel de interoperabilidad que se logre conseguir. Autores como (Menéndez Martínez et al., 2002) ponen de relieve que los espacios físicos (estaciones intermodales), la adecuada interrelación horaria y tarifaria de los puntos de correspondencia forman el puzle básico para el desarrollo del sistema, por lo que las necesidades de los potenciales usuarios se centran en concentrar cuatro elementos: la integración en el sistema de transporte, la integración horaria, la integración tarifaria y la integración informativa.

Cuando se realiza un viaje intermodal, el viajero utiliza varios modos de transporte de uno o diferentes operadores. Cada operador tiene su propio sistema de información, por lo cual se recibe información fragmentada sobre el itinerario del viaje. Mediante

la integración informativa, el viajero tiene acceso a una sola fuente que le provee toda la información. Así, el viajero ahorra tiempo porque no necesita consultar los horarios de cada operador uno por uno.

Esta información es especialmente importante antes de realizar el viaje, es decir, en la fase cuando el viajero decide en qué modo va a desplazarse. Si la información no está integrada, es decir, si el viajero solamente obtiene información fragmentada o tiene que consultar diversas fuentes para obtener toda la información necesaria, es probable que no realice este esfuerzo, sino que acude al vehículo unimodal si lo tiene a su disposición.

En la intermodalidad, el viajero necesita de interconexiones y contar con una información previa y con una información durante la realización del intercambio, asegurada y correcta para evitar que surja incertidumbre.

La actual tecnología ayuda a ofrecer esta integración informativa mediante Internet o teléfono; con una integración informativa avanzada, la intermodalidad se encuentra en condiciones de ganar nuevos viajeros y participar en el incremento del protagonismo del ferrocarril de alta velocidad en el transporte sostenible.

Además de esta información, el viajero debe de disponer de la posibilidad de consultar información sobre los centros de transferencia. Su localización, los modos de transporte que tienen acceso a ella, el equipamiento, su accesibilidad, son elementos que les facilitara el viaje y potenciara la movilidad.

Con la información, se facilita el cumplimiento del objetivo de la intermodalidad: crear un trasbordo lo más corto y confortable posible entre dos modos. Pero es en este trasbordo dónde podemos encontrar barreras físicas y mentales, como son:

- El cambio de nivel que necesita escaleras mecánicas y ascensores.
- La iluminación y la protección contra la lluvia que tiene que ser adecuada para crear una sensación de confort en el viajero.
- La falta de bancos para sentarse en un ambiente agradable durante el tiempo de espera (seguridad y confort) y servicios comerciales.
- La integración informativa que también en casos de interrupciones o retrasos informa al viajero adecuadamente.

El viajero, debe saber lo que hay, donde lo hay y como encontrarlo, por lo que se convierte en imprescindible que las estaciones dispongan de una elevada información tanto de la instalación, con una correcta señalización del tránsito por las instalaciones del centro de intercambio, como de su entorno. Dichas estaciones pueden clasificarse en función de su actividad predominante en los siguientes niveles:

- N1. Oferta de Viaje: billetes, sala de espera, aseos.
- N2. Oferta para el viajero: cafetería, pequeños comercios.
- N3. Oferta para el consumo: centro comercial.

Clasificación que debe de contar con procesos que cuenten con una oferta de servicios de información completa, viva, en tiempo real priorizando la transparencia y la legibilidad. A ellos, se debe de configurar en base a las nuevas tecnologías una cadena multimodal de transporte con los siguientes aspectos:

- Información de horarios, tarifas, modos de funcionamiento.
- Mensajes comprensibles y coherentes en las diversas fases del desplazamiento.
- Soporte para la planificación de trayectos y viajes multimodales.
- Información sobre la situación *just in time* y en directo sobre la situación real de los diversos modos que se van a utilizar.
- Garantizar la seguridad.
- Información personalizada a las necesidades del cliente.
- Sistemas de tarifa únicas que engloben los diferentes modos

En esa configuración tienen un elevado peso las nuevas tecnologías con el desarrollo de plataformas únicas para la adquisición de los títulos de transporte únicos y para la delimitación clara de la responsabilidad por incidencias acciones que deberán de ser completadas, con actuaciones para facilitar la desaparición de los costes de fricción por cambio de modo y que la intermodalidad se acerque el concepto de transporte de “puerta-a-puerta” complementando el atractivo del viaje y del confort que presta el tren de alta velocidad con la calidad de los trasbordos y de los modos de transporte que oferta la intermodalidad.

La potencialidad de la intermodalidad se desarrollará si desde la Administración se lanza la implicación de unidades transversales, con una política de coordinación y representación, a la que se debe de unir la de conseguir que los operadores de los distintos modos consigan ver al resto como complementarios y no como competidores, buscando un discurso que eluda la confrontación entre modos alternativos en beneficio de la complementariedad de los modos y en aras de un sistema eficaz y sostenible.

## II · 6 EVALUACIÓN DEL ENTORNO

Como se ha expuesto el desarrollo de nuevas infraestructuras y particularmente las de ferrocarril de alta velocidad modifican la cohesión de los territorios, se convierten en pieza clave en su modelización tanto a nivel económico como social al generar

un beneficio en las grandes ciudades y un desequilibrio en aquellas áreas territoriales más vulnerables, entre las que se encuentran las zonas rurales.

Estos desequilibrios distorsionan la exigencia actual de la sociedad que se orienta hacia una coordinación de los modos de transporte que permitan alcanzar una movilidad que potencie la cohesión territorial y ofrezca una igualdad de oportunidades de viaje para todos los habitantes sin tener en cuenta su lugar de residencia. Para conseguirlo, la Unión Europea propone en sus políticas de transporte el desarrollo de la intermodalidad como herramienta de desarrollo.

Estas políticas se han traspuesto en cada uno sus países miembros con una línea común. En las áreas urbanas la intermodalidad se ha desplegado de una manera importante, con la implantación de centros de interconexión en puntos estratégicos de las ciudades donde confluyen el ferrocarril, el vehículo privado, la bicicleta, el autobús urbano y en las áreas rurales e interurbanas.

En éste ámbito, en algunos de los países europeos se ha desarrollado una intermodalidad ferroviaria entre la alta velocidad y los servicios ferroviarios regionales, en otros, se han desplegado conexiones entre alta velocidad y el transporte público por carretera y ambas lo han hecho bajo un mismo horizonte, prestar servicio a poblaciones importantes incluidas en el área de influencia de la estación pero con carencias en coordinación activa entre los modos pues el enlace entre ellos se encuentra penalizado con elevados tiempos de espera, lo que favorece que la intermodalidad carezca de atracción para los viajeros y obliga a los ciudadanos de estos territorios al uso del transporte privado.

El Consejo Económico y Social en el año 2018 y la Coordinadora de la España Vacía en el año 2019, manifestaron que esta necesidad de uso del automóvil en las zonas más desfavorecidas limita a las personas de mayor edad y contribuye a la despoblación del medio rural, lo que aconseja al abandono de la actual concepción de la alta velocidad que se basa en la relación origen destino sin prestar servicio a los territorios intermedios que atraviesa (CES, 2022; COCEDER, 2022).

Este cambio de rumbo, unido a la mejora de infraestructuras y de servicios, es fundamental para favorecer el desarrollo de la dotación de servicios y el mantenimiento de la población en las áreas rurales. Esto permite alcanzar un equilibrio territorial y una verdadera cohesión social, con una adecuada ordenación del territorio y una mejora en la conexión rural-urbana, reduciendo a su vez la brecha existente entre lo rural y lo urbano. Todo ello contribuye a hacer más competitivo el territorio y el desarrollo de objetivos de desarrollo sostenible maximizar la rentabilidad de las infraestructuras ferroviarias de alta velocidad con una buena intermodalidad entre el tren y el autobús (Moyano et al., 2018; Zhu et al., 2018).

Los elementos comentados con anterioridad constituyen la base para el diseño de un procedimiento para diseñar una reordenación del transporte en las áreas rurales surcadas por líneas ferroviarias de alta velocidad con una orientación hacia la adecuada selección de la ubicación de las estaciones de alta velocidad en las zonas rurales y hacia el diseño de una intermodalidad que aprovechando rasgos de las existentes promueva una continuidad del viaje y que surja como un instrumento atractivo para que las áreas rurales mejoren su cohesión territorial y pasen a formar parte de los territorios que disfrutan de los beneficios del ferrocarril de alta velocidad.

La estación se convertirá en la base de la intermodalidad donde su ubicación se ajuste a criterios para el aprovechamiento máximo de la infraestructura y que no se ha aplicado en las áreas rurales. A ella se unirá el desarrollo intermodal entre modos y se permitirá mejorar las comunicaciones en estas zonas.

Para la aplicación de razones de rentabilidad, servicio y desarrollo territorial y antes de decidir la ubicación de una estación en ciudades de inferior tamaño, es necesario analizar el nivel de oportunidades que el emplazamiento sugerido puede ofrecer. De esta forma la estación se encontrará en condiciones de mejorar la accesibilidad del territorio y facilitar el acercamiento del ferrocarril de alta velocidad a la población (Bellet Sanfeliu and Jurado Rota, 2014; Facchinetti-Mannone and Bavoux, 2010).

Para reducir al máximo los efectos negativos de la alta velocidad y permitir el acceso a los beneficios por parte de la población es conveniente primar la conexión de la red de alta velocidad con otros modos. En España, investigaciones realizadas por (Garmendia et al., 2008) analizan como compensar los efectos de la alta velocidad y como facilitar que sus beneficios lleguen a todos los habitantes, para lo cual aconsejan combinar el ferrocarril de alta velocidad con la carretera. Y así también lo exponía Esteban Martín (1998) en su investigación sobre la implantación de la línea de alta velocidad en la ciudad de Zaragoza, donde pone de manifiesto que para realizar un aprovechamiento efectivo del efecto de la alta velocidad en la región, debe de existir una buena coordinación entre los servicios de autobús interurbano y del ferrocarril convencional con el de alta velocidad. Además, tiene que desarrollarse de tal forma que, para las zonas rurales atravesadas, estas infraestructuras de ferrocarril supongan algo más que una mera instalación parasitaria. Este autor continúa diciendo, que una herramienta para tener en cuenta es el desarrollo de servicios coordinados entre modos de transporte. Con ellos, no sólo salen ganando aquellas localidades no servidas directamente por la alta velocidad, sino que se traducirá en un incremento de paradas de los operadores ferroviarios que facilitaran una mayor proyección de la alta velocidad.

Esta línea de actuación es apoyada por la UE, quien para generar un impulso a la accesibilidad que mejore la cohesión territorial y permita atender a las nuevas demandas sociales, apuesta por proponer en sus directrices políticas el desarrollo de los servicios ferroviarios de pasajeros de alta velocidad en toda la RTE-T junto con servicios

coordinados entre este modo de ferrocarril y el transporte por carretera, complementariedad que reúne las características adecuadas para llegar a convertirse en una herramienta que facilite a la población de las zonas rurales el acceso a servicios básicos y a nuevas oportunidades. Y así ha quedado reflejado en su informe sobre la revisión de las directrices relativas a la RTE-T emitida por la Comisión de Transportes y Turismo en diciembre de 2020, en el cual considera que unas infraestructuras de transporte multimodales aportan un importante valor añadido para el desarrollo de las regiones rurales periféricas poco pobladas. Además, destaca la necesidad de reforzar los sistemas de transporte público y el aumento de la conectividad de los nodos urbanos y las zonas rurales, con acciones que permitan promover y garantizar en el transporte de viajeros sistemas de movilidad sin discontinuidades, eficientes e integrados. Continúa el informe indicando que la crisis provocada por la COVID 19 ha puesto de manifiesto el importante valor de una infraestructura bien conectada para el conjunto de la economía, por lo que es conveniente mejorar su resiliencia ante nuevos riesgos.



## **III · METODOLOGÍA**

---

---



En el desarrollo de la sociedad y en la calidad de vida de sus ciudadanos, la capacidad de desplazarse constituye un elemento importante en la estructuración de las áreas territoriales. Permite reducir desigualdades entre territorios, por lo que es necesario que se disponga de modelos de transporte que aseguren la accesibilidad universal, potencien la economía y generen el bienestar de sus habitantes. Entre ellos, se encuentra el ferrocarril de alta velocidad, que al transformar las distancias en tiempo está sustituyendo a otros modos de transporte mejorando las comunicaciones, por lo que debe integrarse como un transporte público eficaz para fomentar el desarrollo regional equilibrado y garantizar la accesibilidad universal de los territorios. Para ello es necesario que cuente con una importante vinculación con el territorio y que tenga posibilidades de expandir sus beneficios a un mayor número de ciudadanos.

Su vinculación con el territorio se encuentra relacionada con el emplazamiento de sus estaciones y para hacer llegar sus beneficios al mayor número de habitantes y sobre todo a aquellas zonas con menos recursos para la movilidad, como son las áreas rurales, es necesario que se complemente con otros modos de transporte. Para ello, se propone en el presente capítulo una metodología que, conjuga dos líneas de actuación concretas. La primera de ellas construye un procedimiento que permite adecuar la selección de la ubicación de las estaciones de alta velocidad en las áreas rurales. La segunda, propone aprovechar las ventajas del ferrocarril de alta velocidad con la agilidad del transporte por carretera mediante la exposición de una cadena continua de transporte o intermodalidad concertada.

Con ambas líneas de trabajo metodológico, las áreas rurales mejorarán su accesibilidad, su cohesión territorial y disponen de herramientas para dinamizar su crecimiento ya que pueden acceder a las ventajas que ofrece este nuevo modo de transporte ferroviario y contar con las oportunidades semejantes a las áreas metropolitanas.

Por tanto, se expone una revisión de la literatura que permite analizar los métodos empleados para la toma de decisiones y escoger el más adecuado para la elección de la ubicación de las estaciones. En segundo lugar, se despliegan conceptos que aportan recursos para evaluar la accesibilidad y la cohesión territorial, y que permitirán planificar la cadena continua de transporte conformada por la intermodalidad concertada entre el transporte público por carretera y el ferroviario de alta velocidad. Por último, se concluye el presente capítulo con un análisis de las ventajas que ofrece la aplicación de estas líneas de trabajo en el aprovechamiento de este nuevo modo de transporte.

### **III · 1 METODOLOGÍA PARA LA UBICACIÓN DE ESTACIONES DE ALTA VELOCIDAD EN ÁREAS RURALES**

Las líneas de alta velocidad han revitalizado el transporte por ferrocarril incrementando la capacidad para desplazarse; y constituyen un elemento clave en la estructuración y en la cohesión de las áreas territoriales, influyendo de una forma decisiva en el desarrollo de su sociedad, así como en la calidad de vida de sus ciudadanos. Además, permite reducir los tiempos de viaje, el número de estaciones, y consiguen transformar la accesibilidad y la conectividad espacial de las regiones mediante el establecimiento de nuevas pautas en el desarrollo territorial urbano y regional (Gutiérrez Puebla, 1991; Menéndez Martínez et al., 2002; Monzón de Cáceres, 2015; Preston and Rajé, 2007; Wang, 2018; Wong and Webb, 2014; Zhu et al., 2018).

Asimismo, es conveniente tener en cuenta que en el diseño de las líneas ha tenido un importante papel la prioridad establecida en el acercamiento de las ciudades conjugando velocidad y servicio ferroviario. No obstante, conviene armonizarlos con la rentabilidad de la infraestructura y con la interacción con la sociedad bajo el propósito de enriquecer las comunicaciones en un equilibrio en el que interviene la ubicación de la estación (Facchinetti-Mannone and Bavoux, 2010; Garmendia et al., 2012a; Plassard, 1991).

Las estaciones vinculan las infraestructuras con el territorio, representan un punto de encuentro e intervienen de una forma activa en su relación con la sociedad. Hasta tal punto que surge una polaridad espacial que gira alrededor de la ciudad que cuenta con estación de alta velocidad, que se traduce en la modificación de su accesibilidad territorial y que incrementa las diferencias entre dichas ciudades y las áreas rurales debido al efecto túnel que generan las nuevas líneas (Blum et al., 1997; Facchinetti-Mannone, 2002; Fröidh, 2005; Gutiérrez Puebla, 1991; Laurino et al., 2019; Ng et al., 2018; Ureña et al., 2009; Wang, 2018; Williams and Pagliari, 2004)

Esta polaridad se manifiesta con una incidencia que se puede catalogar en tres niveles. En un primer nivel (local) se muestra, en los alrededores del emplazamiento de la estación en la ciudad, con la aparición de nuevas características y dotaciones urbanísticas a través de una nueva organización de movimientos y con la aparición de una intermodalidad urbana. En los niveles segundo (regional) y tercero (nacional) la incidencia se presenta como un elemento en el que la función de la estación impide que se potencien las oportunidades de relación del nuevo modo con otros modos de transporte, y como las transformaciones se generan con su llegada en el área de influencia de la estación (Laurino et al., 2019; Moyano et al., 2018; Vázquez Varela and Martínez Navarro, 2015).

Por último, y ya en un nivel a escala internacional, la incidencia muestra que en las estaciones europeas que cuentan con ferrocarril de alta velocidad, independientemente de sus características, tamaño y ubicación, no logran proporcionar a la nueva

infraestructura estrategias relacionadas con la explotación de la nueva centralidad generada por la estación. Todo ello a pesar de que algunas administraciones locales y regionales son conscientes de las posibilidades que ofrece la alta velocidad a través de la mejora de la accesibilidad, el desarrollo de la intermodalidad y con su integración en el tejido territorial existente. Si a ello se unen los intereses locales del territorio, sus condicionantes, tanto económicos, como estructurales, y la eficiencia del modo de transporte, la ubicación de las estaciones en las líneas ferroviarias de alta velocidad no ha alcanzado las expectativas creadas al seleccionar su ubicación. Un escenario que lleva a la conclusión de que es esencial valorar la ubicación de la estación para que su aprovechamiento alcance un nivel óptimo y la línea ferroviaria fomente su relación con la sociedad y el territorio (Bellet Sanfeliu and Jurado Rota, 2014; Marti-Henneberg, 2015).

Es por eso por lo que el emplazamiento de la estación tiene especial relevancia en la relación de la infraestructura con el territorio, estando sometida a múltiples debates y condicionada a numerosos intereses que se encauzan en función de dos criterios fundamentales a reseñar. El primero de ellos hace referencia a los emplazamientos de estaciones en entornos metropolitanos de grandes ciudades, donde se opta porque su ubicación se realice en zonas cercanas al centro urbano. Se persigue, de esta manera, el objetivo de lograr la mejor accesibilidad, el propósito de alcanzar la eficacia económica y la intención de transformarlas en centros multimodales de transporte. El segundo, sin embargo, es el utilizado en las áreas rurales y en las áreas no metropolitanas, proponiendo ubicar la estación en aquellos lugares que afectan lo menos posible al diseño, a la financiación, al trazado de la línea y a la velocidad de los servicios ferroviarios, para lo cual se adoptan soluciones que se ajustan a las necesidades del proyecto integral de la infraestructura (Esteban Martín, 1998; Moyano and Dobruszkes, 2017; Vickerman, 2018).

Cada uno de estos principios afecta de manera diferente a la simbiosis de la infraestructura de alta velocidad con el territorio y con la sociedad, de tal forma que, mientras en las estaciones de alta velocidad emplazada en áreas urbanas presentan resultados positivos en su aprovechamiento, aquellas ubicadas en áreas rurales y no metropolitanas no han llegado a alcanzar las expectativas fijadas en el proyecto. Esto es debido a que no hay servicios ferroviarios de la estación porque no hay población. Y como no hay población, no hay servicios. Una realidad consustancial que lleva a que en algunas redes, como la española, el 30 % de estas estaciones se encuentren fuera de los núcleos urbanos, y separadas de su centro a distancias que oscilan entre los 5 y los 30 km, a lo que se une que una de cada cinco estaciones no se encuentre enmarcada en ningún núcleo urbano (Bellet Sanfeliu and Jurado Rota, 2014).

La implantación territorial de ambas opciones se ha traducido en cinco tipos de estación, que la literatura ha analizado y que se han comentado en el capítulo anterior y las cuales cabe recordar brevemente (Troin, 1997).

Las estaciones del tipo 1, son estaciones centrales reformadas, que se encuentran en el centro de las ciudades y que han sido adaptadas a las nuevas necesidades ferroviarias de las líneas de alta velocidad. Aquellas nuevas estaciones nuevas centrales o periféricas que se ubican desplazadas por la variación del tráfico ferroviario constituyen el tipo 2. Por otra parte, las estaciones del tipo 3, denominadas también estaciones “*verdes*” o estaciones “*bis*” son las localizadas en el campo, se emplazan fuera del ámbito urbano y no se insertan con la red convencional. Las estaciones exteriores que conforman el tipo 4 son las que se sitúan fuera del ámbito urbano de la ciudad a la que prestan servicio. Y, por último, las del tipo 5 son las estaciones compartidas que agrupan a las que se sitúan con el objeto de prestar servicio a varios núcleos de población.

A la hora de elegir el tipo de ubicación de la estación se tiene en cuenta el trazado y el modelo de explotación de la línea ferroviaria de alta velocidad, la cual ha contado con dificultades y bloqueos generados por la falta de coordinación entre los intereses de las distintas administraciones a las que afecta el proyecto. Un ejemplo de ello es el caso francés, donde se han emplazado estaciones en el exterior de las ciudades medianas con el propósito de acercar la ciudad a la estación. Esta decisión no ha dado el resultado esperado y ha dado origen a la aparición de las denominadas estaciones fantasmas (Facchinetti-Mannone and Bavoux, 2010; Troin, 2010).

En las infraestructuras ferroviarias de alta velocidad española ha ocurrido algo similar, lo que ha provocado que una de cada cuatro estaciones no alcance los 100 viajeros al día. Es por ello que se ha generado una infraestructura que ha fomentado el transporte particular en áreas no metropolitanas debido a que sus habitantes no pueden beneficiarse de la estación ni de las oportunidades que ofrece su acceso al ferrocarril de alta velocidad (Sevillano, 2016; Tribunal de Cuentas Europeo, 2020).

Para evitar situaciones semejantes y contribuir a que la ubicación de la estación intervenga activamente en el acceso de la población a nuevas oportunidades y en el desarrollo territorial, es necesario desplegar las líneas de trabajo anteriormente citadas. La primera de ellas permite incrementar el número de clientes potenciales, y así lograr una mayor rentabilidad de la infraestructura; mientras que la segunda, ofrece unos servicios que generan una accesibilidad más eficiente e integran la estación en la dinámica espacial de su área de influencia (Tapiador et al., 2009).

Con este enfoque de confluencia entre las necesidades ferroviarias y las urbano-territoriales, la estación participará en la mejora de la accesibilidad que ofrece el tren de alta velocidad y en el desarrollo territorial de las áreas no metropolitanas, incrementando la relación del territorio con la infraestructura y su aprovechamiento.

Como se viene exponiendo a lo largo de la investigación y al ser la estación una instalación de difícil transformación que cuenta con una larga vida útil, su ubicación obliga a que los redactores del proyecto sean lo más objetivos y transparentes posible en sus

propuestas a la hora de decidir sobre su emplazamiento. De esta manera en el caso de las áreas rurales, la ubicación de la estación contribuirá a satisfacer las necesidades de transporte de sus pobladores, de sus áreas de influencia, así como a mejorar la relación de la infraestructura ferroviaria con el territorio que atraviesa y con la sociedad que lo utiliza (Cornet et al., 2018; Gómez Montoya et al., 2015).

Por ello conviene disponer de una planificación que contemple métodos de toma de decisiones, que apoyados en modelos estadísticos y de investigación utilizados en entornos de incertidumbre, como el descrito con anterioridad, ayuden a configurar un marco teórico y metodológico que posibilite tomar decisiones racionales y precisas.

### III · 1.1 PROCEDIMIENTOS DE DECISIÓN

El proyecto de una infraestructura de transporte de ferrocarril de alta velocidad se inicia con el estudio de viabilidad económica y con la evaluación financiera; continúa con el análisis de los costes de construcción y de explotación; y finaliza con la previsión de los beneficios que podrá generar, tanto para el promotor, como para la sociedad.

A estas evaluaciones se ha unido la sensibilidad de la sociedad y de las administraciones con el medioambiente que obliga a incorporar en el diseño la evaluación del impacto ambiental para cumplir las directrices implantadas por la UE en su Directiva 85/337/EEC y en la Directiva 97/11/EC. Esta última contempla la identificación, descripción y evaluación de los efectos directos e indirectos de un proyecto, tratando desde la afección hasta la interacción entre personas, paisaje y patrimonio cultural (Consejo de la Unión Europea, 1997; Consejo de las Comunidades Europeas, 1985).

Además, hay que añadir que en el año 2001 la UE, a través de la *SEA Directive*, o Directiva 2001/42/EC (Parlamento Europeo, 2001), obligó a que los planes de transporte dispongan de una evaluación ambiental estratégica, concepto que se debe de usar en todos los proyectos, y que contempla incluir la aplicación de criterios de sostenibilidad a los criterios ambientales y económicos.

El análisis de todos ellos permite conocer la influencia en la relación de la infraestructura con el territorio y su expansión por el área atravesada, influyendo en el cumplimiento del objetivo marcado por el promotor de la infraestructura y en el aprovechamiento que de ella obtendrán los ciudadanos. Para alcanzar el objetivo planteado al diseñar la infraestructura se valoran los estudios, se contemplan tanto las metas establecidas como las posibles alternativas, y se utiliza metodología que permita adoptar la decisión más adecuada para el inicio, el desarrollo y la aplicación del proyecto propuesto para la nueva línea de transporte (MITMA, 2021).

Seleccionar entre las propuestas planteadas puede definirse como elegir “*lo mejor*” entre “*lo posible*”, hasta definir la alternativa más idónea. Dependiendo de la definición de “*lo mejor*” y de “*lo posible*” surgen diferentes iniciativas y se emplean diferentes procedimientos de decisión que cuentan como nexo común su estructuración en cuatro etapas y que son las siguientes (Jankowski et al., 2006; Vitoriano, 2007):

- 1.- Definir el problema.
- 2.- Identificar las posibles soluciones.
- 3.- Evaluar las soluciones.
- 4.- Seleccionar la solución más adecuada.

Para desarrollar las distintas etapas, los procedimientos utilizados se agrupan en tres grandes bloques, según Vitoriano (2007):

- a.- Teoría de la decisión con riesgo. En ella se analiza la toma de decisiones con aleatoriedad, de tal forma que los resultados de la decisión se encuentran sujetos al azar o a la falta de información.
- b.- La decisión multicriterio. Si bien sus resultados se encuentran determinados, no se encuentra definido que es lo mejor, por lo que la decisión consiste en elegir lo mejor entre lo posible.
- c.- La teoría de juegos. En ella las consecuencias de la decisión dependen además de la decisión adoptada y de la decisión de otros jugadores.

El primer bloque, encuadra situaciones en las que, al tomar una decisión, ésta se encuentra sujeta al azar o a la falta de información lo que impide determinar las consecuencias que dicha decisión puede provocar. En este contexto, se cuenta con posibles escenarios y posibles decisiones surgiendo los resultados en función de la probabilidad de que se produzca la relación entre un determinado estado y una decisión. Si son conocidas las probabilidades, entonces se trata de un proceso de decisión de bajo riesgo; y si son desconocidas, se tratará de una decisión bajo condiciones de incertidumbre. En el caso de los transportes y, más concretamente, en la decisión de la ubicación de una estación, se considera adecuado contar como posibles escenarios donde se valoren las características propias de la estación, así como sus características de explotación.

Para valorar una decisión, se emplean criterios para la evaluación de las alternativas y, en función de los resultados, decidir el óptimo. Los criterios más empleados se clasifican de la siguiente manera en función de los estados de la naturaleza:

- Utilizando las probabilidades de los estados de la naturaleza.

- Criterio del valor esperado.
- Criterio de lo más probable.
- Criterio del escenario medio.
- Criterio del valor en riesgo (V a R).
- Sin utilizar las probabilidades de los estados de la naturaleza.
  - Criterio de Wald.
  - Criterio optimista.
  - Criterio de Hurwicz
  - Costes de oportunidad.

Otro método habitual en los procedimientos de decisión es el referente a iniciativas dinámicas, en las que intervienen la decisión y el azar que condiciona las decisiones posteriores. Suelen representarse en árboles de escenarios o de decisión donde se representa un árbol desde la raíz hasta las hojas mostrando el proceso secuencial seguido. La valoración del árbol se realiza valorando los nodos de azar y los nodos de decisión. A esta manera se une el concepto de utilidad, donde interviene la función de utilidad, que es el valor que tiene para el decisor y que es diferente para cada persona (Von Neumann and Morgenstern, 1947).

El segundo bloque de la teoría de la decisión abarca a los métodos de decisión multicriterio, que como se ha comentado anteriormente, permiten elegir “*lo mejor*” entre “*lo posible*”. Definiendo en primer lugar ambos conceptos, “*lo posible*” se suele definir mediante niveles de aspiración; mientras que, “*lo mejor*” se puede definir mediante uno o varios criterios. Si “*lo posible*” queda definido por un conjunto de alternativas, existen métodos multicriterio discretos para llegar a la mejor decisión.

Los problemas de decisión multicriterio se formulan empleando un espacio de objetivos y atributos con nivel de aspiración frente a unas metas establecidas. Otros métodos como los de optimización multiobjetivo pretenden optimizar los objetivos, satisfaciendo unas restricciones que determinan la región factible. Existen métodos de optimización multiobjetivo para generar el conjunto eficiente en su totalidad y métodos para dar una solución de compromiso. Entre ellos, los más utilizados se encuentran el método de las ponderaciones (Zadeh and Desoer, 1963), el método de las restricciones (Marglin, 1967), y los métodos simples multiobjetivo (Zelany, 1974).

A ellos se unen, entre otros, los métodos de decisión multicriterio discretos, entre los cuales se encuentra el método denominado *Analytic Hierarchy Process* (AHP) creado

por Saaty (1980), y el método *ELimination Et Choix TRaduisant la realitE* (ELECTRE) diseñado por Roy en 1969 (Barberis and Rodenas, 2002).

Finalmente, el último de los tres bloques engloba la teoría de juegos o de juegos de estrategia, que fueron empleados en 1944 por Von Neumann, Morgenstern y recogidos en “*Theory of games and economic behaviour*”. En dicha teoría se expone como el proceso de decisión que se plantea como una situación de teoría de juegos en la que las decisiones (los jugadores) no dependen exclusivamente de las decisiones adoptadas, sino que influye el azar y las decisiones que tomen otros jugadores.

Por tanto, los métodos expuestos permiten adoptar la mejor solución al problema a tratar. Son empleados con frecuencia, tanto en las actividades de la sociedad, como en el diseño de proyectos que afectan a un elevado número de grupos de interés en los que se necesita tener en cuenta varios puntos de vista y diferentes objetivos.

De la literatura analizada se extrae que los métodos multicriterio son los que aportan un mayor nivel de importancia a las actividades ya que cuentan con una organización de la información para la toma de decisiones y presentan una gran facilidad a la hora de la resolución de los problemas complejos.

De todos los métodos revisados (entre otros: Maximax, Argus, Melchior, Idra, Tactic, Pacma), se observa que el más utilizado en la literatura es el AHP (Saaty, 1980). Este método presenta una definición de las prioridades en las decisiones y ofrece la posibilidad de ser aplicado, tanto con datos cuantitativos, como cualitativos; además de hacerlo con transparencia y facilidad de comprensión. Su empleo, entre otros campos, se realiza en planteamientos estratégicos, en la adquisición de aeronaves, en la elaboración de pronósticos y en la selección de emplazamientos de diversas actividades (Nantes, 2019).

Una vez analizada la literatura en la que se detecta la aplicación del método AHP en otras áreas del conocimiento, y valorado el objetivo de la presente investigación, se considera adecuado participar en el enfoque que está surgiendo a la hora de la aplicación del método AHP, introduciéndolo en la evaluación de infraestructuras de transporte empleando dicho método en la investigación. El método AHP aplicado en el ámbito ferroviario permite incluir en la toma de decisiones una nueva gama de perspectivas que respaldan las decisiones en esta materia. El citado método amplía la inclusión de diferentes actores y partes interesadas en la toma de decisiones, demostrando su viabilidad y utilidad (Cornet et al., 2018; Farooq et al., 2019).

### III · 1.2 MÉTODO AHP

El método AHP emplea técnicas para la resolución de los problemas multicriterio basados en el proceso analítico jerárquico, que surgió para facilitar la

resolución de problemas de una manera lo más objetiva posible, o dicho en otras palabras, reduciendo el nivel de subjetividad en la toma de decisiones. Esta metodología necesita la definición de un objetivo y la identificación de criterios a los que se les asignan valores numéricos obtenidos, bien de datos, o de valoración de expertos, para lograr una solución racional e idónea al problema planteado. El método AHP profundiza en el conocimiento de la realidad, permite conocer el grado de consenso entre los diferentes grupos de interés y facilita descubrir la esencia de los problemas de decisión (Aguarón and Moreno-Jiménez, 2003, 2000; Nielsen et al., 2004; Saaty, 1987, 1980).

Para el análisis de proyectos que generan un determinado impacto, permite medir la aceptabilidad del proyecto, los factores que influyen en su aceptación, las distintas alternativas y el grado de opinión de los grupos de interés.

El desarrollo del método requiere de una estructura de decisión a evaluar y la selección de una serie de criterios, los cuales son utilizados en su base matemática mediante la determinación de su importancia en diferentes niveles. A estos se llega después de realizar comparaciones por pares que se valoran aplicando el proceso descrito por Saaty (1980). De las comparaciones se obtiene una matriz de juicios y un vector de prioridad que permite expresar una valoración de sus elementos, los cuales estiman la conveniencia de cada alternativa estableciendo prioridades. Por último, y tras una consistencia lógica, validan la mejor opción.

El desarrollo matemático utilizado por el método AHP permite descomponer un problema complejo, realizar comparaciones para extraer las prioridades y obtener prioridades, para lo cual se estructura en cinco principios, los cuales se exponen a continuación (Saaty, 2013):

- Juicios recíprocos. La intensidad de preferencia de un criterio A sobre el criterio B es valorado por X; entonces el criterio B es valorado  $1/X$  frente a A.
- Homogeneidad de los elementos. Los elementos que se comparan son del mismo orden de magnitud.
- Estructura jerárquica o estructura dependiente de reaprovechamiento. Dependencia en los elementos de dos niveles consecutivos en la jerarquía y dentro de un mismo nivel.
- Expectativas de orden de rango. Las expectativas deben estar representadas en la estructura en términos de criterios y alternativas.



Figura 14. Estructura Jerarquizada.

Fuente: Elaboración propia a partir del Método AHP (Saaty, 1980).

La aplicación del método comienza por la definición del objetivo, de los criterios y subcriterios (Figura 14). A continuación, se les asignaran valores numéricos en función de la escala propuesta por Saaty (Tabla 5) de una forma objetiva basada en datos y /o subjetiva basada en la experiencia del grupo decisor.

Una vez que se ha procedido a realizar las valoraciones (Tabla 6), se configuran las matrices donde se comparan los criterios (Tabla 7). Para la ponderación de los criterios, Saaty sugiere el uso del vector propio (Saaty, 1994), que indica una clasificación ordenada de preferencias de los criterios seleccionados.

Tabla 5. Escala de valores Método AHP.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación de (Saaty, 1994).

Escala	Escala de Importancia	Explicación
1	Igualmente	Dos elementos contribuyen en igual medida al objetivo
3	Moderadamente	Preferencia leve de un elemento sobre otro
5	Fuerte	Preferencia fuerte de un elemento sobre otro
7	Muy fuerte	Preferencia mucho más fuerte de un elemento sobre otro
9	Extremadamente fuerte	Preferencia absoluta de un elemento sobre otro
2,4,6,8	Valores intermedios a los anteriores	

Tabla 6. Escala de preferencias. Método AHP.

Fuente: Elaboración propia a partir del Método AHP (Saaty, 1980).

Asignación de preferencia entre criterios			
Criterio A	2	1	Criterio B
Criterio A	5	1	Criterio C

Tabla 7. Matriz comparativa.

Fuente: Elaboración propia a partir del Método AHP (Saaty, 1980).

	Criterio A	Criterio B	Criterio C
Criterio A	1	1/2	1/4
Criterio B	2/1	1	1/2
Criterio C	4/1	2/1	1

El método permite medir la coherencia de los juicios plasmados en la matriz. Es decir, si la comparativa entre el elemento A y el B es 1/2 y la del elemento B con respecto al elemento C es 1/2, el resultado del elemento A comparado con el C debe de ser 1/4. (Tabla 7). En el proceso de cálculo, se normalizan las comparaciones pareadas y se mide su consistencia. Para ello, y una vez dada la matriz, se sustituye cada elemento  $a_j$  por el cociente entre éste y la suma de todos los elementos de la columna donde está situado ( $a_{ij}/\sum a_{kj}$ ). Luego de normalizada la matriz de comparaciones pareadas, se suman sus filas y se realiza el promedio de cada suma, obteniéndose el vector medio de sumas o de prioridades globales. A continuación, se multiplica la matriz original por el vector de prioridades (media de las sumas) obteniéndose el vector fila total, que se divide por el vector media de sumas que se ha calculado antes y se obtiene el cociente de una matriz columna. Se suman todos los elementos de esta matriz y se promedia, obteniéndose el número promedio  $\lambda_{max}$ . Posteriormente, y teniendo en cuenta el número de variables utilizadas (n) en la matriz, calculamos el índice de consistencia (IC) que puede ser medido y que no debe de superar el 10%. Su expresión es:  $IC = (\lambda_{max} - n) / (n-1)$  (Aznar Bellver et al., 2007).

Donde  $\lambda_{max}$  es el valor propio de la matriz traspuesta de la matriz de comparación por pares y n es el número de variables de la matriz. La ratio de inconsistencia (IR);  $IR = IC/RI$  donde RI es un valor para una matriz de orden N cuyos valores son mostrados a continuación (Saaty, 1980) (Tabla 8).

Tabla 8. Valor del Índice de Consistencia.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación de (Saaty, 1994).

Tamaño de la matriz (N)	1	2	3	4	5	6	7
IR	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35

Aquellos juicios cuyo IR es inferior a 0,1, se consideran aceptables, si se supera este valor, se deben de revisar los criterios. Obtenidos los resultados, en la fase de análisis se calcula la prioridad o nivel de preferencia de cada elemento en una escala de 0 a 1 jerarquizando las alternativas en función de los criterios seleccionados permitiendo solventar el problema de las decisiones de una forma sencilla.

### III · 2 METODOLOGÍA PARA LA INTERMODALIDAD EN ÁREAS RURALES

Las infraestructuras de transporte y los modos que las utilizan se encuentran relacionados con la accesibilidad y la cohesión territorial, dos pilares importantes en las investigaciones afines a la movilidad que generan los transportes en la sociedad. Una mejora en la accesibilidad de un territorio contribuye positivamente al desarrollo de su cohesión territorial, por lo que para relacionar el impacto territorial e identificar los impactos en el desarrollo que genera una cadena continua de transporte conformada por una intermodalidad concertada en las áreas rurales, se requiere del empleo de la accesibilidad, por lo que necesario revisar conceptos y herramientas que permitan su valoración, elementos básicos para su análisis y comparación.

Se comienza por una revisión de la literatura, de la que se extraen conceptos e índices que han sido empleados por diversos autores en varias disciplinas como economía, geografía y (Araujo, 2014; Gutiérrez Puebla, 1991; Martínez et al., 2010; Martínez Sánchez-Mateos and Givoni, 2012; Monzon et al., 2019; Rodrigue et al., 2016; Ureña Francés, 2016). Dichos índices permiten visualizar el nivel de accesibilidad y de cohesión territorial que genera en un territorio la intermodalidad concertada entre el transporte público por carretera y el ferroviario de alta velocidad, y muestran la influencia y la incidencia que ejercen los tiempos de viaje, los modos y las infraestructuras en las redes de transporte de las áreas rurales.

#### III · 2.1 LA ACCESIBILIDAD TERRITORIAL

El concepto de accesibilidad territorial se encuentra sujeto a numerosas definiciones, por lo que para facilitar la comprensión de los aspectos desplegados en la

investigación se realiza en primer lugar una aproximación al concepto de accesibilidad, comenzando con la definición propuesta por la Real Academia de la Lengua Española (RAE). En ella se observa que la accesibilidad se define como: “*que tiene acceso, de fácil acceso o trato, de fácil comprensión, inteligible*”. Ahondando en la primera definición “*que tiene acceso*”, la RAE lo concreta como la acción de llegar o acercarse; mientras que, examinando la segunda, ésta se define como: “*con mayor o menor facilidad*”. Se trata de definiciones abiertas, que permiten variadas interpretaciones y que pueden ser aplicadas en cualquiera de las actividades de la sociedad, que en este caso hace referencia al transporte y a la movilidad en el territorio.

En el caso que nos ocupa, en los sistemas de transporte, la accesibilidad indica la mayor o menor relación existente entre dos puntos de un área geográfica, relacionando parámetros de distancia, de infraestructura y de los recursos, que detallan su relación valorando los efectos que produce dicho vínculo (Arranz-López et al., 2019; Miller, 2018). Por otra parte, Ingram (Ingram, 1971) diferencia la accesibilidad en dos tipos:

- Accesibilidad relativa, que la define como el nivel de conexión que tienen dos puntos emplazados en un mismo territorio.
- Accesibilidad absoluta, definida como el nivel de conexión que tiene un punto con todos los que se encuentran en el mismo territorio y la relativa como las diferentes maneras de acceder.

El desarrollo de medidas de accesibilidad se hace necesario para determinar la posibilidad que solicita una persona para acceder a nuevas oportunidades en zonas diferentes a la que reside, y aporta que puede ser medida de diferentes formas en función de las particularidades o limitaciones del problema. En ocasiones, la accesibilidad se ha encargado de abordar la relación de uso entre el suelo y el transporte, mientras que la movilidad se encarga del movimiento de los vehículos a motor, de las personas y de los bienes en general; conceptuándose como una variable territorial que coordina la localización con el movimiento (Gutiérrez Puebla, 2005; Pirie, 1979).

El concepto de accesibilidad ha sufrido modificaciones en su concepción. Comenzó por ser un concepto de análisis espacial entre dos puntos para transformarse hasta llegar a un concepto de análisis sobre distancia social. El estudio de la accesibilidad se ha adaptado a esta nueva realidad. En la actualidad, se analiza la accesibilidad de los ciudadanos, donde se la examina como un elemento que caracteriza el bienestar de las personas. Dicha accesibilidad permite el mayor o menor acceso a los servicios y facilita una mayor o menor movilidad espacial que se correspondería a un movimiento encuadrado en la realidad social donde influyen aspectos asociados a los habitantes, tales como: el nivel económico, el modo de transporte, el nivel de estudios, que condicionan la movilidad y el número de viajes que pueden realizarse en función de la hora del día y del día de la semana (Farrington and Farrington, 2005; Gutiérrez Puebla, 1991; Gutiérrez Puebla and Monzón de Cáceres, 1993).

La interpretación de la accesibilidad en otros casos se relaciona con el objetivo del estudio y, para su análisis, se emplean indicadores que atienden al coste empleado en el desplazamiento (una visión deductiva) y en función de las oportunidades que ofrecen los puntos objeto del estudio (una visión inductiva) (Geurs et al., 2012).

La construcción de una infraestructura para mejorar la comunicación entre dos puntos puede llevar en ocasiones a que la accesibilidad de todo el conjunto territorial se resienta e incluso disminuya debido a la existencia de pocas estaciones, si se trata de una infraestructura ferroviaria; o escasos enlaces, si la infraestructura es de carretera, pues la infraestructura ejerce de efecto barrera, a pesar de que se construya para mejorar la comunicación entre territorios, y para disminuir los riesgos asociados a la movilidad. En los últimos tiempos, el objetivo principal considerado al diseñar una infraestructura con su trazado, dotación y tipo busca reducir los tiempos de viaje entre dos puntos para modificar la cohesión de un determinado territorio. Se valora, por tanto, el equilibrio territorial y la accesibilidad; pero, en escasas ocasiones, se realiza una evaluación de la programación de las acciones a realizar, no actuándose sobre ella hasta que no surgen dificultades en la explotación de la infraestructura. Que la comunicación entre dos puntos esté dotada de una buena accesibilidad no es síntoma de que ésta se extienda en todo el territorio que los acoge, pues no siempre la reducción de tiempo beneficia a un territorio. La razón principal es que puede mermarse la posibilidad de acceso a esos lugares desde los puntos situados entre ellos, creando un efecto negativo en el territorio que los separa (Arranz-López et al., 2019).

Las administraciones valoran la accesibilidad para aprovechar al máximo el diseño y la explotación de las infraestructuras con el objeto de reorganizar el transporte privado y poder impulsar el transporte público. Una evaluación que contempla; por un lado, el coste empleado en el desplazamiento; y por otro, las oportunidades que se ofrecen en cada uno de los lugares, utilizando para ello un elemento fijo por el que se realiza el desplazamiento, y uno móvil que se desliza sobre el fijo. Ambos, el fijo (territorio) y el móvil (modo de transporte) aportan ventajas e inconvenientes que definen la calidad del recorrido entre dos puntos. Posicionan y clasifican los territorios en cuanto al nivel de comunicaciones con especial relevancia en las áreas rurales, pues es en ellas donde se reducen las posibilidades de acceso a bienes y servicios.

Para ello, establecieron una relación directa entre la accesibilidad de los núcleos rurales y el mantenimiento de su población y actividades poniendo de relieve la necesidad de realizar intervenciones de una manera conjunta entre los elementos que integran el espacio, ya que el marco competitivo de la globalización mundial favorece el crecimiento de los transportes y constituye el entorno en el que se deben desarrollar las actuaciones que atiendan de la mejor manera la demanda de la población, cuando se encuentran vinculadas a la red de comunicaciones (Comité de Desarrollo Territorial, 1999).

Para implantar acciones que modifiquen los tiempos de viaje de los sistemas de transporte, se necesita realizar una evaluación de la accesibilidad que presente el estado de la cohesión territorial y de la movilidad. Para ello es conveniente emplear indicadores que permitan mostrar la interacción espacial de los sistemas de transporte y la mejora de los dos elementos caminan unidos a la accesibilidad. Los datos de los indicadores se modelizan en aplicaciones de cálculo de la accesibilidad mediante programas que contribuyen en las labores de computación y representación gráfica como son los Sistemas de Información Geográfica (SIG). A través de ellos se transforman en mapas que permiten vislumbrar una cuantificación de los efectos que permitirá obtener una evaluación de la accesibilidad, y así aplicar la solución más adecuada al problema planteado para la mejora de la accesibilidad (López-Escolano and Pueyo Campos, 2019).

El análisis y evaluación de la accesibilidad de un territorio se realiza mediante la aplicación de representaciones matemáticas, que transforman un concepto intangible, como es la accesibilidad, en uno tangible. Los indicadores, que nos ofrecen una visión del nivel de accesibilidad, permitirán decidir si es necesario adoptar medidas correctoras o no. Además, se emplean aquellos que posibilitan mostrar la calidad de las comunicaciones en un territorio y los efectos que produce la implantación de una nueva infraestructura en éste, permitiendo localizar dentro de un área territorial elementos geográficos, y referenciarlos con respecto a las oportunidades a las que se pueden acceder.

El nivel de accesibilidad comenzó basándose en el coste de transporte para trasladar los productos del campo a la ciudad, contemplando los diferentes factores que intervienen a la hora de realizarlo. En base a ello, se comenzaron a identificar las áreas territoriales por sus características, las cuales se convirtieron en condición para sus actividades, sus infraestructuras y el movimiento de sus habitantes.

Los primeros indicadores empleados se relacionaban solo con el modo de transporte mostrando tan solo la facilidad con que se podía realizar un desplazamiento entre dos puntos situados a una determinada distancia (Hansen, 1959), hasta que Monzón de Cáceres (1988) los complementó incluyendo los parámetros de suelo y de distancia social, en lugar de distancia física. Esta última decisión constituyó la base de los criterios de cálculo de accesibilidad vigentes, los cuales sostienen su medición, básicamente, en dos elementos a saber: el territorio por donde discurre la red de transporte, y el modo utilizado (condicionantes ambos de la movilidad y del coste). Su convergencia establecerá, pues, la accesibilidad diferenciando los territorios en base a la calidad de los trayectos y la facilidad en las comunicaciones.

Se han realizado numerosas definiciones de índices, siendo uno de los más idóneos el que propugnaron Vickerman et al. (1999), y que manifiestan lo siguiente: *“Los indicadores de accesibilidad describen la localización de un área con respecto a oportunidades, actividades o recursos que existan en otras áreas, o en esa misma área, donde el termino área puede ser un país, una región, una ciudad o un corredor.”*

Al igual que definiciones, se han diseñado un elevado número de ellos, y han llegado a convertirse en elementos clave para analizar las modificaciones territoriales en productividad, en el precio del suelo, en la distribución de la población, y en la implantación y desarrollo de las infraestructuras (Martínez et al., 2010; Tiwari and Jain, 2012; van Wee et al., 2001; Vickerman, 2018; Vickerman et al., 1999).

Su convergencia establecerá la accesibilidad, diferenciando los territorios en base a la calidad de los trayectos y a la facilidad en las comunicaciones, que depende en gran parte de la red; constituyéndose así en la base de cualquier indicador, y permitiendo que la comunicación se realice de una forma más o menos adecuada a través de la determinación, entre otros parámetros, de la velocidad. Otros indicadores que complementan a la red son las oportunidades ofrecidas y la distribución geográfica.

Para definir los índices que miden la accesibilidad, establece las siguientes pautas:

- Medidas agregadas. Son las que relacionan el transporte y los usos del suelo, pudiéndose aplicar en estudios muy diversos.
- Medidas desagregadas. Consideran la posición y el movimiento individual de los seres y enseres por la red, de una forma aislada, sin tener en cuenta el resto de la población.
- Medidas topológicas. Se basan en la teoría de grafos, simplifican la red y la representan mediante una malla. Cada uno de los tramos de la malla une dos nodos y está caracterizada por un escalar, que puede ser el tiempo, la distancia, o el coste.
- Medidas del viaje. Se centran en el itinerario y el número de veces que este se recorre.
- Medidas basadas en el transporte público. Son un caso particular de las anteriores y tienen importancia porque se aplican a una parte de la población que se encuentra cautiva del transporte público, que son los segmentos con menor nivel económico.

Y su formulación depende de lo que se pretenda medir; por lo que, para evaluar la accesibilidad, se emplearan aquellos indicadores que aporten y complementen la planificación de los sistemas de transporte en un área determinada. Izquierdo et al (2001) los clasificaron en indicadores topológicos, agregados y desagregados.

Los indicadores topológicos fueron los primeros. Éstos contemplan la red de transporte, midiendo su calidad y comparándola con el trazado ideal en línea recta, también conocida como distancia geométrica. Por otra parte, los indicadores agregados contemplan datos del conjunto de nodos y variables de la red de transporte, como son la conducta de los ciudadanos, las pautas de movilidad y los factores socioeconómicos. Y, por último, los indicadores desagregados, que identifican la movilidad en la red,

relacionando orígenes concretos con los posibles destinos. Entre éstos últimos se encuentran los indicadores de oportunidades acumuladas que muestran los determinados destinos alcanzables en un determinado tiempo y los indicadores *life-path*, que desarrollados en la década de los 70 por Hagêrstand y Thrift, relacionan las oportunidades muestran las posibilidades en el espacio y el tiempo de alcanzar los destinos en función de la velocidad (Parras, 2014).

Los indicadores se han convertido en elementos indispensables para calificar la accesibilidad de un territorio. Un alto número de ellos cuentan con un origen que se centra en la relación del número de oportunidades y la distancia de una actividad determinada, combinando la impedancia del transporte y la atracción del territorio (Chang and Lee, 2008; Haggett, 1975; Hansen, 1959; Morris et al., 1979). Además, agrupan las diferentes orientaciones empleadas para formular indicadores en la medición de la accesibilidad según su complejidad en los conceptos siguientes:

- Accesibilidad relativa. Nivel de conexión que tienen dos nodos entre sí dentro de una misma área.
- Accesibilidad Absoluta. Nivel de conexión que tiene un punto con todos los demás que se encuentran en la misma área.
- Modelos Topológicos. Índices que emplean la topología, rama de la geometría que se refiere a la calidad de la conectividad, es decir, indican si los elementos se encuentran conectados o no.
- Modelos de Oportunidades acumuladas. Medida desagregada que indican el “número de bienes alcanzables en el destino de un viaje efectuado desde un origen definido, con una determinada magnitud”.
- Modelos de gravedad. Se desarrollaron utilizando una analogía con la física de la materia de Newton. Relaciona la variable de la atracción que justifica el viaje con la variable que refleja las dificultades para alcanzar el destino.
- Modelos de utilidad. Son más completos que los de gravedad, con una formulación semejante, pero profundizan en el proceso de decisión del individuo.

Los indicadores describen la ubicación de un territorio con referencia a las oportunidades con que cuenta y suelen tomar como base el coste (asociado con el tiempo) que supone desplazarse por las infraestructuras de transporte hasta alcanzar un destino determinado (Fernández Tabales et al., 2009; Monzón de Cáceres, 2015). Todos ellos, en base a los múltiples enfoques utilizados para definir el concepto de accesibilidad y su medición, permiten la generación de diferentes formulaciones para la evaluación de la calidad de las redes de comunicación que unen lugares emplazados en un territorio.

De esta manera, el empleo del indicador de accesibilidad absoluta contará en sus datos de valoración con la ubicación geográfica de los núcleos de población (Gutiérrez et al., 1996), mostrando información sobre costes de transporte asociados a cada nodo de

la red en su relación con los demás nodos presentes en ella, teniendo en cuenta la importancia económica de cada uno de ellos. Se calcula la media de las distancias que separa a cada nodo con respecto a los diferentes centros de actividad económica a través de la red y se aplica la renta de éstos como factor de ponderación (Loyola Gómez and Albornoz del Valle, 2009).

El indicador de accesibilidad relativa, en cambio, neutraliza el efecto de la localización geográfica, y ensalza los efectos de la oferta infraestructural sobre la accesibilidad, reflejando a la vez los índices de rodeo (estructura geométrica de la red) y el tipo de infraestructura en la accesibilidad a los principales centros de actividad (Gutiérrez Puebla and Monzón de Cáceres, 1993).

Si los índices se encuentran relacionados con las infraestructuras, evalúan su acceso; y si lo hacen con la actividad, contemplan la atracción de la ciudad y la movilidad. Por otra parte, si se trata de la actividad económica y del tiempo, el indicador elegido deberá permitir conocer cuanta actividad diaria se puede hacer en un determinado periodo, empleando valores como son el número de habitantes y el tiempo en el que se pueda realizar una actividad elegida. Todos ellos tienen diferentes comportamientos, debido a la relación con la distancia pues la interacción entre dos lugares disminuye mientras aumenta la distancia entre ellos.

La literatura científica al respecto muestra la existencia de una gran variedad de indicadores de accesibilidad con formulaciones diversas, los cuales abarcan desde los básicos como las áreas de influencia, hasta los modelos predictivos de demanda vs. oferta.

De esta manera, los SIG, y la localización de instalaciones y equipamientos, destacan las medidas de áreas de influencia preestablecidas mediante límites fijos, tratando la equidad y el transporte referidos a la accesibilidad de diferentes grupos sociales en los usos de la accesibilidad. Díaz Muñoz et al. (2007) propusieron una suma de indicadores de accesibilidad que cuantifiquen el nivel dotacional y la calidad de los servicios, la capacidad de conexión entre lugares y la calidad de las conexiones de la red de transporte. Ramírez Velázquez (2009) propone por un lado manejar la medida en relación con los puntos de oferta, lo que permitirá estimar la cantidad de demanda que le corresponde a cada una de ellas según un radio dado; y, por otra parte, permitirá operar con la medida de accesibilidad total o global, que mide la distancia total que debe recorrer la población para acceder a la oferta disponible. Por último, Subero Munilla (2009) añade la actualización de la formulación de los indicadores y los adapta a los nuevos métodos de cálculo.

Con el paso del tiempo, y con el objetivo de analizar la mejora de la accesibilidad y la relación infraestructura y territorio, los indicadores se aglutinaron, pues se manifestó que para medir la accesibilidad habría que determinar la accesibilidad que utiliza un ciudadano para acceder a otra región, claro está que esta medida se encuentra



en la red, dando lugar a los indicadores de densidad que relacionan parámetros de la red y del territorio.

En 1968 se establecen los principios básicos que rigen las configuraciones de comunicación basándose en la premisa de que cada punto de la red de comunicación debe contar con la posibilidad de enlazar con los demás puntos de dicha red, que utilicen el camino más corto y crear una escala de líneas determinadas por los puntos que conecte cada conexión (Tarski, 1995).

La literatura científica del s. XX muestra como las redes de transporte y las figuras geométricas han caminado juntas en la formulación de leyes y métodos de cálculo. Los modelos de cálculo de la accesibilidad no han escapado de esta influencia y utilizan la geometría de redes de comunicación basada en una geometría triangular, rectangular o hexagonal, con el propósito de reducir al mínimo la relación entre la longitud de la red y el espacio servido.

Las figuras geométricas que más se han utilizado por adecuarse mejor a las necesidades requeridas han sido el círculo y el triángulo. La primera relaciona en las estructuras espaciales la superficie con su perímetro y la segunda, el triángulo esférico del octante de la esfera formado por las proyecciones de los tres ejes de la esfera perpendiculares entre sí (Haute). Buscando la figura geométrica que mejor se adapte a ambos requerimientos, se llega al hexágono, el cual cumple con las dos premisas anteriores, pudiendo transformar una superficie o red medida en geometría hexagonal, en una red de triángulos equiláteros.

No obstante, se comprueba que este modelo geométrico pierde su potencial en las proximidades de las rutas de comunicación principales y plantea un modelo más real, dentro de un espacio heterogéneo, con la configuración de una red viva donde diferencia el transporte desde un punto de vista técnico y económico, dando lugar al desarrollo de un modelo anisótropo que permitirían conocer el nivel de desarrollo de las vías de comunicación.

Estos métodos pretenden explicar los impactos de las redes de transporte para evaluar la cohesión territorial mediante la transformación de los resultados en indicadores que mostrar el nivel de accesibilidad (Bautista, 2018).

El gran número de métodos y su complejidad llevan a actuar sobre la estructura espacial de la red de comunicaciones aplicando la teoría de grafos que consiste en representar mediante un conjunto de nodos y vértices unidos por arcos, aristas y segmentos la red a evaluar. Teoría, que en su aplicación señala la cohesión, la accesibilidad que facilita la infraestructura además de jerarquizar los nodos y los arcos. El grado de cohesión de la red facilita una valoración de las conexiones, y el estado de desarrollo económico, social y de las comunicaciones (Haggett, 1975).

Para medir el grado de cohesión, se emplean indicadores que relacionan valores de la red de comunicaciones y parámetros característicos del territorio, los cuales se incluyen dentro de los indicadores topológicos, que emplean vértices y aristas, así como las longitudes de los grafos (Potrykowski and Taylor, 1984). Se trata de indicadores sencillos, pero que no distinguen los cambios generados en una red cuando se incrementan las aristas o los vértices y que, a la hora de interpretar los resultados, señalan como importante la delimitación del área a analizar, y su asimetría. Y si se diera el caso de existir en el área una determinada actividad, será contemplada analizándola con el establecimiento de un indicador que la mida (Gutiérrez Puebla, 2005).

### III · 2.2 INDICADORES DE ACCESIBILIDAD

Como se ha expuesto con anterioridad, existe una gran variedad de propuestas para la valoración de la accesibilidad, las cuales permiten que un mismo concepto pueda ser valorado de maneras diferentes. De su análisis se extrae que para conocer el nivel de accesibilidad de un territorio es útil y aconsejable emplear indicadores que combinen el acceso a la red de infraestructuras y aspectos de la capacidad de atracción del territorio analizado. Su nivel de complejidad dependerá del número de destinos que desde un determinado origen se puedan alcanzar, eligiéndose un límite que puede ser la distancia en función del tiempo o del coste económico. Conviene señalar que los indicadores utilizados para analizar la accesibilidad deben permitir clasificar los ámbitos a considerar, fijando criterios en función del objetivo a alcanzar y al análisis deseado (Gutiérrez et al., 2010; Monzón de Cáceres, 2015; Morris et al., 1979; Subero Munilla, 2009).

En la valoración de las redes de transporte se emplean indicadores que muestren características socioeconómicas de los territorios, y aquellas que permiten analizar la impedancia de viaje, que es la medida combinada de tiempos, costes y distancias que representa la resistencia o impedimento para viajar en un enlace o ruta particular con la atracción de los territorios. De esta forma, al confluir los datos de ambos análisis se diagnostica la contribución de las infraestructuras y de las comunicaciones a los territorios para la mejora de la accesibilidad. Para ello, conviene utilizar indicadores que contemplen uno o varios destinos delimitando la distancia a utilizar en base al coste del transporte en cualquiera de los sentidos, coste de tiempo, coste económico (Halden, 2017, 2002; Hansz et al., 2018).

En base a la bibliografía revisada y a los objetivos planteados en la investigación, para valorar la mejora de la accesibilidad se propone utilizar en el presente estudio los siguientes indicadores:

- Índice de trazado.
- Índice de trazado de velocidad.

- Indicador de eficiencia en red.
- Indicador de localización.
- Indicador de potencial económico.
- Indicador de potencial turístico.
- Indicador de accesibilidad diaria.

Cada uno de ellos permitirá alcanzar los diferentes objetivos que a continuación se indican:

- *Índice de trazado*: Conocer la calidad de la red, relacionando la distancia real con la distancia ideal de un punto a otro.
- *Índice de trazado de velocidad*: Confirmar la calidad de la red completando al anterior al introducir la variable de la velocidad relacionando el tiempo recorrido real con el tiempo de recorrido ideal.
- *Indicador de eficiencia en red*: Conocer la cohesión territorial que puede aportar la red y el grado de posibilidades de conexión que tienen dos puntos utilizando una determinada red sin tener en cuenta su ubicación geográfica.
- *Indicador de localización*: Conocer el ahorro de tiempo que genera el uso de una red frente a otra para facilitar el acceso de las localidades a las oportunidades teniendo en cuenta su ubicación geográfica.
- *Indicador de potencial económico*: Conocer la capacidad de atracción y el nivel de oportunidades entre localidades mostrando la accesibilidad en el contexto de ubicación geográfica.
- *Indicador de potencial turístico*: Conocer la accesibilidad turística potencial de una localidad en base a su oferta turística.
- *Indicador de accesibilidad diaria*: Conocer el número de habitantes que pueden alcanzar el destino dentro de un plazo de tiempo establecido utilizando la red.

De todos ellos, se exponen sus particularidades seguidamente.

### **Índice de Trazado**

La calidad de las infraestructuras facilita la conexión entre las localidades y el nivel de cohesión ofertado que permitirá establecer relaciones entre el nivel de desarrollo de los sistemas económico y de transporte. Para conocer su influencia, se utiliza el indicador de índice de trazado  $r_{ij}$  que utiliza la distancia real  $d_{ij}$  utilizando la red desde el punto  $i$  al  $j$  y la relaciona con la distancia euclidiana  $d_{gij}$  entre el punto  $i$  y el punto  $j$  (Ecuación 1).

Se trata de un indicador topológico que evalúa la separación entre dos puntos de una red y su continuidad en el espacio, permitiendo examinar la calidad de las comunicaciones, relacionando la distancia real existente entre dos puntos con su distancia en euclidiana, línea recta

$$r_{ij} = \frac{d_{ij}}{d_{gij}}$$

Ecuación 1. Indicador de trazado.

El índice presenta resultados que siempre superan a la unidad, y cuanto más se aproxime a ella, mayor accesibilidad posee la red analizada. Este indicador, ha sido utilizado frecuentemente para los planes de infraestructuras y ha servido de base para el establecimiento de otros índices (Monzón de Cáceres, 1988).

### **Indicador de Trazado de Velocidad**

Si en la formulación anterior sustituimos las distancias por los tiempos de recorrido y relacionamos el tiempo real en recorrer un trazado entre dos puntos con el tiempo ideal en recorrer el mismo trazado en el medio más rápido, obtenemos una visión de la relación entre la velocidad y el trazado, obteniéndose mayor accesibilidad cuanto menor sea el valor del índice de trazado de velocidad  $RV_{ij}$  que relaciona el tiempo de viaje real  $T_{ij}$  utilizando la red desde el punto  $i$  al  $j$  con el tiempo de viaje ideal  $T_{gij}$  que se emplearía utilizando el medio más rápido entre el punto  $i$  y el  $j$  bien en una línea de alta velocidad o en una autopista (Ecuación 2).

$$RV_{ij} = \frac{T_{ij}}{T_{gij}}$$

Ecuación 2. Indicador de trazado de velocidad.

Este índice ofrece una visión de la calidad del trazado y de su velocidad, estableciéndose como resultado cuanto menor sea su valor.

### **Indicador de Eficiencia de la Red**

Se encuentra dentro de los indicadores de accesibilidad relativa, la cual consiste en medir el grado de dificultad que tienen dos puntos de una red para conectarse.

Es un indicador gravitatorio y contempla la calidad de las infraestructuras en las relaciones que se puedan generar entre localidades. No contempla en su concepción la ubicación geográfica de los nodos, pero pone de relieve la capacidad que muestra la red analizada para potenciar la cohesión territorial (Gutiérrez et al., 1998).

El indicador de eficiencia en red  $A_i$  relaciona la sumatoria de la relación del tiempo de viaje real  $TR_{ij}$  desde el punto  $i$  al  $j$  con el tiempo de viaje ideal  $TI_{ij}$  entre el punto  $i$  y el  $j$  utilizando el trazado en línea recta y todo ello con un factor  $w_{ij}$  que relaciona la población con el tiempo de viaje (Ecuación 3).

$$A_i = \sum \frac{TR_{ij}}{TI_{ij}} \cdot w_{ij}$$

Ecuación 3. Indicador de trazado de velocidad.

Cada una de las relaciones  $i-j$  se pondera a través de  $w_{ij}$  que se obtiene de calcular el cociente entre la población en destino ( $P_j$ ) y el tiempo de viaje entre  $i$  y  $j$  partida por el sumatorio total Ecuación 4:

$$w_{ij} = \frac{\frac{P_j}{TR_{ij}}}{\sum \frac{P_j}{TR_{ij}}}$$

Ecuación 4. Factor de ponderación.

Este indicador señala cuanto supera el dato real al dato ideal. Cuanto menor sea el valor que se obtiene, más accesible en términos relativos es la localidad. Muestra que localidad dispone de mejor comunicación.

Al tratarse de un indicador gravitatorio que mide la accesibilidad de cada población teniendo como referente una situación ideal, relacionando la eficiencia de la red en cuanto a la relación de los nodos con los centros de actividad, los resultados mostrarán mayor peso en las relaciones con las localidades de mayor población o las que se encuentren más cercanas, siendo el resultado debido a la calidad de la infraestructura para la conexión de las localidades y la distancia geográfica entre las localidades.

Como se ha señalado, determina la accesibilidad en base a la calidad de las infraestructuras que se utilizan en los desplazamientos y presenta la accesibilidad de cada localidad con respecto a un escenario ideal sin contemplar la ubicación geográfica de los nodos, exponiendo que efectos produce cada una de las redes analizadas.

### **Indicador de Localización**

Este indicador, calcula para cada localidad, el tiempo total de viaje al destino teniendo en cuenta la población de cada una de ellas. Pone de manifiesto, la facilidad de la red en proporcionar un adecuado acceso al destino elegido.

Da importancia a la relación de las poblaciones con otras poblaciones de mayor importancia (Monzón Cáceres et al., 2005). Como factor de ponderación de los centros de actividad económica se utiliza la población residente en el área metropolitana de los mismos.

El indicador de localización en tiempo  $A_i$  de la población  $i$  con respecto al centro de actividad económica es el sumatorio de la relación de  $P_j$  la población (Número de habitantes) del centro de actividad de destino con  $TR_{ij}$  que es el tiempo de viaje a través de un determinado modo entre la población de origen  $i$  y la de destino  $j$ , todo ello dividido por  $\sum P_i$  de todas las poblaciones, de origen y destino (Ecuación 5).

$$A_i = \sum \frac{TR_{ij} \times P_j}{\sum P_j}$$

Ecuación 5. Indicador de localización.

Su resultado expone la facilidad que presentan las redes para acceder a las ofertas, indicando mayor accesibilidad cuanto menor es el resultado del indicador. Se expresan en tiempo de viaje, en horas o en minutos y facilita el ahorro de tiempo que se produce al utilizar uno u otro modo, aunque no discrimina entre la cercanía o lejanía de los destinos.

### **Indicador de Potencial Económico**

Este indicador, de tipo gravitatorio. Su conceptualización muestra como el nivel de oportunidad entre dos áreas aumenta con la capacidad de atracción de las áreas, y disminuye con la separación entre ambas. Se basa en el tiempo de viaje a través de una red, es decir, en el coste (tiempo) que supone desplazarse por las infraestructuras de transporte hasta alcanzar un destino reflejándose las oportunidades alcanzables en un ámbito territorial. Ese indicador se encuentra basado en los trabajos de Hansen (1959).

Este indicador, muestra la accesibilidad potencial del nodo y relaciona la localización geográfica de las poblaciones. Indicará la accesibilidad al centro de actividad interpretándose como el volumen de actividad a que la población tiene acceso, contando con la distancia en tiempo a recorrer (López Suárez et al., 2009).

Bajo este concepto, un indicador frecuentemente seleccionado es el indicador de potencial económico.  $A_i$  que mide el potencial económico de origen  $i$  con el sumatorio que relaciona  $TR_{ij}$  tiempo de viaje entre el origen  $i$  y la población de destino  $j$ . con  $P_j$  que es la población en el área metropolitana del centro de actividad económica de destino.

En este caso se ha seleccionado a la población en el área metropolitana de destino como variable representativa de la importancia del centro de actividad económica (Ecuación 6).

$$A_i = \sum \frac{P_j}{TR_{ij}}$$

Ecuación 6. Indicador de potencial económico.

A mayor valor del indicador, mayor accesibilidad, para el nivel de oportunidades entre dos puntos y su capacidad de atracción de dichos puntos.

### Indicador de Potencia Turístico del Territorio

Se trata de un índice derivado del anterior.  $A_i$  indicador del potencial turístico de una población relaciona  $PH_j$  las plazas hoteleras en el punto que se consideren con  $TR_{ij}$ , tiempo de viaje en el modo elegido entre el municipio  $i$  y el destino  $j$ .

En este caso se considera la capacidad hotelera como variable representativa de la importancia del punto turístico que en el índice anterior es considerado como origen, y que para el cálculo de este índice y en el caso de estudio, se analizará la potencialidad que cada localidad presenta para convertirse en destino turístico de la metrópoli (Ecuación 7).

$$A_i = \sum \frac{PH_j}{TR_{ij}}$$

Ecuación 7. Indicador de potencial turístico del territorio.

A mayor valor del índice, mayor accesibilidad, teniendo un importante peso en el resultado del valor el número de plazas hoteleras del destino.

### Indicador de Accesibilidad diaria

Este indicador se encuentra dentro de los indicadores de oportunidades acumuladas y muestra la posibilidad potencial de realizar viajes en un mismo día, que pueden tener la finalidad de negocios. Para ellos, se estima una duración máxima que se definirá en base al tiempo medio considerado para la realización de este tipo de viajes y que se obtendrá de la encuesta de movilidad de las personas residentes en España (MOVI-LIA). El indicador de accesibilidad diaria  $A_i$  relaciona la población  $P_j$  con  $TR_{ij}$ , tiempo de viaje en el modo elegido entre el municipio  $i$  y el destino  $j$  (Ecuación 8).

$$A_i = \sum P_j \times f(TR_{ij})$$

Ecuación 8. Indicador de accesibilidad diaria.

$(TR_{ij})=1$  si  $t_{ij} \leq 3$  horas

$(TR_{ij})=0$  si  $t_{ij} > 3$  horas

Este tipo de indicador depende bastante de la definición del umbral del tiempo de viaje a partir del cual los destinos no son tenidos en cuenta. En el caso de la fórmula matemática, se refleja un tiempo ( $t_{ij}$ ) de 3 horas. El valor del indicador muestra el número de habitantes que pueden alcanzar el destino dentro del plazo de tiempo establecido.

Si el motivo de viaje es el turismo, el indicador de accesibilidad diaria  $A_i$  relaciona la población  $P_j$  con  $TH_{ij}$ , tiempo de viaje en el modo elegido entre el municipio  $i$  y el destino  $j$  (Ecuación 9).

$$A_i = \sum PH_j \times f(TR_{ij})$$

Ecuación 9. Indicador turístico de accesibilidad diaria.

$$(TR_{ij})=1 \text{ si } t_{ij} \leq 3 \text{ horas}$$

$$(TR_{ij})=0 \text{ si } t_{ij} > 3 \text{ horas}$$

### Indicador de Mercado Potencial

Este indicador permite conocer la capacidad de compra o de consumo de cada una de las localidades de un determinado territorio (Naranjo Gómez, 2016). Se compone de otros seis indicadores: índice de población ( $I_p$ ), el índice de teléfonos fijos ( $I_t$ ); el índice de automóviles ( $I_a$ ), el índice de camiones ( $I_{cam}$ ) y furgonetas, el índice de oficinas bancarias ( $I_b$ ), el índice de comercio local ( $I_{com}$ ) (Ecuación 10).

$$I_c = \frac{I_p + \left( \frac{I_t + I_a + I_{cam} + I_b + I_{com}}{5} \right)}{2}$$

Ecuación 10. Indicador turístico de accesibilidad diaria.

Donde,

$I_p$  = Representa el número de habitantes de una localidad.

$I_t$  = Muestra el número de teléfonos fijos para uso doméstico.

$I_a$  = Corresponde al número de automóviles.

$I_{CAM}$  = Representa el número de camiones.

$I_b$  = Es el número de oficinas bancarias de una localidad.

$I_{com}$  = Es el número de locales comerciales de una localidad.

El indicador de mercado potencial muestra una valoración de la cantidad de servicios que teóricamente pueden absorber las poblaciones. Este indicador de mercado potencial puede ajustarse calculando la cuota de mercado por habitante. Es conveniente tener en cuenta el índice de automóviles, que mostrará la capacidad de movilidad de los habitantes.

## **Indicadores Socioeconómicos**

Estos indicadores permiten caracterizar a la población del área de análisis y resultan interesantes para mostrar el potencial de atracción de una región, muestran la realidad de las poblaciones que van a ser sometidas al análisis de accesibilidad. Con ellos se medirá la situación del mercado laboral, la población potencialmente usuaria de los transportes y el número de habitantes. Representa el número de habitantes del territorio, es un dato básico a partir del cual se pueden obtener indicadores de otra índole. Su valor se obtendrá del Instituto Nacional de Estadística.

La tasa de dependencia conjuga la proporción de población dependiente (entre 0 y 14 años y mayores de 65 años) con la población productiva (entre 15 y 64 años), expresándose en tanto por ciento. La población empleada muestra la actividad económica y se expresa en porcentaje, contemplando el número de empleos en los sectores primario, secundario y terciario. La tasa de desempleo expresa, en contrapartida, el porcentaje de la población residente en situación de desempleo, indicando la estabilidad económica del territorio.

### **III · 2.3 DESCRIPCIÓN DE LA INTERMODALIDAD CONCERTADA**

En el Congreso Europeo de Transporte Intermodal celebrado en 2015 se expuso que se habían desarrollado, en los últimos años en toda Europa, sistemas intermodales de transporte de viajeros caracterizados por incrementos en los tiempos de viaje, con altos precios y carentes de calidad. Esta situación ha permitido que afloren las deficiencias de las redes, que se creen iniciativas de mejora de la gestión de las infraestructuras, y que se identifiquen puntos débiles relacionados con el material de transporte e infraestructuras y con la explotación de las líneas.

Este escenario intermodal se ha convertido en oportunidad, que la UE ha aprovechado para regenerar un enfoque de sus actuaciones hacia la adecuación y regulación de la capacidad, las conexiones y la interrelación de modos; tendencia que se ha desplegado en los sistemas intermodales de transporte urbano de las grandes ciudades, pero que no ha logrado impregnar a los sistemas de transporte de las áreas interurbanas.

La intermodalidad urbana en el transporte público plantea como principio de funcionamiento las intersecciones horarias entre modos de transporte confluyentes. Un modo accede a un intercambiador en un tramo horario dentro del cual puede enlazar con otros, con una intervención activa del usuario, ya que debe programar su viaje localizando y ensamblando las intersecciones horarias entre modos (Figura 15).

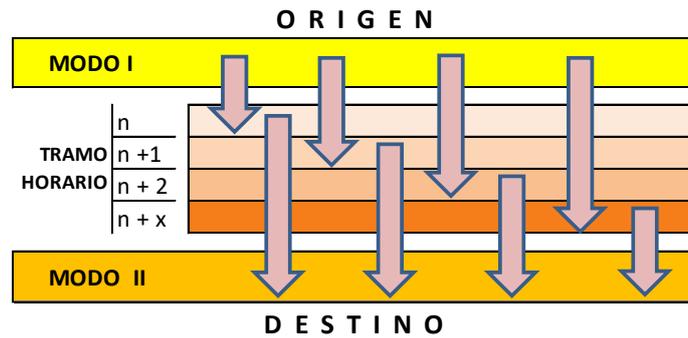


Figura 15. Intermodalidad Urbana actual. Enlace tramos horarios.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

Esta intermodalidad no garantiza un transporte con tiempos de espera concretos. El modo inicial del viaje (modo I) llega al intercambiador a una determinada hora (n) y el modo de continuidad (modo II) a otra hora, que puede o no encontrarse dentro del tramo horario de llegada del modo inicial (n, n+ 1, n+x). Si en su viaje el usuario del modo I logra enlazar en un corto espacio de tiempo con el modo II, es como consecuencia de haber realizado una programación previa y de que el modo I no sufre ningún retraso horario. En su viaje, el usuario deberá de adquirir un título de transporte independiente para cada modo. Si el viajero es habitual, podrá adquirir bonos que le permitirán utilizar ambos modos.

La intermodalidad en el ámbito interurbano es incipiente. En el caso de que un viajero desee realizar un viaje que contemple en su trayecto dos modos de transporte público (Figura 16), el viajero deberá de adaptar sus horarios y tiempos de enlace utilizando para ello las poblaciones en las que confluyan y se interconexionen los modos requeridos; situación que incrementa el tiempo de viaje del modo intermodal frente al unimodal, en parte por la dilatación del tiempo de enlace entre los modos utilizados y por la distancia que separa el centro utilizado por el modo I del centro empleado por el modo II.

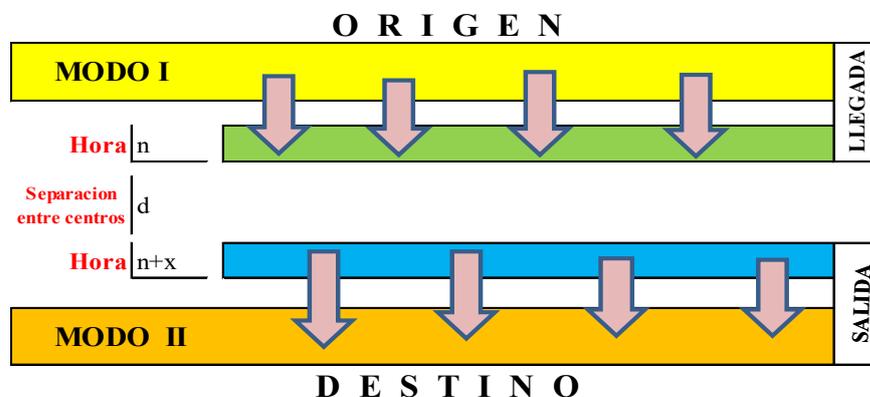


Figura 16. Intermodalidad Interurbana actual.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

El modo I llega a su centro a una determinada hora (n) y el viajero debe de emplear un tiempo en recorrer la distancia que separa el centro de llegada del modo I del centro de salida del modo II, que lo hace a una hora diferente y que puede encontrarse muy diferenciada (n + x).

Cada modo circula de manera independiente, ya que su objetivo es dar servicio al viajero unimodal, no al intermodal; y las interconexiones, en caso de que se puedan realizar, no cuentan con un intercambiador ni con un tiempo de enlace programado y garantizado. En algunos casos se ofrece un billete combinado que no alcanza a regular la uniformidad en la relación comercial del contrato de transporte entre el viajero y el modo utilizado, ya que el usuario debe de relacionarse con los modos de una manera diferenciada.

Ambos modelos intermodales se han visto afectados por la llegada del ferrocarril de alta velocidad. Mientras la intermodalidad urbana en el transporte público de las grandes ciudades ha recibido un impacto positivo y ha participado de una forma activa en la expansión de las ventajas de la alta velocidad a la sociedad, la intermodalidad interurbana ha sufrido un impacto negativo generando un detrimento de la accesibilidad en dichas zonas, agudizándose la diferencia entre las sociedades urbanas y no urbanas en la posibilidad de acceso a oportunidades y en el disfrute de una adecuada accesibilidad.

Este escenario requiere que la sociedad solicite que las ventajas que aportan las líneas de alta velocidad alcancen a las zonas interurbanas, a poblaciones con menor número de habitantes para que generen el mismo efecto dinamizador a nivel económico que han provocado en las grandes urbes (Garber and Hoel, 2005). Para lograrlo conviene que la incipiente interconexión desarrollada en el transporte interurbano entre el ferrocarril de alta velocidad con el ferrocarril convencional y en algunos casos con el transporte público por carretera, persiga el objetivo de aminorar el efecto túnel generado en las zonas rurales por el desarrollo de las nuevas infraestructuras ferroviarias de alta velocidad implementando estrategias basadas en el desarrollo de la intermodalidad concertada.

Revisada la literatura de referencia sobre el escenario español de la intermodalidad en el transporte público de viajeros, se desprende que es necesario desarrollar una intermodalidad concertada entre el transporte por ferrocarril de alta velocidad y el transporte público por carretera para que de una forma efectiva los beneficios que genera la alta velocidad se acerquen a las áreas rurales e interurbanas.

La efectividad de esta relación radica en los siguientes características:

- Tiempo de intercambio mínimo, previamente fijado y garantizado.
- Garantía de continuidad de viaje en todo el recorrido.
- Único título de transporte para todo el viaje.

- Única interlocución comercial/ postventa con el viajero.
- Una estratégica ubicación geográfica del centro de intercambio.

Todas ellas conforman un bloque uniforme que permite que la intermodalidad concertada entre el transporte público por carretera y el ferrocarril de alta velocidad reuna prestaciones semejantes al transporte intermodal en su modalidad Kiss&Ride, que tiene como protagonista al automóvil particular para garantizar una continuidad en el viaje intermodal con reducidos tiempos de enlace (Tabla 9). Su procedimiento de la intermodalidad concertada (Figura 17) se basa en que el modo I enlaza y se encadena con el modo II con un tiempo mínimo de enlace entre ambos, constituyendo un concepto de transporte que opta por denominar Bus Interurban Kiss & Ride y que se identifica por su acronimo BINKRI, que proviene de *B-us IN-terurban K-iss & RI-de*.

Tabla 9. Comparativa Intermodalidad *Kiss&Ride-Binkri*.

Fuente: Elaboracion propia a partir de datos propios.

<b>Intermodalidad</b>		
<b>Modalidad</b>	<i><b>Kiss &amp; Ride</b></i>	<i><b>Bus Kiss &amp; Ride</b></i>
<b>MODO I</b>	Ferrocarril de Alta Velocidad	Ferrocarril de Alta Velocidad
<b>Enlace</b>	Acordado entre el transporte particular y el viajero	Reducido y Programado entre operadores
<b>MODO II</b>	Automóvil particular	Transporte público por carretera

Un nuevo concepto intermodal que cuenta con cualidades que difieren de la intermodalidad actual. Estas diferencias se focalizan en el tiempo de enlace y de transbordo programado, en la relacion del operador con el cliente, en el tiempo de viaje en la garantia de la continuidad del transporte, en el cumplimiento de los tiempos de viaje y en la relacion con los usuarios; elementos que se consideran primordiales a la hora de hacer atractiva una intermodalidad en el transporte publico de viajeros y decisivos a la hora de que el usuario se incline a utilizar el transporte público (de Rus, 2009; Marti-Henneberg, 2015).

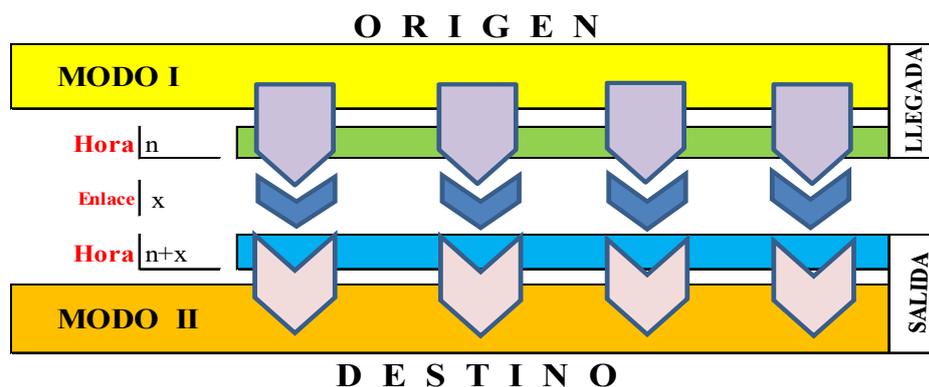


Figura 17. Intermodalidad Transporte público Bus Interurban Kiss&Ride.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

Estas características de la intermodalidad concertada influyen e inclinan a determinar que se convierta en el modo de transporte elegido por el ciudadano cuando desee realizar un traslado desde una zona interurbana a una urbana o entre zonas interurbanas entre sí (Tabla 10).

En el momento de la decisión, el usuario maneja diversos conceptos entre los que se encuentra el tiempo de viaje, la frecuencia del servicio, el precio, la comodidad, la seguridad, la garantía de viaje, el tiempo de enlace (de Rus, 2009; Martínez et al., 2010).

El transporte ha sido analizado extensamente por la literatura y de él se deduce que la sociedad actual requiere seguridad, comodidad, confort, puntualidad y agilidad en sus desplazamientos y, para ello, a la hora de viajar los ciudadanos seleccionan el modo de transporte que mejor se adapte a sus necesidades y que suponga sacrificar el menor tiempo posible en sus traslados.

El tiempo empleado por el viajero en todo el desplazamiento es llamado *tiempo de viaje* que incluye los tiempos de transporte más el tiempo de permanencia en las terminales, más el tiempo de enlace y a ello le añadimos el tiempo de incertidumbre. Se encuentra condicionado por el motivo del desplazamiento y en su oferta los tiempos accesorios deben reducirse a la mínima expresión.

El tiempo de transporte contabiliza el tiempo transcurrido desde que el modo de transporte unimodal sale del punto de origen y llega al punto de destino. Y si se hace referencia al tiempo global desde el centro de residencia o de trabajo de la población de la ciudad de origen hasta el centro de la ciudad de destino, entonces el tiempo de viaje se contabiliza y se denomina *tiempo de centro a centro*.

El tiempo de viaje es uno de los condicionantes del modo de transporte y para adaptarse a las necesidades de los viajeros necesita de la oferta de un adecuado número de servicios por unidad de tiempo que en una relación determinada representa el número de oportunidades de viaje entre dos puntos y que se denomina *frecuencia*.

Su importancia se encuentra relacionada con el tipo de cliente y se puede clasificar en función de su número:

- Frecuencia baja: nivel máximo de tres servicios al día por sentido.
- Frecuencia media: ofrece entre 4 y 6 servicios al día por sentido.
- Frecuencia alta: nivel de más de 7 servicios al día por sentido.
- Frecuencia muy alta: un nivel de más de 14 servicios al día en cada sentido.
- Frecuencia sin horario: permite coger un modo de transporte sin preocuparse de la hora (cercanías).

Tabla 10 Comparativa Intermodalidad Actual-Intermodalidad BINKRI.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

<b>INTERMODALIDAD</b>		
	<b>ACTUAL</b>	<b>CONCERTADA (BINKRI)</b>
<b>Modalidad de conexión</b>	Programación diversa. Tiempos diferentes en función de la hora de enlace.	Programación uniforme. Igual para todos los enlaces.
<b>Tiempo de enlace</b>	Estimado.	Determinado.
<b>Tiempo de transporte modo ferroviario alta velocidad</b>	Determinado.	Determinado.
<b>Tiempo de transporte modo carretera</b>	Determinado.	Determinado.
<b>Garantía de transporte en billete</b>	Diferenciado.	Único.
<b>Garantía de transporte en ocupación de plaza</b>	Identificada según el modo.	Identificada conjuntamente.
<b>Relación con el cliente: comercial y postventa</b>	Diferenciada por modos.	Única para todo el trayecto y viaje.

Pero estas características que acompañan a la intermodalidad se encuentran afectadas por *el precio*, uno de los signos que más condicionan a los modos de transporte ya que condiciona sus resultados económicos e incide en su posicionamiento dentro del mercado del transporte.

Establecer una política de precios es uno de los puntos más difíciles de la definición de cualquier modo de transporte, por lo que resulta imposible fijar unas reglas de validez universal al respecto. El precio lo marca la demanda y la discriminación de precios para ser eficaz debe de ser transparente en un mercado tan competitivo como es el del transporte, donde el consumidor exige la certeza de obtener un servicio acorde a la cuantía económica aportada.

Todas estas características que definen y acompañan a la intermodalidad concertada permiten situar a este modo en una posición competitiva en el mercado de transporte y en un lugar privilegiado en cuanto a las aportaciones que ofrece a un transporte sostenible.

En esta línea interviene activamente en la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero, aspecto que no se analiza en esta investigación. No obstante, conviene referenciarlo dado que, utilizando los valores adoptados por los distintos modos de transporte para aun mismo trayecto, se refleja que el coste medio del servicio de transporte público intermodal se sitúa en 18,2 €/1000 viajeros-km, inferior al coste del uso del vehículo privado.

Este dato se extrae del estudio denominado “*Estudio de costes externos*” realizado por las consultoras *Infras* y el instituto *IWW* de la Universidad de Karlsruhe, en el año 2000 para la UIC, que fue revisado por la UIC en el 2005 (Renfe, 2011) y complementado en el mismo año por el Ministerio de Fomento (MITMA, 2011). Dicho estudio también hace referencia a los servicios ferroviarios de alta velocidad y en él se considera en este modo, los valores unitarios por viajero/kilómetro son inferiores a los del ferrocarril convencional de tracción eléctrica. Otra aportación al transporte sostenible hace referencia a las aportaciones sociales que realiza, pues las externalidades monetarias de la eficiencia social en la que intervienen los conceptos de accidentes, ruidos, polución, efectos urbanos, muestran que la intermodalidad se sitúa en 48,21€/1000 viajeros-km, frente a 53,1€ del vehículo privado.

En resumen, la aportación de la intermodalidad concertada al transporte sostenible se sitúa en 0,1882 €/viajero/km de costes de explotación de la alta velocidad Regional y del autobús frente a 0,2865 € del vehículo privado, según establece el Ministerio de Fomento en el año 2011 en su “*Manual para la evaluación de inversiones en ferrocarril*” (MITMA, 2011).

Estas aportaciones, aunque no se tratan en la presente investigación, complementan las características de la intermodalidad concertada entre el ferrocarril de alta velocidad y el transporte público por carretera Bus Interurban *Kiss & Ride* y potencian las razones para su implementación en las áreas rurales e interurbanas.

### III · 2.4 IMPLEMENTACIÓN DE LA INTERMODALIDAD

La implementación de la intermodalidad concertada entre el ferrocarril de alta velocidad y el transporte público interurbano por carretera se desarrolla en varias fases. Comienza con la elección del área y de las localidades, continúa con el análisis de sus infraestructuras, sigue con la aplicación de los índices de accesibilidad y finaliza con el contraste de los resultados mediante la aplicación de metodología SIG.

#### ***FASE 1. SELECCIÓN DEL ÁREA TERRITORIAL***

Para elegir el *área territorial* en el que se va a implementar la intermodalidad se requiere:

- Área surcada por una línea ferroviaria de alta velocidad.
- Existencia de una ciudad motriz que puede o no encontrarse dentro de la estructura administrativa del área (Ciudad MEGAs).
- Valorar la extensión geográfica, la orografía, la población y la distancia con la estación de alta velocidad de referencia.
- Analizar la demarcación, el perfil demográfico y socioeconómico de sus habitantes, la distancia desde y hacia los principales centros de servicios.

Una vez elegida el área, se procede a seleccionar *las localidades* que afectadas por la llegada del ferrocarril de alta velocidad en base a:

- Intereses estratégicos, económicos y de accesibilidad de la zona.
- Existencia de un mercado accesible.
- Disponibilidad de recursos que le permitirán aprovechar la intermodalidad para alcanzar la rentabilidad económica y el cumplimiento de los objetivos estratégicos de las actividades en ellas implantadas.

Los municipios se insertarán en la implementación de la intermodalidad se seleccionarán según:

- Los principios de valor o criterios que permitan el desarrollo territorial que puedan ser el refuerzo de su identidad. Se valorará la promoción del desarrollo económico endógeno con la promoción de sectores o áreas de actividad y las opciones de desarrollo exógeno que faciliten la localización de nuevas actividades constituyendo un detalle importante las relaciones funcionales con otras ciudades, tanto de competencia como de complementariedad
- Las áreas estratégicas de desarrollo para la acción de nuevas actividades económicas y las dirigidas para crear centralidades en determinados ámbitos

funcionales, teniendo en cuenta que una localidad con un tejido industrial o de educación universitaria, genera un mayor tráfico inducido que las localidades agrícolas.

- La movilidad desde y hacia la metrópoli más cercana, que condiciona el desarrollo de las localidades y que se convierte en un elemento importante a la hora de condicionar la movilidad y la accesibilidad, ya que “*las modificaciones de las prácticas de desplazamiento, que pueden considerarse como un efecto directo de la nueva oferta, son en sí mismas el fruto de la convergencia de múltiples factores*”, citando a Facchinetti-Mannone (2002).
- El análisis social, como las migraciones, la educación y la proyección externa de la localidad para formar redes de relación con otras localidades o territorios.

Una vez seleccionado el área se realiza *el análisis de su red de transporte*, donde se estudiará:

- La ratio de dotación de infraestructuras ferroviarias de alta velocidad, que según Eurostat viene determinado por el % de kilómetros de ferrocarril de alta velocidad sobre km<sup>2</sup> de superficie del área propuesta. El dividendo se obtendrá de los Kilómetros de ferrocarril de alta velocidad por cada 1.000 km<sup>2</sup>.
- La ratio de dotación de Infraestructuras de carretera de alta capacidad que indica el % de kilómetros de carreteras de alta capacidad sobre km<sup>2</sup> Para ello el dividendo se obtiene de los Km de vías de alta capacidad por cada 1000 km<sup>2</sup> (Rosswen, 2021).
- El tiempo de viaje que se empleará en llegar de un punto a otro, tiempo que contempla el periodo transcurrido desde que el viajero accede al viaje hasta que lo abandona y su valor indicará el nivel del servicio prestado (Garber and Hoel, 2005).
- La valoración del transporte público y privado de cada una de las poblaciones seleccionadas del área.

## ***FASE 2. SELECCIÓN CÁLCULO DEL TIEMPO DE VIAJE***

En el transporte intermodal entre el transporte público por carretera y el ferrocarril de alta velocidad (Ecuación 11), el tiempo de viaje ( $T_i$ ) se subdivide en cuatro etapas: tiempo de espera ( $T_1$ ), tiempo de trayecto en autobús ( $T_2$ ), tiempo de enlace ( $T_3$ ), tiempo de transporte en ferrocarril de Alta velocidad ( $T_4$ ) (Tabla.11).

$$T_i = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$$

Ecuación 11. Cálculo del tiempo de viaje intermodal.

Tabla 11. Esquema tiempo de viaje intermodal.  
Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

T <sub>i</sub>					
ORIGEN	TIEMPO				DESTINO
	ACCESO	Vehículo Carretera	Enlace	Vehículo Ferroviario	
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	

Donde,

T<sub>1</sub>: *Tiempo de acceso*: Incluye el tiempo empleado desde el punto del origen del viaje, casa, trabajo, hasta que comienza el tiempo de espera, que es el transcurrido desde que el viajero se encuentra dispuesto para tomar el vehículo hasta que lo toma. Este tiempo de espera puede contemplar actividades como la adquisición del billete en las taquillas, la espera en los andenes, y terminales.

T<sub>2</sub>: *Tiempo de recorrido en el modo de carretera*. Se realizará el cálculo relacionando el espacio con la velocidad comercial deseada y con los límites de la vía.

T<sub>3</sub>: *Tiempo de enlace*: Corresponde al tiempo empleado en las operaciones de subida/bajada de viajeros desde las dársenas de estacionamiento del autobús hasta los andenes de salida/llegada de los trenes.

T<sub>4</sub>: *Tiempo de recorrido en el modo alta Velocidad*: Quedará fijado por Adif aplicando la velocidad máxima de la línea, la velocidad máxima del vehículo y la velocidad comercial solicitada por el operador.

No se considera necesario calcular el tiempo de acceso (T<sub>1</sub>) dado que es muy variable, mostrándose seguidamente el cálculo del resto de los tiempos de viaje.

El tiempo de viaje de los vehículos de carretera (T<sub>2</sub>) (Ecuación 12, Ecuación 13) se calcula utilizando el método del vehículo en movimiento (Garber and Hoel, 2005). Este método conjuga los tiempos de viaje de ida y de vuelta desde el punto A hasta el B, así como los viajes de vuelta.

Tiempo de viaje entre A y B.

$$T_{AB} = T_{AB} - (60 \cdot (N_{RAB} - N_{FAB}) / V_{AB})$$

$$V_{AB} = (((N_{BA} + N_{RAB} - N_{FAB}) \cdot 60) / T_{AB}) + T_{BA}$$

Ecuación 12. Cálculo tiempo de viaje vehículos carretera.

Donde,

$T_{A-B}$  es el tiempo de viaje desde A hasta B en minutos.

$T_{B-A}$  es el tiempo de viaje desde B hasta A en minutos.

$N_{B-A}$  son los vehículos que viajan por el carril opuesto, mientras el vehículo de prueba viaja de A hasta B.

$N_{RAB}$  son los vehículos que adelantarán al vehículo de prueba, cuando éste viaja de A hasta B

$N_{RBA}$  son los vehículos rebasados por el vehículo de prueba, cuando éste viaja de A hasta B.

Luego se calcula el tiempo de viaje inverso: tiempo de viaje entre B y A.

$$T_{BA} = T_{BA} - (60 \cdot (N_{RBA} - N_{rBA}) / V_{BA})$$

$$V_{AB} = (((N_{AB} + N_{RBA} - N_{rBA}) \cdot 60) / T_{BA}) + T_{AB}$$

Ecuación 13. Cálculo tiempos de viaje vehículos carretera.

Donde,

$T_{B-A}$  es el tiempo de viaje desde B hasta A en minutos.

$T_{A-B}$  es el tiempo de viaje desde A hasta B en minutos.

$N_{A-B}$  vehículos que viajan por el carril opuesto, mientras el vehículo de prueba viaja de B hasta A.

$N_{RBA}$  vehículos que adelantarán al vehículo de prueba, cuando éste viaja de B hasta A.

$N_{RBA}$  vehículos rebasados por el vehículo de prueba, cuando éste viaja de B hasta A.

Para el cálculo del tiempo de enlace ( $T_3$ ) entre el modo ferroviario y el modo de carretera, se utilizará el cuadro de velocidades máximas calculados por la *Transport and Road Research Laboratory* (TRRL) en 1978, donde se detalla la velocidad de los viajeros clasificadas por edades (Department of Transport and Road Research Laboratory, 1978) (Tabla 12).

Tabla 12. Velocidad peatonal.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de TRRL.

Edad y Sexo	HOMBRES		MUJERES		Hombres y mujeres con niños pequeños	NIÑOS
	Menor de 55 años	Mayor de 55 años	Menor de 55 años	Mayor de 55 años		De 5 a 10 años
Velocidad (km/h)	5,94	5,47	4,93	4,72	2,52	4,07

El procedimiento para el cálculo del tiempo de enlace se realizará en primer lugar realizando un estudio que se considera como desplazamiento físico y un segundo que se supondrá como de desplazamiento real, debiendo de contrastarse ambos estudios con el desplazamiento ideal a una velocidad constante.

El tiempo de transbordo propuesto, se expondrá en el itinerario que recorrerán los viajeros para que se disponga durante el transbordo una información del tiempo que se emplea en la realización de dicho transbordo. Para crear dicho tiempo, se tendrá en cuenta la pendiente y el trazado por el que discurrirá el tránsito peatonal, teniendo en cuenta la variación que sufre la velocidad media peatonal en función de la pendiente de la zona de tránsito (Tabla 13).

Tabla 13. Velocidad peatonal en función de la pendiente.

Fuente: Elaboración propia a partir de (Department of Transport and Road Research Laboratory, 1978).

Pendiente %	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
Velocidad (km/h)	4,82	4,82	4,82	4,61	4,28	3,74	3,38	3,06	2,84	2,63

El tiempo de viaje del modo ferroviario de alta velocidad ( $T_4$ ) se calcula utilizando el cuadro de velocidades máximas de la línea propuesta por el gestor de infraestructuras ferroviarias y junto con ellas, se establecerán las paradas. La marcha propuesta se expone con las estaciones y puntos de referencia y su distancia, así como el tiempo de paso por cada uno de ellos con respecto al origen de la marcha. Para crearla, se tendrá en cuenta el tiempo de parada, las estaciones, el tipo de tren y el cuadro de velocidades y cargas máximas, en función de la infraestructura, las curvas, las rampas, pendientes.

Se diseña una marcha tipo, la marcha ideal, la que utiliza el menor tiempo en recorrer el tramo elegido, dentro de los cánones establecidos en cuanto a seguridad y comodidad para el viajero. Posteriormente y en función de las necesidades comerciales del modo, esta marcha tipo se ajustará, convirtiéndose en la marcha real del servicio.

### ***FASE 3. SELECCIÓN ANÁLISIS DE LA ACCESIBILIDAD***

El análisis de la literatura científica expuesta, basada en las infraestructuras y en la localización de un territorio ha permitido realizar la selección de los *indicadores* que se van a aplicar y que son los siguientes:

- Índice de trazado. Permite conocer la calidad de la red, relacionando la distancia real con la distancia ideal de un punto a otro.
- Índice de trazado de velocidad. Confirma la calidad de la red completando al anterior al introducir la variable de la velocidad relacionando el tiempo recorrido real con el tiempo de recorrido ideal.
- Indicador de eficiencia en red. Con él se conocerá la cohesión territorial que puede aportar la red y el grado de posibilidades de conexión que tienen dos puntos utilizando una determinada red sin tener en cuenta su ubicación geográfica.

- Indicador de localización. Permite conocer el ahorro de tiempo que genera el uso de una red frente a otra para facilitar el acceso de las localidades a las oportunidades teniendo en cuenta su ubicación geográfica.
- Indicador de potencial económico. Facilita el conocimiento de la capacidad de atracción y el nivel de oportunidades entre localidades mostrando la accesibilidad en el contexto de ubicación geográfica.
- Indicador de potencial turístico. Facilita el conocimiento de la accesibilidad turística potencial de una localidad en base a su oferta turística.
- Indicador de accesibilidad diaria. Conocer el número de habitantes que pueden alcanzar el destino dentro de un plazo de tiempo establecido utilizando la red.

El índice de trazado, el de trazado de velocidad y el de eficiencia en red, permiten examinar la red de transporte, su calidad como infraestructura, su eficiencia y el papel que puede desempeñar en la cohesión territorial (Izquierdo et al., 2001).

La facilidad para acceder a los centros de atracción contemplando la ubicación geográfica de la población, queda definida por el indicador de localización y el de potencial económico (Gutiérrez Puebla and Monzón de Cáceres, 1993; Vickerman et al., 1999).

El indicador de potencial turístico de una forma complementaria permitirá mostrar las oportunidades turísticas ofertadas y de igual forma, el índice de accesibilidad diaria mostrará la utilidad de la red para los desplazamientos diarios por un motivo concreto en un periodo de tiempo determinado.

El cálculo de los índices por cada uno de los modos de transporte y la comparativa entre ellos marca el nivel de accesibilidad que presenta un territorio según el modo de transporte empleado. En su conjunto, conjugan el desplazamiento con las oportunidades que se presentan en el territorio por donde discurre la red de transporte, utilizando para ello, el territorio que sirve de apoyo a la red y el modo de transporte que facilita la movilidad al desplazarse por ella.

La aplicación de los índices en cada uno de los modos, tanto a los modos unimodales como al modo intermodal concertado, permite obtener el nivel de accesibilidad que presenta cada uno de ellos y facilita realizar una comparativa para una determinada área territorial.

#### ***FASE 4. NIVEL DE APORTACIÓN***

Conocido el nivel de aportación que cada uno de los modos unimodales realiza a la accesibilidad de un territorio se cuantifica el nivel de aportación que realiza la intermodalidad concertada a la accesibilidad.

Se obtiene con el denominado índice de accesibilidad (Ecuación 14) que compara el efecto conseguido por la intermodalidad concertada frente al efecto unimodal de referencia en el territorio. Es adimensional, se expresa en porcentaje y mostrará un nivel de mayor o menor importancia al compararle con el crecimiento del transporte a nivel nacional.

$$I_{accesibilidad} = F_{ponderacion} \cdot \left( \frac{IPE_{modo\ intermodal} - IPE_{maximo\ modo\ unimodal}}{IPE_{maximo\ modo\ unimodal}} \right) \cdot 100$$

Ecuación 14. Cálculo índice de aportación de la intermodalidad a la accesibilidad.

Donde,

$I_{acces}$  = Índice de Accesibilidad

$F_{ponderacion}$  = Factor de ponderación

$IPE_{AVbus}$  = Índice de potencial económico de la intermodalidad AV Bus

$IPE_{automovil}$  = Índice de potencial económico máximo del modo unimodal

Este índice muestra el comportamiento de la accesibilidad en las poblaciones contempladas en el área de territorial de aplicación de la intermodalidad concertada. Se obtiene relacionando el indicador de potencial económico, con un factor de ponderación.

El índice de potencial económico muestra la accesibilidad de las localidades dentro del contexto geográfico territorial relacionando el nivel de oportunidades con su capacidad de atracción y por este motivo se relaciona el índice de potencial económico generado por el modo unimodal preponderante, que puede ser el ferrocarril, el coche o el autobús, en una determinada localidad con el valor del índice potencial económico de la intermodalidad de la misma ciudad.

Otro elemento que se emplea es el cálculo del factor de ponderación al que se le asignan valores que oscilan desde el 0,1 hasta el 1 y que se exponen en la Tabla 14. Para calcular este factor de ponderación se conforma una matriz que relaciona la población potencial de uso de los modos de transporte con el nivel de dotación de infraestructuras.

El nivel de dotación de infraestructuras indica las posibilidades de comunicación con que cuenta cada localidad de tal forma que se considera:

- Elevada dotación de infraestructuras cuando la localidad cuenta con autovía, carretera y ferrocarril.
- Media dotación de infraestructuras cuando la localidad cuenta con carretera y ferrocarril.
- Baja dotación de infraestructuras, cuando la localidad tan solo cuenta con la carretera como única infraestructura.

En esta valoración no se ha tenido en cuenta, ni el nivel de mantenimiento, ni el nivel de utilización de cada una de ellas.

El otro elemento del factor de ponderación es la población potencial que puede utilizar los modos de transporte en cada una de las poblaciones. Se obtiene restando de la población activa el porcentaje de la tasa de paro.

Tabla 14. Matriz factor de ponderación.

Fuente: Elaboración Propia a partir de López Suárez (2007) y Naranjo Gómez (2016).

<b>Factor de Ponderación</b>			
<b>Población de potencial</b>	<b>Dotación de Infraestructuras</b>		
	<b>Elevada</b>	<b>Media</b>	<b>Mínima</b>
< 2.500	0,50	0,75	1,00
2.500 – 5.000	0,45	0,70	0,95
5.000-7.500	0,40	0,65	0,90
7.500-10.000	0,35	0,60	0,85
10.000-12.500	0,30	0,55	0,80
12.500-15.000	0,25	0,50	0,75
15.000-17.500	0,20	0,45	0,70
17.500-20.000	0,15	0,40	0,65
>20.000	0,10	0,35	0,60

La confección de la tabla que asigna los valores al factor de ponderación se ha obtenido empleando el Plan Alemán de Infraestructuras de transporte (Federal Ministry of Transport, 2003), el trabajo de López Suárez (2007) y la investigación realizada por Naranjo Gómez (2016), quien en su resultado expone que para que las localidades con menor accesibilidad y con menor dotación de infraestructuras cuenten con mayor importancia conviene que se asignen mayores valores, por lo que a aquellas poblaciones que cuenten con menor población y con menor dotación de infraestructuras se les asignará el valor de 1, el valor máximo. Y a las localidades que cuenten con el mayor nivel de dotación de infraestructuras, y con mayor población, se les asigne el valor mínimo de 0,1. De esta forma se conseguirá que las localidades menos desarrolladas puedan contar con mayores oportunidades.

El valor del índice de accesibilidad expresa el crecimiento en la mejora de la accesibilidad que ofrece la intermodalidad estableciéndose tres niveles de mejora:

- Si el valor obtenido supera el porcentaje de crecimiento del transporte terrestre a nivel nacional, se considera una mejora sustancial.
- Si el valor obtenido se encuentra entre cero y el valor del porcentaje de crecimiento a nivel nacional, una mejora no sustancial.
- Si el valor obtenido es cero, la intermodalidad no ofrece ninguna mejora.

Uno de los valores utilizados en la obtención de este índice es el porcentaje de crecimiento del transporte terrestre en España. Para decidir su valor se consultan los datos del Ministerio de Fomento y se fija como valor de referencia para la obtención de esta escala el mayor valor de crecimiento de los modos de transporte terrestre en España durante los tres años anteriores a la aplicación del índice.

Con los datos obtenidos del índice de accesibilidad se confecciona un histograma que expresa ordenadamente el nivel de mejoras que aporta la implementación de la intermodalidad concertada en las localidades seleccionadas. Además, muestra el orden de prioridad para su implementación.

### ***FASE 5. COMPROBACIÓN DE LA APORTACIÓN***

Los resultados obtenidos en la valoración de los índices de accesibilidad se insertarán en un SIG, concretamente el QGIS 2.16. El SIG funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. La razón fundamental para utilizar el SIG es la gestión de información espacial. El sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, facilitando la posibilidad de relacionar la información existente y generar otra nueva que no podríamos obtener de otra forma.

Por ser tan versátiles, el campo de aplicación de los Sistemas de Información Geográfica es muy amplio, pudiendo utilizarse en la mayoría de las actividades con un componente espacial.

Para aplicación del SIG se utilizará una cartografía base de tipo vectorial, situando el punto de interés en las localidades, el trazado de la infraestructura y su posicionamiento en el espacio con tres tipos de objetos espaciales: puntos, líneas y polígonos (Gutiérrez et al., 2011).

Para la red viaria se utiliza la teoría de grafos, representando la red mediante nodos y arcos, los cuales disponen de una información asociada provechosa para el análisis de redes, sin tener en cuenta la forma de los segmentos y los puntos conectados, que son los orígenes y los destinos de los desplazamientos.

Se representarán mediante líneas las carreteras nacionales, autonómicas y autovías que permiten el acceso a una estación de alta velocidad determinada y la red de ferrocarril de alta velocidad. Otro dato importante por representar es la definición del principio y del fin de cada uno de los trayectos, identificando el origen y el destino con la localidad de transferencia.

En la aplicación del modelo hay que tener en cuenta que los núcleos de población no deberán contemplar su superficie, solo se consideran elementos puntuales, y se contemplará el área y las relaciones elegidas como un sistema aislado a estudio.

La introducción de los datos se realizará en varias fases. En la primera, se procederá a la entrada de datos, para en una segunda realizar los cálculos de los indicadores y posteriormente elaborar los mapas con los resultados obtenidos.

La primera fase contempla la creación de la base de datos georreferenciada, representando las infraestructuras mediante líneas, los contornos provinciales mediante polígonos y las poblaciones mediante puntos.

La base de datos necesaria, se estructurará en tablas para los núcleos y para las infraestructuras, identificando cada uno de los núcleos seleccionados con su nombre, población, y coordenadas cartográficas, apoyándose para esta actuación en hojas de cálculo, si fuese necesario (Noguera Tur and Ferrandis Martínez, 2014).

Con la aplicación del SIG, se determinará el efecto que presentará la implementación de la intermodalidad en el área elegida. Para ello, se realizará una evaluación de la accesibilidad en el área empleando los modos de transporte unimodales con el cálculo de los tiempos de viaje entre un origen y un destino. Seguidamente, empleando los mismos orígenes y destinos, se procederá a realizar el cálculo de los tiempos de viajes empleando la intermodalidad concertada.

### **III · 3 EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA**

Una vez revisada la literatura relativa a los métodos de análisis en la toma de decisión multicriterio y a la ubicación de las estaciones ferroviarias de alta velocidad se desprende que el empleo del método AHP se presenta como un complemento metodológico en la selección del emplazamiento de la estación ferroviaria de alta velocidad en las áreas no metropolitanas. Con él se proyectará el nivel de influencia que va a brindar el emplazamiento de la estación en la aportación a la rentabilidad, a la accesibilidad y al desarrollo territorial que ofrece el ferrocarril de alta velocidad.

Si a ello se le une un proyecto estratégico de la línea, se facilitará que la estación se convierta en “*correa de transmisión*” que permite que el ferrocarril de alta velocidad

amplíe su radio de acción a las áreas no metropolitanas acercando ventajas en el transporte al igual que lo ha hecho en las ciudades (Bellet, 2013).

Para conocer el nivel de accesibilidad, la selección de los indicadores no resulta fácil, debido principalmente al elevado número de indicadores que se presentan en la literatura científica visualizada. Con el análisis individual de cada uno de los índices seleccionados, y con su posterior estudio conjunto, se obtiene una cuantificación de la accesibilidad y la contribución que la intermodalidad concertada puede ofrecer a la accesibilidad.

Se han seleccionado indicadores que se basan en las infraestructuras y en la localización, y que permitirán examinar la red, conocer la facilidad de acceso y el potencial de atracción, además de mostrar las oportunidades turísticas ofertadas (Gutiérrez, 2001; Keeble et al., 1988; Vickerman et al., 1999).

El conjunto de índices seleccionados conjuga el coste del desplazamiento y las oportunidades que se presentan en el territorio por donde discurre una red de transporte, utilizando para ello el territorio que sirve de apoyo a la red, y el modo de transporte que facilita la movilidad al desplazarse por ella. La comparativa de los niveles de accesibilidad que presenta cada uno de los modos unimodales en un territorio con respecto a los que muestra el modo intermodal concertado conformado por el ferrocarril de alta velocidad y el transporte público por carretera, permite determinar la aportación que realiza este modo a la accesibilidad.

Por último, la intermodalidad concertada mejora la cohesión territorial utilizando la accesibilidad como concepto para corregir las perturbaciones surgidas en la cohesión de los territorios surcados por líneas de alta velocidad, y para que el transporte público recupere el protagonismo.

La metodología expuesta consigue que la intermodalidad y la ubicación de la estación se encuentran bastante relacionadas. Además, el empleo de los procesos descritos facilitará el establecimiento de pautas que incrementan el protagonismo de la estación mediante el desarrollo del transporte público intermodal.



## **IV · RESULTADOS**

---

---



Las líneas de ferrocarril de alta velocidad se expanden por toda la geografía europea enlazando grandes ciudades. Han irrumpido en la sociedad desplazando a los modos tradicionales, reordenando el sector del transporte, aportando beneficios, y acercando oportunidades a la sociedad.

Su diseño afecta a los territorios y a sus habitantes, por lo que expertos y administraciones, conscientes de los impactos surgidos, proponen actuaciones que aminoren los impactos negativos y potencien los positivos, objetivo que se puede lograr mediante la implementación de la metodología expuesta en el apartado anterior la cual se aplica España como caso de estudio y se desarrolla en el presente capítulo.

En primer lugar, se comienza por exponer un caso práctico de aplicación que permite la definición del emplazamiento de las estaciones de alta velocidad en áreas rurales y no metropolitanas mediante el empleo del modelo de toma de decisiones AHP.

Mediante la aplicación de este modelo, se conoce la proyección del nivel de influencia que la ubicación de la estación ofrece al ferrocarril de alta velocidad en cuanto a rentabilidad, accesibilidad y desarrollo territorial, lo que permite esclarecer el emplazamiento más adecuado de las estaciones en áreas rurales y no urbanas.

En segundo lugar, se presenta un caso que contempla como protagonista al ferrocarril de alta velocidad y que aprovecha la versatilidad del transporte público por carretera para caracterizar una cadena continua de transporte mediante una intermodalidad concertada. Esto se convierte en un activo que corrige los efectos no deseables de la alta velocidad, extiende sus beneficios, permite avanzar en la equidad de las comunicaciones y mejora la accesibilidad en el medio rural e interurbano.

Ambos casos de estudio aportan líneas de trabajo para el diseño de políticas de transporte que permiten reducir y eliminar los efectos negativos que en las áreas rurales.

#### **IV · 1 CASO DE ESTUDIO: UBICACIÓN DE ESTACIONES DE FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD EN ÁREAS RURALES ESPAÑOLAS**

El ferrocarril de alta velocidad enlaza grandes ciudades, por lo que en el proyecto de diseño de una nueva línea no surge ninguna duda referente a la inclusión y a la definición del emplazamiento de sus estaciones en áreas urbanas, en cambio, siempre se cuestiona ubicarlas en áreas no metropolitanas. Este debate se esclarece mediante la exposición del caso de estudio sobre la ubicación de estaciones en las áreas rurales españolas surcadas por líneas de alta velocidad.

Se inicia el estudio con el análisis de la situación actual de estas estaciones, del que se obtiene una clasificación que presenta el nivel de influencia que ofrece cada estación a la línea ferroviaria en accesibilidad y desarrollo territorial. A continuación, se modelan los datos y se obtienen nuevos niveles que se emplean para simular un nuevo escenario para una determinada estación. Por último, se proyecta que ocurriría en el caso de ubicar una nueva estación.

El método requiere una estructura de decisión a evaluar y la selección de unos criterios, los cuales son utilizados en su base matemática mediante la determinación de su importancia en diferentes niveles, a los que se llega después de realizar comparaciones pareadas que se valoran aplicando la metodología expresada por (Saaty, 1980). De las comparaciones se obtiene una matriz de juicios y un vector de prioridad que permite expresar una valoración de sus elementos que estiman la conveniencia de cada alternativa estableciendo prioridades y tras una consistencia lógica validan la mejor opción.

La aplicación del método comienza por realizar un diagnóstico de las estaciones que, emplazadas en áreas no metropolitanas, prestan servicio a poblaciones que no superen los 100.000 habitantes. Dicha diagnosis recopila información en base a razones de rentabilidad, de accesibilidad y de integración de las estaciones en la dinámica espacial del área donde se ubican. Se identifica una estructura de evaluación que considera dos criterios de decisión que permiten seleccionar la ubicación y planificar el nivel de influencia que una estación puede ejercer en las líneas ferroviarias de alta velocidad.

#### **IV · 1.1 ANÁLISIS DE LA SITUACION ACTUAL**

España es un país en el que la distribución de su población se concentra en zonas urbanas muy concretas, pues el 90% de sus habitantes ocupan el 12,7% del territorio nacional (Noguera Tur and Ferrandis Martínez, 2014; Unión Europea, 2021). Este contexto territorial influye en la actividad económica, genera desigualdad, hace surgir áreas menos favorecidas que se concentran en las regiones del interior y facilita el desarrollo de modelo de área urbana denominado centro-periferia que pivota sobre la capital, Madrid; una ciudad que irradia una influencia a nivel nacional ya que se encuentra dotada con un importante nudo de comunicaciones y dispone, entre otras, de la presencia de importantes ofertas económicas, culturales así como de una ágil actividad turística. Madrid está acompañada del influjo de Barcelona, Valencia, Zaragoza, Alicante, Sevilla o Málaga ciudades de menor tamaño (Miramontes Carballada and Vieira de Sá Marques, 2016). Para identificar el nivel de influencia de todas ellas (Figura 18) los investigadores han empleado datos estadísticos sobre demografía, espacios urbanos e indicadores de población, de infraestructuras, de los desplazamientos al trabajo y a la sanidad (Gómez Giménez et al., 2020; Ruíz González, 2011).

En sus resultados exponen la contribución que aportan a la vertebración del territorio urbano y rural español; catalogando a Madrid con un alto índice de competitividad y definiéndola como ciudad MEGA, a lo que añaden la identificación de las ciudades de Barcelona, Valencia, Zaragoza, Alicante, Sevilla o Málaga como FUA. Además, constatan que la jerarquización socioeconómica que ejercen ha estado influenciada por el efecto corredor que surgió con el ferrocarril convencional (Equipo Urbano, 1972), en el que el emplazamiento de sus estaciones ha desempeñado un importante papel tanto en las áreas urbanas como en las áreas rurales, un efecto que se ha modificado con la llegada de las nuevas infraestructuras ferroviarias de alta velocidad.



Figura 18. Las áreas regionales a partir de la influencia teórica de ciudades MEGA.

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Equipo Urbano 1972.

Unas líneas que se han desarrollado en los últimos 30 años y que analizando los informes presentados por la Autoridad Independiente de Responsabilidad Fiscal de España y por el Tribunal de Cuentas de la UE. En ellos se observa que la red española de alta velocidad muestra indicios de no alcanzar los viajeros potenciales previstos. Presenta menos de 15 viajeros/km frente a los 50 de Francia, 63 de China, los 84 de Alemania y los 166 de Japón (AIREF, 2020; Tribunal de Cuentas Europeo, 2020), ofreciendo una situación de infrautilización, contexto que en el año 2015 ya fue anticipado en las investigaciones realizadas por la Fundación de Estudio de Economía Aplicada (Betancor and Llobet, 2015).

En el año 2019, la alta velocidad contaba en sus líneas con 29 estaciones, de las cuales más del 75 % se encontraban emplazadas en áreas no metropolitanas, y prestaban servicio a poblaciones inferiores a 100.000 habitantes. Una vez analizadas sus características socioeconómicas y ferroviarias, su rentabilidad, accesibilidad y desarrollo territorial, considerándose oportuno seleccionar de entre todas ellas las 14 estaciones que no alcanzan las pretensiones contempladas en proyecto. Por consiguiente, las estaciones seleccionadas son las siguientes (Figura 19 y Tabla 15):



Figura 19. Estaciones seleccionadas.

Fuente: Elaboración propia en base a datos Adif.

Los síntomas que presentan estas estaciones se encuentran relacionados con el nivel de aprovechamiento de las oportunidades que ofrecen la alta velocidad y con la necesidad de que la red ferroviaria cuente con una ubicación óptima de sus estaciones.

Ambas cuestiones justifican la responsabilidad de una adecuada decisión a la hora de definir la ubicación de la estación, para maximizar su zona de influencia, colaborar en la eficiencia de la red ferroviaria y contribuir al desarrollo territorial del área rural

Con estas premisas, se revisa la literatura existente relacionada con las líneas ferroviarias de alta velocidad tanto en su diseño como en su explotación y se realizan reuniones con expertos del transporte y con profesionales del sector ferroviario. Con toda la información recogida, se decide aplicando la metodología AHP, identificar como primer

criterio las características funcionales de la estación y como segundo criterio las características de explotación ferroviaria de la estación como criterios básicos influyentes en la ubicación de una estación (Bellet, 2016; Bellet Sanfeliu and Jurado Rota, 2014; Wang, 2018; Wong and Webb, 2014).

Tabla 15. Estaciones seleccionadas.

Fuente: Elaboración propia en base a datos Adif.

Leyenda	Línea ferroviaria de Alta Velocidad	Localidad	Ciudad MEGA
A	Madrid -Toledo	Toledo	Madrid
B	Madrid-Sevilla	Ciudad Real, Puertollano	Madrid
		Villanueva de Córdoba	Sevilla
C	Córdoba -Málaga	Puente Genil, Antequera Santa Ana	Málaga
D	Madrid -Valladolid	Segovia	Madrid
E	Madrid-Frontera Francesa	Guadalajara	Madrid
		Gerona, Figueras	Barcelona
		Calatayud	Zaragoza
F	Madrid-Valencia-Alicante	Cuenca	Madrid
		Requena	Valencia
		Villena	Alicante

Las características funcionales de una estación aportan eficiencia a la red ferroviaria de alta velocidad, contribuyen al desarrollo territorial del área rural donde se ubica, determina la amplitud de su zona de influencia y contribuyen al desarrollo de su área de emplazamiento. Para conseguirlo este criterio cuenta con cuatro subcriterios:

- El número de habitantes de la población más próxima a la estación.  
Indica el número de usuarios potenciales que tienen posibilidad de acceder a la infraestructura ferroviaria de alta velocidad mediante el transporte urbano. Aportan eficiencia a la red, e influyen en su rentabilidad. Es un concepto que es conocido antes de ubicar la estación con un valor fijo que se obtiene del INE.
- La distancia desde el centro de la localidad más próxima a la estación.  
Es la distancia en kilómetros que separa a los habitantes de la ciudad más próxima a la estación. Determina la oportunidad de acceder en medios de transporte público. Contribuye al desarrollo territorial que realiza la estación y

facilita la integración de la estación en las estrategias de desarrollo local y de desarrollo territorial regional. Su valor es variable y el dato se obtiene del IGE.

- El tiempo de viaje por ferrocarril de alta velocidad.

Este subcriterio queda definido por el tiempo empleado para desplazarse por trenes de alta velocidad desde la estación hasta la ciudad MEGAS o FUAS, que jerarquiza a la población más cercana a la estación. Este es un criterio que garantiza la eficiencia de la red en un ámbito nacional y la reducción de los tiempos de viaje. Se trata de un concepto conocido antes de la decisión de la ubicación de la estación, es fijo y se extrae de las normas del administrador de la infraestructura y de los operadores ferroviarios.

- La accesibilidad local en transporte público.

Este subcriterio identifica el número de frecuencias de transporte público que une la estación con la ciudad a que presta servicio. Se encuadra dentro de un criterio de servicio que pretende integrar la estación dentro de las diferentes redes de transporte local y regional. Su valor es variable y se obtiene de los datos aportados por el Ayuntamiento de cada población.

El segundo criterio, las características propias de la explotación ferroviaria de la estación, un criterio que modifica la accesibilidad, genera su crecimiento y el de su área de influencia mediante la aportación a la estación de una adecuada oferta de servicios. Se logra apoyándose en dos subcriterios:

- La explotación del servicio ferroviario de alta velocidad.

Se refiere al número de circulaciones de trenes de viajeros con recorridos regionales y nacionales que tienen parada en una estación y ofrecen una competencia en precio y en tiempo a los potenciales usuarios para poder competir con el resto de los modos de transporte que operan en la ciudad a la que presta servicio la estación. Es un parámetro variable y que se obtiene del operador ferroviario que efectúe parada en la estación y en el presente documento se denomina como AVMD para diferenciarlos de aquellos que no son competitivos, que se identifican como AV.

- Número de destinos directos por ferrocarril de alta velocidad.

Es un parámetro que se encuadra dentro de la eficiencia de la red como una razón de rentabilidad. Comprende los destinos a los que se puede acceder desde la estación de una manera directa. Se trata de un parámetro variable basado en los datos del operador ferroviario que efectúe parada en la estación.

Una vez definidos los criterios y los subcriterios, se confecciona el esquema que se muestra en la Figura 20. Para definir la determinación de la importancia de cada uno de ellos se aplica la base matemática del método y se construye la matriz de alternativas

para predecir el nivel de influencia de la ubicación de la estación en la infraestructura en base a las cinco tipologías de estación expuestas en el Capítulo II.

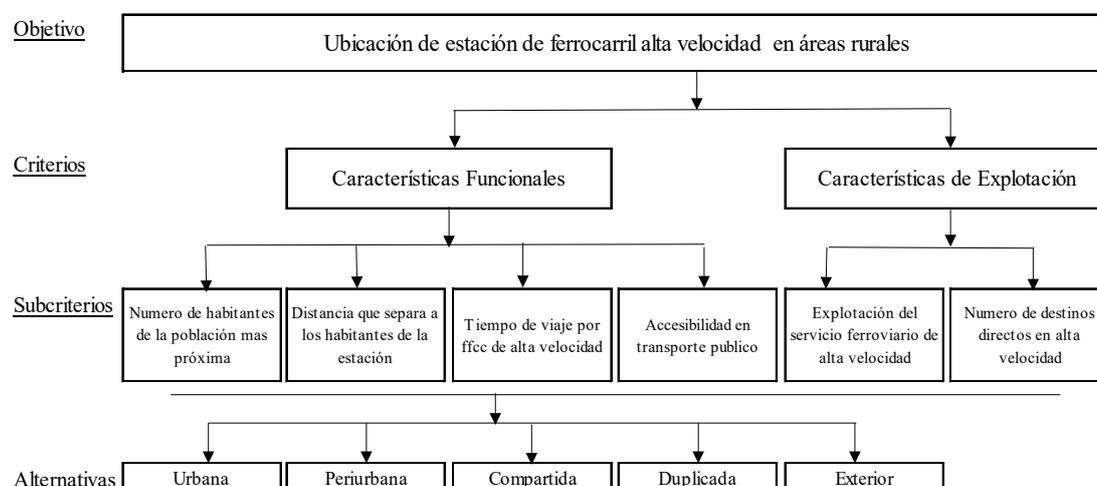


Figura 20. Árbol de criterios y subcriterios.

Fuente: Elaboración propia a partir del método AHP (Saaty, 1980).

A continuación, se extraen los datos de las 14 estaciones, haciendo referencia a la denominación de la estación, al número de habitantes de la ciudad más próxima a la que presta servicio, a la distancia que separa a la estación del centro de la población más cercana, el tiempo de recorrido por ferrocarril de alta velocidad desde la estación hasta la ciudad más importante a la que afluye, el número de servicios urbanos diarios que comunican la estación con su ciudad más próxima, el número diario de servicios ferroviarios y, por último, el número de destinos directos que circulan por la estación (Tabla 16).

Tabla 16. Estaciones seleccionadas.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos INE, IGN y Renfe.

ESTACIÓN	Número de habitantes desde la población más próxima	Distancia desde la estación al centro urbano en kilómetros	Tiempo de recorrido por ferrocarril hasta la ciudad más importante en minutos	Accesibilidad local. Número de servicios de autobús urbano (2019)	Número de Servicios Ferroviarios de Alta Velocidad que tienen parada en la estación (2019)			Núm. de destinos directos desde la estación en alta velocidad (2019)
					Total	Larga distancia	Regional	
Gerona	98.255	0,5	39	180	50	20	30	8
Puertollano	48.477	0,6	69	8	56	30	26	20
Calatayud	20.173	1,2	25	30	20	12	8	10
Ciudad Real	74.641	1,5	45	180	60	34	26	20

Figueras	45.726	1,8	55	17	50	20	30	7
Toledo	83.459	3,0	33	180	30	0	30	1
Segovia	51.756	5,3	28	72	38	14	24	28
Cuenca	54.876	6,0	55	30	26	26	0	18
Puente Genil	30.173	9,6	25	0	24	12	12	12
Guadalajara	84.145	9,5	27	0	19	18	1	14
Antequera S. Ana	41.141	19,6	39	5	26	14	12	12
Vva. Córdoba	8.886	12,0	69	4	6	2	4	9
Villena	33.968	9,7	21	5	15	14	1	17
Requena	20.400	15,7	24	0	14	6	8	3

La aplicación del método se inicia con la recopilación de los datos que se muestran en la Tabla 16, obtenidos de las Administraciones nacionales, regionales y locales. En base a lo cual, cabe hacer mención que las ciudades MEGAS a las que acceden cada una de las poblaciones son las siguientes: las poblaciones de Antequera y Puente Genil acceden a Málaga; Villanueva de Córdoba a Sevilla; Calatayud a Zaragoza; Ciudad Real, Cuenca, Guadalajara, Puertollano, Segovia y Toledo a Madrid; Figueras y Gerona a Barcelona; Requena a Valencia; y Villena a Alicante (Tabla 15).

A continuación, después de mantener reuniones con diez expertos del sector y de haber analizado la literatura existente, se asignan valores (Saaty, 1980) a los criterios y sub-criterios para mediante una comparación pareada entre ellos, establecer una preferencia ordenada de uno de los elementos frente al otro.

En primer lugar, se comparan las características funcionales de la estación frente a las características de explotación, considerándose fuertemente importantes (valor 5) a las primeras con respecto a las segundas (Tabla 17 y Tabla 18).

Tabla 17. Asignación de valores a los criterios principales.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

<b>Estimación de la importancia de cada criterio</b>			
Características funcionales de la estación	5	1	Características de tráfico ferroviario de la estación
Características de tráfico ferroviario de la estación	1	5	Características funcionales de la estación

Tabla 18. Comparativa entre criterios principales.

Elaboración propia. Fuente: Datos propios

Criterios Principales		Características funcionales	Características de tráfico
		A	B
Características funcionales de la estación	A	1	5/1
Características de tráfico ferroviario de la estación	B	1/5	1

En segundo lugar, se procede a realizar la comparación pareada de los subcriterios de las características de la estación (Tabla 19):

- Número de habitantes a la estación de la ciudad más próxima.
- Distancia, en km, desde la estación al centro urbano de la población más próxima.
- Tiempo de recorrido en ferrocarril de alta velocidad hasta la ciudad más importante.
- Accesibilidad, representado por el número de servicios de autobús urbano que comunica la ciudad con la estación.

La distancia desde la estación al centro urbano se considera moderadamente importante (valor 3) frente al número de habitantes y el tiempo de viaje por ferrocarril que se considera de importancia extrema (valor 9), frente al número de habitantes. En cuanto al número de servicios de autobús, se considera de una importancia mucho más fuerte (valor 7) que la que representa el número de habitantes.

Tabla 19. Asignación de valores a cada subcriterio.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios

Estimación valorada de la importancia de cada subcriterio			
Número de habitantes	1	3	Distancia desde la estación al centro urbano (km)
Número de habitantes	1	9	Tiempo ffcc AV hasta la ciudad más próxima
Número de habitantes	1	7	Número de Servicios autobús urbano
Distancia a la estación	3	1	Número de habitantes de la población más próxima

Distancia a la estación	1	5	Tiempo ffcc AV hasta la ciudad más próxima
Distancia a la estación	1	3	Numero de Servicios autobús urbano
Tiempo de recorrido ffcc AV hasta la ciudad	9	1	Número de habitantes de la población más próxima
Tiempo de recorrido ffcc AV hasta la ciudad	5	1	Distancia desde la estación al centro urbano (km)
Tiempo de recorrido ffcc AV hasta la ciudad	3	1	Número de Servicios autobús urbano
Número Servicios Bus urbano	7	1	Núm. de hab. de la población más próxima
Número Servicios Bus urbano	3	1	Distancia desde la estación al centro urbano (km)
Número Servicios Bus urbano	1	3	Tiempo ffcc AV hasta la ciudad más próxima

Se considera fuertemente importante (valor 5) el tiempo de recorrido por ferrocarril frente a la distancia de la localidad desde la estación. De igual forma es moderadamente más importante (valor 3) el número de servicios de autobús urbano frente a la distancia de la estación a la localidad. Por último, el tiempo de recorrido en ferrocarril es moderadamente importante (valor 3) frente al número de frecuencias de autobús urbano.

Por último, se procede a comparar los subcriterios correspondientes al criterio principal denominado características de la explotación:

- Número de servicios de trenes de alta velocidad regional.
- Número de destinos a los que se puede acceder de una manera directa desde la estación.

Comparando el número de servicios de trenes de alta velocidad regional, es de importancia extrema (nivel 9) frente al número de destinos a los que se puede acceder de una manera directa desde la estación (Tabla 20, Tabla 21 y Tabla 22).

Tabla 20. Comparativa entre subcriterios principales.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

Características propias de la estación		Núm. de hab. de la población más próxima	Distancia desde la estación al centro urbano (km)	Tiempo ffcc AV hasta la ciudad más próxima	Número de Servicios autobús urbano
Subcriterios		A	B	C	D
Número de habitantes	A	1	1/3	1/9	1/7

Distancia estación	<b>B</b>	3/1	1	1/5	1/3
Tiempo de recorrido ffcc AV hasta la ciudad MEGA	<b>C</b>	9/1	5/1	1	3/1
Número Servicios Bus urbano	<b>D</b>	7/1	3/1	1/3	1
	<b>CR</b>	3,29%	<5%		

Tabla 21. Valores a cada subcriterio.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

Estimación valorada de la importancia de cada criterio			
Número servicios ffcc AV MD	9	1	Número servicios AV MD
Número destinos directos AV	1	9	Número de destinos directos en AV

Realizadas las matrices de comparación, se aplica el proceso matemático matricial del método obteniéndose como resultado el vector prioridad (Tabla 23) que representa la importancia relativa ideal de los criterios comparados para alcanzar el objetivo propuesto de identificar el nivel de acercamiento a las oportunidades de la alta velocidad que ofrece la estación de ferrocarril de alta velocidad en ciudades con un tamaño inferior a 100.000 habitantes ubicadas en zonas rurales.

Tabla 22. Comparativa entre subcriterios principales.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

Características de explotación		<b>A</b>	<b>B</b>
		Número servicios AV MD	Número de destinos directos en AV
Número servicios ffcc AVMD	<b>A</b>	1	9
Número destinos directos AV	<b>B</b>	1/9	1

Así, el número de habitantes de la ciudad más próxima a la estación representa una importancia del 3,76%, la distancia desde la estación al centro urbano de la población más próxima lo hace en el 9,19%, el tiempo de recorrido por ferrocarril de alta velocidad hasta la ciudad más importante supone un 47,79% y el número de servicios de autobús urbano que comunica la ciudad con la estación se sitúa en el 22,60%. El número de servicios de trenes de alta velocidad regional significa el 15% y el número de destinos a los que se puede acceder de una manera directa desde la estación simboliza el 1,67%.

Tabla 23. Vector prioridad.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

Criterios	Núm. de hab. de la población más próxima	Distan. desde la estación al centro urbano (km)	Tiempo ffcc AV hasta la ciudad más próxima	Número de servicios autobús urbano	Número servicios regionales	Número de destinos directos
Vector prioridad	3,76	9,19	47,79	22,60	15,00	1,67

La aplicación del método ofrece un orden de priorización de las estaciones a la hora de alcanzar el objetivo marcado. En la Tabla 24 se reflejan las estaciones seleccionadas y el tipo de cada una de ellas (Troin, 1997), así como la aportación que cada uno de los criterios muestra para alcanzar el orden que ocupa la estación en la clasificación.

En el análisis de la situación actual de las estaciones se pone de manifiesto que las estaciones de Gerona, Toledo y Ciudad Real configuran un grupo que sobresale sobre el resto. Ello es debido a la importancia de la comunicación urbana mediante transporte público y del número de servicios ferroviarios de alta velocidad regional. Gerona destaca sobre Toledo y Ciudad Real porque a los anteriores conceptos se les une la distancia de la estación al centro urbano.

A continuación, se encuentra Segovia la cual posee como punto fuerte el servicio de autobús urbano al que se añade el servicio de ferrocarril regional y el número de destinos directos. Por último, se encuentra Calatayud, quien posee como elemento prioritario la distancia hasta la ciudad MEGAS junto con la distancia al centro urbano, al igual que ocurre con la estación de Puertollano que se ve reforzada por el número de habitantes, por el servicio ferroviario de alta velocidad y por el número de destinos directos.

Tabla 24. Clasificación Estaciones de alta velocidad seleccionadas.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

ESTACIÓN				CRITERIOS					
Orden	Ponderación	Tipo	Nombre	Núm. de hab. de la población más próxima	Distan. desde la estación al centro urbano (km)	Tiempo ffcc AV hasta la ciudad más próxima	Número de servicios autobús urbano	Número servicios regionales	Número de destinos directos
1	0,1411	1	Gerona	3,76	18,81	21,31	40,55	15,04	0,53
2	0,1230	2	Toledo	3,66	3,60	28,89	46,52	17,26	0,08
3	0,1121	2	Ciudad Real	3,59	7,89	19,38	51,06	16,41	1,66

4	0,0897	4	Segovia	3,12	2,79	46,72	25,53	18,94	2,91
5	0,0752	1	Calatayud	1,45	14,71	62,39	12,68	7,53	1,24
6	0,0645	1	Puertollano	4,05	34,28	26,34	3,94	28,51	2,89
7	0,0629	5	Villena	2,91	2,17	88,75	2,53	1,12	2,52
8	0,0595	4	Puente Gen.	2,74	2,32	78,80	0,01	14,26	1,88
9	0,0584	2	Figueras	4,22	12,62	36,48	9,25	36,32	1,12
10	0,0568	5	Requena	1,94	1,49	86,10	0,01	9,97	0,49
11	0,0514	4	Guadalajara	8,84	2,72	84,52	0,01	1,38	2,54
12	0,0442	5	Antequera	5,03	1,53	68,09	3,60	19,22	2,53
13	0,0377	4	Cuenca	7,85	5,87	56,55	25,29	0,00	4,44
14	0,0235	5	Vva. Córdoba	2,04	4,70	72,26	5,41	12,03	3,56

En las estaciones de Villena, Puente Genil, Figueras, Requena, Guadalajara y Antequera, el criterio preferente es el tiempo de recorrido por ferrocarril en alta velocidad, al igual que ocurre en Villanueva de Córdoba. Criterio que se encuentra acompañado en algunos casos por el número de habitantes y por el número de destinos directos.

Cabe hacer mención el caso de Cuenca, donde es relevante la preferencia del criterio de bus urbano en contraposición al nulo valor del criterio de servicios regionales de alta velocidad.

Del resultado de la aplicación del método, se deduce que para alcanzar la meta propuesta convendría: actuar en las estaciones sobre el número de servicios de autobús urbano que comunican la ciudad con la localidad más cercana a la estación, influir en el número de servicios de alta velocidad media distancia, potenciar el número de destinos que unen la estación con otras ciudades a través del ferrocarril y aminorar el efecto de lejanía de la ubicación con respecto al centro urbano de la ciudad. En la Tabla 25 se detalla de una forma particular los criterios a potenciar.

Tabla 25. Criterios por potenciar.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

Orden	Ponderación	Tipo	Estación	Criterios a potenciar
1	0,1411	1	Gerona	Tiempo de viaje ffcc Destinos directos
2	0,1230	2	Toledo	Habitantes. Distancia centro urbano. Tiempo de viaje ffcc. Destinos directos.
3	0,1121	2	Ciudad Real	Habitantes. Distancia centro urbano. Tiempo de viaje ffcc. Destinos directos.
4	0,0897	4	Segovia	Habitantes. Distancia centro urbano. Tiempo de viaje ffcc. Destinos directos
5	0,0752	1	Calatayud	Habitantes. Servicios de Autobús urbano. Servicio ffcc AVMD. Destinos directos.

6	0,0645	1	Puertollano	Tiempo de viaje ffcc Servicio autobús urbano.
7	0,0629	5	Villena	Habitantes. Distancia centro urbano. Servicio autobús urbano. Servicio ffcc AVMD.
8	0,0595	4	Puente Gen.	Habitantes. Distancia centro urbano. Servicio autobús urbano. Servicio ffcc AVMD
9	0,0584	2	Figueras	Tiempo de viaje ffcc. Servicio de Autobús urbano. Destinos directos.
10	0,0568	5	Requena	Habitantes. Distancia centro urbano. Servicio autobús urbano. Servicio ffcc AVMD. Destinos directos
11	0,0514	4	Guadalajara	Distancia centro urbano. Servicio de autobús urbano. Servicio AVMD.
12	0,0442	5	Antequera	Distancia centro urbano. Servicio autobús urbano.
13	0,0377	4	Cuenca	Distancia centro urbano. Servicio AVMD.
14	0,0235	5	Vva. Córdoba	Habitantes. Distancia centro Urbano. Servicios de autobús urbano. Servicio AVMD.

#### IV · 1.2 MODELIZACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Realizado el análisis de la situación actual, se propone simular cómo se vería modificado dicho escenario actual de las estaciones estudiadas si se cambiaran los parámetros de los criterios y subcriterios en base a las siguientes hipótesis:

- a. Todas las estaciones se encuentran ubicadas en el centro de la población. Se mantiene el mismo valor en el resto de los criterios.
- b. Todas las estaciones tienen la misma accesibilidad urbana, el mismo número de relaciones de transporte urbano, manteniéndose el resto de los valores iguales al valor del estudio inicial.
- c. Todas las estaciones incrementan el número de servicios de ferrocarril de alta velocidad regional de media distancia. Se mantienen el resto de las variables en su valor inicial.

En el caso de que *todas las estaciones se encuentren ubicadas en el centro de la población* se procede a asignar la misma valoración en el criterio distancia al centro urbano, manteniéndose el resto de los valores de partida.

En el análisis de la simulación se observa que el 57% de las estaciones modifican su posición, a excepción de las de Ciudad Real, Segovia, Calatayud, Figueras, Cuenca y Villanueva de Córdoba.

Modifican su posición al alza las estaciones de Toledo, Villena, Puente Genil, Requena, Guadalajara y Antequera debido a que interviene de una manera importante el incremento de la preferencia de la distancia que separa la estación del centro de la ciudad. Por el contrario, descienden, Gerona, y Puertollano, debido a que el criterio reseñado pierde preferencia, afectando de una manera importante en el resultado (Tabla 26).

Tabla 26. Ubicación en el centro de la ciudad.  
Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

ESTACION				CRITERIOS					
Orden	Ponderación	Tipo	Nombre	Núm. de hab. de la ciudad más próxima	Distan. desde la estación al centro urbano (km)	Tiempo fcc AV hasta la ciudad más próxima	Numero de servicios autobús urbano	Numero servicios regionales	Número de destinos directos
1	0,1251	2	Toledo	3,60	5,24	28,40	45,72	16,96	0,07
2	0,1211	1	Gerona	4,38	5,42	24,83	47,24	17,52	0,61
3	0,1098	2	Ciudad Real	3,67	5,98	19,78	52,12	16,76	1,70
4	0,0937	4	Segovia	2,98	7,00	44,69	24,42	18,12	2,78
5	0,0707	1	Calatayud	1,54	9,28	66,36	13,49	8,01	1,32
6	0,0681	5	Villena	2,69	9,63	81,98	2,33	1,04	2,32
7	0,0647	4	P. Genil	2,52	10,14	72,49	0,01	13,12	1,73
8	0,0625	5	Requena	1,76	10,50	78,22	0,01	9,06	0,45
9	0,0576	2	Figueras	4,28	11,38	37,00	9,38	36,83	1,13
10	0,0566	4	Guadalajara	8,03	11,60	76,80	0,01	1,25	2,31
11	0,0500	5	Antequera	4,44	13,11	60,08	3,18	16,96	2,23
12	0,0490	1	Puertollano	5,34	13,40	34,70	5,19	37,56	3,80
13	0,0421	4	Cuenca	7,04	15,60	50,70	22,67	0,00	3,98
14	0,0290	5	V Córdoba	1,66	22,64	58,65	4,39	9,77	2,89

En el caso de que todas las estaciones *cuenten con la misma accesibilidad urbana en la estación*, representado por el número de relaciones del transporte urbano, se considera que la estación contará con un autobús urbano cada 5 minutos. Se considera adecuado este nivel de frecuencia para así equiparar equipar las características del servicio público a las características del modo de transporte particular *Kiss & Ride*.

En el estudio realizado, se observa que el 64% de las estaciones modifican su posición, manteniéndose las de Gerona, Guadalajara, Antequera, Cuenca y Villanueva de Córdoba, las cuales no se ven afectadas. En la primera de ellas, el motivo es que tienen especial relevancia el número de habitantes y la distancia al centro urbano, mientras en el resto, el motivo pivota hacia que el incremento de la prioridad de este criterio se contrarresta con las carencias del resto de los criterios.

Además, se produce un retroceso en la clasificación de Toledo, Figueras y Ciudad Real. Toledo y Figueras, debido a que se ve penalizada por el número de destinos directos, y Ciudad Real por que se ve penalizada por el tiempo de viaje por ferrocarril.

En contrapartida, ascienden las estaciones de Segovia, Calatayud, Puertollano, Villena, Puente Genil y Requena, ya que la potenciación de este criterio cubre parte de las carencias con que cuentan estas estaciones (Tabla 27).

Tabla 27. Igual accesibilidad en todas las estaciones.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

Orden	Ponderación	Nombre	Núm. de hab. de la ciudad más próxima	Distan. desde la estación al centro urbano (km)	Tiempo ff. cc. AV hasta la ciudad más próxima	Número de servicios autobús urbano	Número servicios regionales	Número de destinos directos
1	0,1000	Gerona	5,30	26,53	30,06	16,14	21,22	0,74
2	0,0819	Toledo	5,50	5,40	43,38	19,71	25,91	0,11
3	0,0710	Ciudad Real	5,67	12,46	30,59	22,74	25,91	2,62
4	0,0829	Segovia	3,37	3,02	50,51	19,47	20,48	3,14
5	0,0818	Calatayud	1,33	13,52	57,35	19,74	6,92	1,14
6	0,0781	Puertollano	3,35	28,31	21,75	20,66	23,54	2,38
7	0,0775	Villena	2,37	1,77	72,08	20,84	0,91	2,04
8	0,0757	Puente Genil	2,15	1,83	61,99	21,33	11,22	1,48
9	0,0692	Figuera	3,57	10,66	30,82	23,33	30,68	0,94
10	0,0729	Requena	1,51	1,16	67,03	22,15	7,77	0,38
11	0,0675	Guadalajara	6,73	2,07	64,32	23,91	1,05	1,93
12	0,0587	Antequera	3,78	1,15	51,21	27,49	14,46	1,90
13	0,0443	Cuenca	6,68	4,99	48,11	36,43	0,00	3,78
14	0,0384	Vva. Córdoba	1,25	2,88	44,27	42,05	7,37	2,18

En el caso de que se *incrementen el número de servicios de ferrocarril de alta velocidad de media distancia*, se considera que todos los servicios ferroviarios que efectúan parada en la estación son de carácter regional. En este caso se detecta que las estaciones que cuentan con mayor número de paradas de trenes se ven potenciadas, pasando la accesibilidad mediante el número de autobuses urbanos y la distancia que separa la estación de la ciudad a un segundo plano (Tabla 28).

Tabla 28. Incremento de servicios ferroviarios de AVMD.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

Orden	Ponderación	Nombre	Núm. de hab. de la ciudad mas próxima	Distan. desde la estación al centro urbano (km)	Tiempo ff. cc. AV hasta la ciudad más próxima	Número de servicios autobús urbano	Número servicios regionales	Número de destinos directos
1	0,1372	Gerona	3,87	19,35	21,92	41,72	12,60	0,54
2	0,1121	Toledo	4,02	3,94	31,69	51,02	9,25	0,08
3	0,1144	Ciudad Real	3,52	7,73	18,98	50,01	18,13	1,63
4	0,0858	Segovia	3,26	2,92	48,81	26,67	15,31	3,04
5	0,0764	Calatayud	1,42	14,47	61,37	12,48	9,04	1,22
6	0,0655	Puertollano	4,00	33,77	25,95	3,88	29,55	2,84
7	0,0674	Villena	2,72	2,03	82,85	2,36	7,69	2,35
8	0,0593	Puente Genil	2,74	2,33	79,06	0,01	13,98	1,88
9	0,0545	Figueras	4,53	13,53	39,12	9,92	31,71	1,20
10	0,0559	Requena	1,97	1,51	87,36	0,01	8,65	0,50
11	0,0572	Guadalajara	7,93	2,44	75,87	0,01	11,47	2,28
12	0,0447	Antequera	4,97	1,52	67,33	3,56	20,12	2,50
13	0,0467	Cuenca	6,34	4,74	45,66	20,42	19,24	3,59
14	0,0228	V. Córdoba	2,11	4,86	74,66	5,59	9,11	3,68

Una vez estudiada la situación actual de las estaciones y como varía su situación al modificarse los valores de los criterios, se opta por comprobar el método planteando en primer lugar mediante la hipótesis resultante de modificar los valores de los criterios de una estación concreta; y, en segundo lugar, transformar una instalación ferroviaria diseñada para la explotación técnica en una estación de viajeros.

En primer lugar, se desarrolla la comprobación del método, aplicándole con el objeto de conocer cómo se comportaría una estación si se modificaran sus características propias de funcionamiento. Para ello se considera adecuado desarrollarlo en las estaciones de las ciudades de Ciudad Real y Cuenca, dos de las capitales de provincia con menor número de habitantes de Castilla-La Mancha, comunidad autónoma (C. A.) española que cuenta con el mayor número de kilómetros y estaciones de ferrocarril de alta velocidad del país.

La simulación se realiza en base a cuatro casos diferentes: el primero considera una modificación del número de habitantes que tienen la posibilidad de acceder a la estación; el segundo caso, opta por incrementar la accesibilidad urbana; el tercero simula

el incremento en el número de servicios de alta velocidad media distancia o regional; y el cuarto, aplica la modificación de todos los casos anteriores (Tabla 29 y Tabla 30).

En el caso de *incrementar el número de habitantes*, se simula la hipótesis de que la estación se convierta en centro intermodal, y a ella afluya mediante servicios intermodales toda aquella población que ha visto mermada la oferta de ferrocarril convencional con la llegada de la alta velocidad. En el caso de Ciudad Real, aplicando este criterio, e incluyendo la capital, el número de habitantes potenciales que podrían acceder a la alta velocidad se sitúa en alrededor de 250.000, no afectando la nueva situación en la posición que ocupa Ciudad Real. En el caso de Cuenca, se estima que la población que podría acceder se sitúa en torno a 100.000 habitantes y el resultado obtenido es similar, pues no crece en la clasificación.

En el caso de *que se incremente la accesibilidad* de la estación con la mejora de las redes de transporte urbano existentes mediante el aumento del número de servicios de autobús, de tal forma que la frecuencia de este modo se sitúe en una salida cada 5 minutos para asemejarse a la modalidad de transporte particular *Kiss & Ride*; Se observa que esta modificación permite que la estación de Ciudad Real incremente su posición hasta alcanzar la primera plaza, al igual que ocurre en el caso de la estación de Cuenca.

En el caso de *que se incremente el número de servicios ferroviarios de Alta Velocidad regional* considerándose que todos los servicios ferroviarios que tienen parada en la estación se convierten en circulaciones del tipo de alta velocidad regional, se observa que la estación de Ciudad Real crece un puesto en la clasificación. En el caso de la estación de Cuenca se incrementa el peso de la estación ascendiendo en la clasificación de una forma moderada.

En el último caso, si se *incrementaran de todos los casos anteriores*, se observa cómo se produce un importante crecimiento del peso que alcanza Ciudad Real, ocupando la primera plaza de la clasificación de las estaciones con una importante diferencia frente a la segunda clasificada. En el caso de la estación de Cuenca, ocurre algo similar, pues ocupa también la primera plaza.

Tabla 29. Estación de Ciudad Real. Incremento de la accesibilidad.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

ESTACION DE CIUDAD REAL Resultado de la modificación de criterios							
CASO A Número de habitantes		CASO B Accesibilidad		CASO C Servicios AV Regional		CASO D Número de habitantes, de la accesibilidad y servicios de AV regional	
Nombre		Nombre		Nombre		Nombre	
Gerona	0,1400	Ciudad Real	0,1849	Gerona	0,1382	Ciudad Real	0,2103

Toledo	0,1220	Gerona	0,1164	Ciudad Real	0,1303	Gerona	0,1123
Ciudad Real	0,1192	Toledo	0,0983	Toledo	0,1201	Toledo	0,0944
Segovia	0,0891	Segovia	0,0798	Segovia	0,0873	Segovia	0,0768
Calatayud	0,0750	Calatayud	0,0711	Calatayud	0,0744	Calatayud	0,0701
Puertollano	0,0640	Puertollano	0,0634	Villena	0,0628	Villena	0,0618
Villena	0,0625	Villena	0,0622	Puertollano	0,0620	Puertollano	0,0603
Puente Genil	0,0592	Puente Genil	0,0595	Puente Genil	0,0584	Puente Genil	0,0580
Figuera	0,0579	Requena	0,0568	Requena	0,0560	Requena	0,0557
Requena	0,0565	Figuera	0,0561	Figuera	0,0555	Figuera	0,0527
Guadalajara	0,0504	Guadalajara	0,0514	Guadalajara	0,0513	Guadalajara	0,0503
Antequera	0,0437	Antequera	0,0435	Antequera	0,0430	Antequera	0,0418
Cuenca	0,0371	Cuenca	0,0336	Cuenca	0,0377	Cuenca	0,0330
Vva. Córdoba	0,0234	Vva Córdoba	0,0230	Vva Córdoba	0,0231	Vva Córdoba	0,0225

Con el estudio particular de las estaciones de Ciudad Real y Cuenca, se pone de manifiesto que la modificación de los valores de los criterios ha permitido que la estación haya ido ocupando una posición diferente en la clasificación del grupo analizado, motivado porque se reducen las debilidades que se pusieron de relieve en el análisis de la situación actual.

El incremento de la población no influye en la clasificación de ninguna de las dos estaciones, mientras que el aumento del número de frecuencias de los autobuses afecta de manera positiva elevando a ambas estaciones a la primera posición. En cuanto a la potenciación del servicio ferroviario de alta velocidad regional, este parámetro afecta de una manera diferente; mientras que en Ciudad Real lo hace de una forma leve, en Cuenca se produce de una forma moderada. No obstante, en ambos casos el resultado es similar en cuanto a que no alcanza grandes logros. Por último, la modificación de una manera conjunta de las tres variables permite a ambas estaciones obtener un refuerzo importante, llevándolas a clasificarlas en primer lugar.

Tabla 30. Estación de Cuenca. Incremento de la accesibilidad.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

ESTACION DE CUENCA Resultado de la modificación de criterios							
CASO A Número de habitantes		CASO B Accesibilidad		CASO C Servicios AV Regional		CASO D Número de habitantes, de la accesibilidad y servicios de AV regional	
Nombre		Nombre		Nombre		Nombre	
Gerona	0,1408	Cuenca	0,1443	Gerona	0,1388	Cuenca	0,1629
Toledo	0,1227	Gerona	0,1129	Toledo	0,1207	Gerona	0,1103
Ciudad Real	0,1118	Toledo	0,0948	Ciudad Real	0,1101	Toledo	0,0922

Segovia	0,0895	Ciudad Real	0,0839	Segovia	0,0878	Ciudad Real	0,0816
Calatayud	0,0751	Segovia	0,0784	Calatayud	0,0746	Segovia	0,0764
Puertollano	0,0644	Calatayud	0,0705	Villena	0,0628	Calatayud	0,0698
Villena	0,0628	Puertollano	0,0633	Puertollano	0,0625	Villena	0,0620
Puente Genil	0,0594	Villena	0,0621	Puente Genil	0,0586	Puertollano	0,0611
Figueras	0,0583	Puente Genil	0,0595	Requena	0,0561	Puente Genil	0,0585
Requena	0,0567	Requena	0,0568	Figueras	0,0561	Requena	0,0561
Guadalajara	0,0511	Figueras	0,0558	Cuenca	0,0541	Figueras	0,0533
Antequera S A	0,0440	Guadalajara	0,0514	Guadalajara	0,0513	Guadalajara	0,0510
Cuenca	0,0399	Antequera	0,0434	Antequera	0,0432	Antequera S A	0,0423
Vva Córdoba	0,0235	Vva Córdoba	0,0229	Vva Córdoba	0,0232	Vva Córdoba	0,0226

### IV · 1.3 MODELIZACIÓN DE UNA NUEVA ESTACIÓN

Para desarrollar la segunda hipótesis asociada a destinar a una instalación ferroviaria diseñada en un principio para la explotación técnica, una estación de viajeros se opta por simular la modelación para la transformación de los PAET ubicados en la línea de ferrocarril de alta velocidad de Madrid-Sevilla en estaciones de viajeros. Esta línea discurre en gran parte de su recorrido por la C. A. de Castilla-La Mancha, región céntrica española que según los datos del Ministerio de Transportes cuenta con el mayor número de kilómetros de líneas de alta velocidad. Esta línea dispone de seis estaciones (Figura 21):

- Madrid-Puerta de Atocha y Sevilla-Santa Justa, estaciones inicio y final de línea.
- Córdoba-Central, estación intermedia que presta servicio a una población superior a 100.000 habitantes.
- Ciudad Real, Puertollano, Villanueva de Córdoba-Los Pedroches, estaciones intermedias que prestan servicio a poblaciones inferiores a 100.000 habitantes.

Además de estos centros de acceso se encuentra dotada con ocho instalaciones técnicas ferroviarias para el apartado de trenes. Después de un profundo análisis, se seleccionan para el caso de estudio el PAET de Urda y el de Mora, que se encuentran ubicados en Castilla la Mancha. Centros técnicos que en base a los capítulos anteriores se transformaran en estaciones de tipo 5.

Los datos empleados en el estudio se recaban de las administraciones locales, regionales y centrales. En base a ellos, se adopta como número de habitantes el de las poblaciones a las que se pretende dar servicio. La distancia de ubicación de la estación será la correspondiente a la población más próxima (Tabla 31).



Figura 21. Línea AV Madrid Sevilla. Ubicación PAET.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adif

El tiempo de viaje es el que se necesita para acceder a la ciudad MEGAS, que en este caso es Madrid. En cuanto al tiempo de recorrido ferroviario, se contempla el tiempo de recorrido desde la nueva estación hasta Madrid. Para estimar el número de servicios de autobús urbano y el número de servicios ferroviarios se toma como referencia las características de explotación de la estación de Villanueva de Córdoba, analizada en apartados anteriores.

Tabla 31. Datos PAET. Elaboración propia.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la C. A. de Castilla-La Mancha 2019.

Estación	Tipo	Criterios Principales							
		Características funcionales de la Estación				Características de tráfico ferroviario de la Estación			
		Núm. de habitantes de la población más próxima	Distancia desde la estación al centro urbano (km)	Tiempo de recorrido por ffecc hasta la ciudad más importante	Núm. de Servicios autobús urbano	Número de Servicios ferroviarios			Núm. de dest. directos en AV
						Total	Alta Velocidad Larga distancia	Alta Velocidad Media distancia	
Urda	5	43.700	25	37	4	6	2	4	9
Mora	5	35.300	21	30	4	6	2	4	9

A continuación, incluimos las dos nuevas estaciones en el grupo de análisis inicial y aplicamos la metodología AHP, anteriormente descrita, obteniéndose como resultado una nueva clasificación en la que las nuevas estaciones ocupan un lugar en base a la prioridad de los criterios.

Visto el comportamiento que tendrán dentro del grupo de estaciones intermedias que prestan servicio a ciudades inferiores a 100.000 habitantes, se estudia la posibilidad de estimar el número de viajeros potenciales que pueden utilizar las nuevas estaciones tomando como base los criterios de la estación y los viajeros generados por el conjunto de las estaciones intermedias analizadas.

Para obtenerlos, se diseña un procedimiento de cálculo que relaciona el número total de viajeros de las estaciones analizadas con los valores de ponderación de cada una de las estaciones.

Los datos de las estaciones analizadas muestran que el número de viajeros ha ascendido durante al año 2019 a 7.210.932 viajeros (Fundación de los Ferrocarriles Españoles, 2019) y los datos de la ponderación son los reflejados en la columna 2 de la Tabla 32. Con ellos se desarrolla el procedimiento de cálculo siguiente (Ecuación 15), donde consideramos:

- A = Suma de los pesos de las estaciones incluidas en el análisis.
- B = Suma de los pesos de todas las estaciones analizadas y en explotación.
- X = Total de viajeros que generan las estaciones en explotación analizadas.
- Y = Número total de viajeros que generan las nuevas estaciones y las estaciones analizadas.

Luego entonces:

$$Y = \frac{B}{A} \cdot X$$

Ecuación 15. Cálculo del número previsión de viajeros.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

A este total de viajeros anuales generados por todas las estaciones analizadas incluidas las nuevas (Y) se le detrae el número de viajeros obtenidos en los datos (X), obteniéndose como resultado el número viajeros potenciales que aportaran las dos nuevas estaciones. Aplicando la Ecuación 15:

$$Y = \frac{1}{0,9195} \times 7.210.932 = 7.842.232 \text{ viajeros}$$

$$7.842.232 - 7.210.932 = 631.300 \text{ viajeros}$$

Tabla 32. Ponderación de datos.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

Orden	Ponderación	Nombre	Núm. de hab. de la población mas próxima	Distancia desde la estación al centro urbano (km)	Tiempo ff. cc. AV hasta la ciudad más próxima	Número de servicios autobús urbano	Número servicios regionales	Número de destinos directos
1	0,1336	Gerona	3,57	18,66	19,61	42,35	15,31	0,51
2	0,1163	Toledo	3,48	3,57	26,62	48,66	17,59	0,07
3	0,1068	Ciudad Real	3,39	7,78	17,71	52,96	16,59	1,58
4	0,0827	Segovia	3,03	2,84	44,11	27,36	19,78	2,86
5	0,0680	Calatayud	1,44	15,29	60,13	13,88	8,03	1,24
6	0,0599	Puertollano	3,93	34,71	24,73	4,20	29,61	2,83
7	0,0553	Villena	2,98	2,33	88,02	2,84	1,23	2,60
8	0,0541	Figuera	4,10	12,80	34,33	9,88	37,80	1,09
9	0,0528	Puente Genil	2,77	2,46	77,36	0,01	15,49	1,92
10	0,0501	Requena	1,98	1,59	85,03	0,01	10,90	0,51
11	0,0451	Guadalajara	9,04	2,91	83,90	0,01	1,51	2,63
12	0,0411	Mora	4,17	1,44	82,83	3,06	6,64	1,85
13	0,0396	Antequera	5,04	1,61	66,16	3,97	20,66	2,56
14	0,0394	Urda	5,37	12,64	69,95	3,19	6,92	1,93
15	0,0343	Cuenca	7,76	6,06	54,20	27,52	0,02	4,44
16	0,0210	Vva Córdoba	2,05	4,94	70,43	5,98	12,97	3,62

A continuación, se calcula la suma de los valores ponderados de las nuevas estaciones y calculamos la participación que tendrán en el número total de los viajeros aportados (Tabla 33).

Tabla 33. Nuevas estaciones. Estimación viajeros.

Fuente: Elaboración propia partir de datos propios.

Nueva Estación	Ponderación	%	Viajeros potenciales
Mora	0,0411	51	321.963
Urda	0,0394	49	309.337
Suma	0,0805	100	631.300

Este número de viajeros se ha estimado en base a la aplicación de la metodología AHP y a los criterios establecidos, que son las características de la estación y las características de funcionamiento.

Esta estimación sufrirá modificaciones en base a otros factores como son las tarifas, el horario de las circulaciones, el tipo de cliente, así como otros análisis comerciales, de marketing y de modelización de la demanda, que no son objeto de la presente investigación. No obstante, permitirá visualizar el comportamiento que tendrá una nueva estación en función de su ubicación y el nivel de influencia que ofrecerá a la hora de acercar los beneficios del ferrocarril de alta velocidad a las poblaciones rurales. Además, se podrá predecir su impacto en la movilidad, en la rentabilidad, en la mejora de la accesibilidad de las zonas rurales a nuevas oportunidades y en el desarrollo de su área de influencia.

## **IV · 2 CASO DE ESTUDIO: INTERMODALIDAD REGULADA/CONCERTADA EN LA PROVINCIA DE CIUDAD REAL**

En este apartado se desarrolla el caso de estudio para la implementación de una intermodalidad regulada/concertada conformada por una cadena continua de transporte que aprovecha la rapidez del modo de transporte ferroviario de alta velocidad y la flexibilidad del transporte público por carretera. Su aplicación se centra en la provincia de Ciudad Real, un área territorial rural ubicada en el centro peninsular español afectado por la despoblación y que sufrió una transformación en su red de transportes cuando fue incluida en la red ferroviaria española de alta (Ureña et al., 2005). El estudio del caso se realiza aplicando las cinco fases de la metodología que se despliegan en los subapartados de este punto.

La fase 1 asociada a la selección del área territorial y la fase 2 relacionada con la selección del cálculo del tiempo de viaje que se desarrollan en el apartado revisión de las características de la provincia, en el análisis de sus infraestructuras y comunicaciones y en la selección de las localidades adecuadas para ser incluidas en la intermodalidad.

A continuación, se aplica la fase 3 consistente en la selección de análisis de accesibilidad, desplegando el análisis de cada una de las poblaciones, contemplando los modos unimodales y el modo intermodal. Con los datos obtenidos se realiza una comparación de cada uno de los modos unimodales con la intermodalidad que se despliega en el apartado análisis de la accesibilidad.

Seguidamente, se aplica la fase 4 de nivel de aportación. En el apartado nivel de mejora aportada, donde se comparan los resultados y se determina la mejora que genera en la accesibilidad la implantación de la intermodalidad en las localidades seleccionadas y

que afectará a toda el área seleccionada, que se desarrolla en el apartado nivel de mejora aportado.

Finalmente, la fase 5 consiste en la comprobación de la aportación que se despliega en el apartado de análisis de la accesibilidad y anteriores, dado que permite ir comprobando cada una de las valoraciones obtenidas con los índices.

#### **IV · 2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA PROVINCIA**

Ciudad Real es una provincia española situada en la C. A. de Castilla-La Mancha. Tiene una superficie de 19.813 km<sup>2</sup> y una población de 495.045 habitantes (Instituto Nacional de Estadística, 2021) distribuida en ciento dos municipios. Cinco de esos municipios superan los 20.000 habitantes. Su territorio se ha visto afectado por la emigración, con una importante concentración de habitantes en su capital (14,98%) y con una significativa dependencia de Madrid, que actúa como ciudad MEGAs (Garmendia Antin et al., 2011; Pillet Capdepon, 1981).

En su conjunto, la provincia es un espacio geográfico que presenta una densidad de población de 26,74 hab/km<sup>2</sup>, representando el 26,3% del total de la población de la C. A., y tan sólo el 1,13% del total nacional. El 76,8% de la población provincial se concentra en municipios de más de 10.000 habitantes y el 23,2% restante se difumina en el resto del territorio provincial.

Económicamente, el territorio provincial no ha sido muy aprovechado de cara a los asentamientos industriales, y en la orientación de un desarrollo armónico de su economía, existiendo un centro industrial muy especializado, Puertollano y otros centros fabriles de menor importancia como son Valdepeñas, Manzanares, Bolaños, donde tiene especial importancia el sector agroalimentario.

La agricultura ha sido la actividad de mayor ocupación de la provincia complementada con la importancia del sector ganadero y surgiendo en áreas muy concretas la minería. La caza con la existencia de cotos con fama internacional es una riqueza cinegética y una actividad económica rentable, que se convierte en ecológica. Y cuenta con un sector servicios que tiene relativa importancia y ocupa el 56% de su población (Rodríguez Domenech, 2016, 2006).

La capital provincial, gracias al desarrollo de comunicaciones ferroviarias y al apoyo de las administraciones, ha alcanzado una producción financiera, económica y productiva importante.

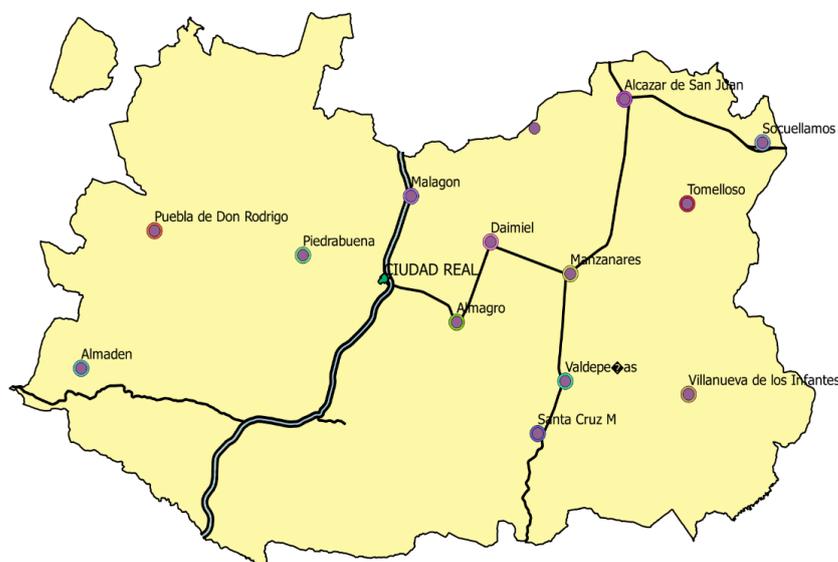
## IV · 2.2 ANÁLISIS DE LAS INFRAESTRUCTURAS Y COMUNICACIONES

Su ubicación geográfica ha convertido a la provincia de Ciudad Real en una zona de paso desde el centro al sur del país, lo que le ha permitido disponer de importantes infraestructuras de transportes. Cuenta con 4.172 km de infraestructuras de carretera y con 478 km de ferrocarril que han moldeado todos los aspectos de su estructura territorial. De ellos, el ferrocarril convencional dispone de 15 estaciones y de 365 km que se distribuye en tres estaciones y 47 km que corresponden a línea Madrid-Valencia, en 121 km y cinco estaciones, a la de Madrid-Cádiz, en 65 km y cuatro estaciones a la de Manzanares-Ciudad Real y, por último, 130 km y 4 estaciones a la de Ciudad Real-Badajoz. En cuanto a la alta velocidad, dispone de 113 km y 2 estaciones y corresponden a la línea Madrid Sevilla, y supone el 24% de las infraestructuras ferroviarias provinciales (Tabla 34).

Tabla 34. Provincia de Ciudad Real. Red de Infraestructuras ferroviarias.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Transportes 2019.

Provincia de Ciudad Real						
INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE FERROVIARIO						
Tipo	Origen	Destino	km	Vel. Máx. (km/h)	Número estaciones	%
<b>Alta Velocidad</b>	Madrid	Sevilla	113,935	300	2	24
	Madrid	Valencia	47,900	200	3	10
<b>Convencional</b>	Alcázar	Cádiz	121,426	160	5	25
	Manzanares	Ciudad Real	64,628	160	4	14
	Ciudad Real	Badajoz	130,234	140	4	27
TOTAL			478,123		18	100



Geográficamente, estas líneas discurren por la provincia de la siguiente manera. De Norte a Sur, las líneas ferroviarias de alta velocidad de Madrid-Sevilla, que cuenta con dos estaciones: Ciudad Real y Puertollano. Además, circula la línea de ferrocarril convencional de Madrid-Cádiz, que cuenta con seis estaciones: Alcázar de San Juan, Cinco Casas, Manzanares, Valdepeñas, Santa Cruz de Mudela y Almuradiel.

De Oeste a Este, la provincia es atravesada por la línea convencional de ferrocarril de Badajoz-Manzanares, que dispone de siete estaciones: Guadalmez, Almadén, Braza-tortas, Puertollano, Ciudad Real, Almagro, Daimiel y la línea de Alcázar de San Juan a Valencia, que cuenta con dos estaciones: Criptana y Socuéllamos. En total, la provincia cuenta con quince estaciones de ferrocarril convencional y dos estaciones de alta velocidad.

Estas dos estaciones de alta velocidad se pusieron en servicio en 1992 con la puesta en marcha de la línea Madrid-Sevilla, permitiendo que Ciudad Real y Puertollano fueran las primeras ciudades de tamaño medio que ubicadas en un área rural contaran con este tipo de líneas y con servicios regionales de alta velocidad.

Esta nueva línea ha promovido que ambas ciudades se acerquen entre sí y al área metropolitana de Madrid facilitando la aparición de nuevas actividades relacionadas con demandas de la metrópolis madrileña y cambios significativos en términos de movilidad y organización del territorio (Rodríguez Domenech, 2016; Ureña et al., 2005) al contar con tiempos de viaje entre Ciudad Real y Puertollano con Madrid entre los 50 y 70 minutos.

Desde su puesta en marcha, la nueva línea reformó la red ferroviaria provincial eliminando de su mapa poblaciones como Malagón y reduciendo el tráfico ferroviario en otras, como Almagro, Daimiel, Alcázar de San Juan, Manzanares, Valdepeñas y Santa Cruz.

Posteriormente la puesta en servicio de las líneas de alta velocidad Madrid Valencia (2010) y Madrid Alicante (2013) afectó a la provincia que volvió a sufrir una reestructuración del transporte ferroviario en las estaciones de Alcázar de San Juan y Socuéllamos al producirse un transvase de circulaciones de la línea convencional a las nuevas de alta velocidad.

Esta red de infraestructura ferroviarias provinciales soporta un tráfico diario de 66 circulaciones de trenes viajeros por la línea de alta velocidad y 40 por líneas convencionales (Tabla 35).

Tabla 35. Provincia de Ciudad Real. Comparativa de tráfico ferroviario.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Transportes 2019.

Poblaciones	Número de habitantes	Número de Circulaciones de Trenes por red convencional		
		1992	2019	Reducción
<b>Almadén</b>	6.034	10	4	60 %
<b>Malagón *</b>	8.731	14	0	100 %
<b>Almagro</b>	8.855	22	10	55 %
<b>Daimiel</b>	18.656	22	10	55 %
<b>Manzanares</b>	19.242	62	20	68 %
<b>Valdepeñas</b>	31.370	40	12	68 %
<b>Santa Cruz de M</b>	4.568	20	6	70 %
<b>Alcázar de S J</b>	31.120	114	34	70 %
<b>Socuéllamos</b>	13.651	28	18	36 %
<b>TOTAL</b>		332	114	66 %

\* Población sin ferrocarril desde 1988

En cuanto a infraestructuras de carretera (Tabla 36), la provincia dispone de 4.172 Km gestionados por varias administraciones, de los cuales el 42 % corresponde a carreteras provinciales y el 38 % a carreteras regionales. A ellas se unen 424 km de carreteras nacionales (10%) que unen el centro con el sur español y el 10 % restante, lo engloban las autovías nacionales que surcan la provincia y prestan servicio a 14 localidades. El Estado gestiona 699 km, incluidos los 275 km de autovías, la Junta de Comunidades administra 1.621 Km y la Administración Provincial alcanza los 1.754 km.

Tabla 36. Provincia de Ciudad Real. Red de Infraestructuras de carreteras.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Transportes y de la C.A. Castilla la Mancha 2019.

Provincia de Ciudad Real						
INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE DE CARRETERA						
Tipo	Origen	Destino	km	Vel. Máx. (km/h)	Poblaciones acceso directo	%
Vías Rápidas (autovía) 	Madrid	Cádiz	117	120	2	3
	Badajoz	Valencia	152	120	7	4
	Tomelloso	Toledo	65	120	2	2
	Ciudad Real	Almagro	39	120	3	1
Nacional	Madrid	Córdoba	424	100	30	10

Autonómica	Varios	Varios	1621	90	102	38
Provincial	Varios	Varios	1754	90	120	42
TOTAL			4.172		248	100



Estas infraestructuras presentan una intensidad media diaria de tráfico que alcanzó en el año 2019 el máximo de 25.039, el cual incluye las rutas de autobús interurbano que comunican la capital con el resto de las localidades provinciales y las interprovinciales que unen Andalucía con Madrid. En la provincia destaca Ciudad Real con un tráfico diario de 170 rutas y Puertollano con 120, las dos ciudades más importantes para este tipo de tráfico.

A nivel nacional, el transporte público por carretera ha sufrido un continuo retroceso a favor del vehículo particular, modo que se utiliza como media en el 78% de los viajes de más de 50 km; y donde el autobús alcanza el 8,5% y el ferrocarril el 5,4% (Instituto Nacional de Estadística, 2021). Este decrecimiento se ha correspondido con la falta de agilidad de las empresas operadoras que junto a la mejora de las carreteras ha dado lugar a un notable avance continuo y sostenido del transporte privado.

En la provincia de Ciudad Real, a esta situación se le ha añadido el reajuste en el transporte que ha generado la línea de ferrocarril de alta velocidad; de tal forma que, en las áreas de la capital provincial y en la de Puertollano, el uso del transporte particular se ha reajustado a las relaciones provinciales y la alta velocidad a las relaciones interprovinciales. a pesar de que se refleja la regresión del transporte público por

carretera en beneficio del transporte. Este modo de transporte ha sufrido un decrecimiento en sus rutas de un 40%, en parte por la falta de agilidad de las empresas operadoras ante la llegada de la alta velocidad, circunstancia que junto a la mejora de las carreteras ha dado lugar a un notable crecimiento continuo y sostenido del transporte privado en toda la provincia, con un crecimiento del parque de automóviles que ha alcanzado el 40% lo que demuestra que la movilidad provincial ha visto acrecentada su dependencia del transporte particular.

La llegada del ferrocarril de alta velocidad ha beneficiado a la capital Ciudad Real y a Puertollano, pero el resto de las poblaciones de la provincia han visto como su accesibilidad territorial se ha modificado ya que se ha reducido el tráfico ferroviario convencional en cuatro fases. La primera en 1992 cuando se puso en marcha la línea Madrid-Sevilla, la segunda en el año 2010 con la apertura de la línea Madrid-Valencia, la tercera vez con la apertura en 2013 de la línea de Albacete Alicante, y la cuarta, en 2021 con la apertura de la línea Alicante-Murcia. Por tanto, desde su llegada, el ferrocarril de alta velocidad ha eliminado del mapa ferroviario provincial poblaciones como Malagón o Argamasilla de Calatrava y ha reducido el tráfico de las localidades de Almagro y Daimiel, que han perdido el 55%, de Manzanares y Valdepeñas que han perdido el 68 %, Santa Cruz de Mudela y Alcázar de San Juan el 70% y Socuéllamos el 36 %, lo que supone que en la provincia el tráfico ferroviario de trenes de viajeros en líneas convencionales se ha reducido en más del 66% .

Desde su puesta en funcionamiento, han surgido en ambas poblaciones movilidades que han convertido a Ciudad Real en el centro de la jerarquía urbana provincial (Garmendia et al., 2008) con una ampliación de su área de influencia a toda la provincia consolidándose como centro administrativo y comercial con una estrecha conexión con Madrid donde acude el 56% de los desplazamientos.

Por el contrario, Puertollano, no sufre esta transformación ya que actúa como una subcabecera dependiente en primer lugar de Ciudad Real (55%) y en menor medida de Madrid (12%) (Urueña Francés et al., 2006).

El impacto sobre el territorio provincial que ha generado la línea de alta velocidad, con nuevas tendencias globales en la movilidad, ha convertido a Ciudad Real capital en un centro de atracción provincial relevante (Ureña et al., 2005), que le permite actuar como intermediaria entre la provincia y Madrid (Garmendia et al., 2008). Estas cualidades convierten a su estación en un centro intermodal propicio para la intermodalidad entre el autobús interurbano y el ferrocarril de alta velocidad en base a los desplazamientos de las localidades de la provincia con Madrid y la ubicación de las dos estaciones de alta velocidad de la provincia se considera que la estación de Ciudad Real deberá de actuar como centro intermodal para el despliegue de la cadena continua de transporte entre el transporte público por carretera y el ferrocarril de alta velocidad.

Un plan intermodal que contempla que se utilice el modo de transporte público por carretera desde las localidades seleccionadas hasta el centro intermodal (Ciudad Real) y, desde él hasta Madrid, empleará el transporte ferroviario de alta velocidad. El tiempo de transbordo entre modos se cuantifica en 10 minutos, para cuyo cálculo se analiza la distribución de la estación, los itinerarios interiores de tránsito y el estacionamiento de los vehículos de carretera en sus accesos.

### IV · 2.3 LOCALIDADES INCLUIDAS EN LA INTERMODALIDAD

La provincia se describía hasta 1980 como un territorio de funciones dispersas, donde la centralidad se repartía entre las distintas ciudades de la provincia, no existiendo un claro dominio de ninguna de ellas, ni siquiera por la capital, a pesar de sus funciones administrativas (Cebrián Abellán, 2007; Rodríguez Domenech, 2006; Zárate Martín, 1998).

De las cinco ciudades relevantes, Puertollano, dedicada a la industria. Alcázar de San Juan, Manzanares, Valdepeñas y Tomelloso, consagradas a la industria agroalimentaria y vitivinícola; tan solo la primera contaba con una dependencia de la capital provincial. El resto, al encontrarse cercanas a la autovía, mostraban signos de distanciamiento (Pillet Capdepon, 1981).

Con la llegada de la alta velocidad en 1992 a la provincia, el panorama comenzó a variar, surgiendo nuevas movilidades. Se modifican las pautas de movilidad, los desplazamientos discrecionales comenzaron a incrementar su relevancia con un importante papel en la reestructuración territorial donde la aparición del *commuter* realiza una importante contribución. Todo ello desemboca en consecuencias sobre la actividad económica provincial (Díaz Márquez and de Urueña Francés, 2010; Garmendia et al., 2008; Menéndez Martínez et al., 2002; Ureña et al., 2005).

La alta velocidad refuerza las comunicaciones en la capital, Ciudad Real, que incrementa su área de influencia a toda la provincia. Se convierte en el principal foco comercial de la provincia, con un incremento del 47,4% y se consolida como un centro administrativo y comercial con una estrecha conexión con Madrid donde acude el 56% de los desplazamientos

Las tendencias globales en la movilidad han convertido a Ciudad Real en un centro provincial más relevante debido a la alta velocidad con un aumento significativo de la movilidad intermunicipal y de la atracción de la capital provincial, adquiriendo ésta un nuevo papel de intermediación entre la provincia y Madrid (Rodríguez Domenech, 2016; Urueña Francés et al., 2006).

Por el contrario, la llegada de la alta velocidad a Puertollano no tiene las mismas consecuencias. Desde entonces, la ciudad actúa como una subcabecera dependiendo en

primer lugar de Ciudad Real (55%) y en menor medida de Madrid (12%) (Garmendia Antín et al., 2011; Martínez et al., 2010).

Avanzando en el análisis y comparando los patrones de desplazamiento de las ciudades entre 10.000 y 50.000 habitantes de la provincia de Ciudad Real con los de España, se observa que la población de estos municipios en Ciudad Real se desplaza en mayor medida a las áreas metropolitanas con más de 500.000 habitantes, que la media de los territorios no-metropolitanos españoles. De igual forma, la tasa de desplazamientos pendulares hacia la capital provincial relacionada con el tamaño de dicha capital en Ciudad Real es similar a la de las áreas metropolitanas.

Como se ha podido comprobar, el trazado de la línea de alta velocidad por la provincia de Ciudad Real ha impactado sobre el territorio y ha contribuido a incrementar su grado de conexión con otras infraestructuras territoriales. Su puesta en marcha ha favorecido la ampliación y mejora de los servicios de alto nivel (ej. universitarios, sanitarios, informáticos, etc.), contribuyendo a reforzar su relevancia en el territorio provincial y su papel de intermediación entre el conjunto de la provincia y las grandes áreas urbanas exteriores.

En el caso de los núcleos alejados de la nueva infraestructura de alta velocidad, pero que disponen a su vez de una buena conexión con las áreas metropolitanas externas, éstos hacen uso de esta buena conexión para desplazarse hacia dichas áreas metropolitanas de forma más independiente del resto del sistema urbano, aunque dividen ahora sus relaciones hacia la capital provincial y hacia la capital nacional, con quien mantienen contacto directo, incluso a pesar de las distancias claramente superiores a esta última (Rodríguez Domenech, 2012).

A la vista de la situación, para aprovechar las oportunidades que ofrece la infraestructura de alta velocidad e incrementar el número de habitantes que pueda acceder a ella se realiza un análisis de todo el territorio provincial tomando como referencia el número de habitantes, su localización geográfica, sus posibilidades de enlace con una estación ferroviaria de alta velocidad y el impacto negativo que ha provocado la llegada del ferrocarril de alta velocidad en su red de comunicaciones. Y una vez analizados los datos provinciales en cuanto a localización geográfica la relación de las localidades de la ciudad MEGAs, las localidades que se consideran idóneas para desplegar la cadena continua de transporte mediante la implementación del transporte intermodal entre el ferrocarril de alta velocidad y el transporte público por carretera, en la provincia de Ciudad Real son Malagón, Almadén, Almagro, Daimiel, Manzanares, Valdepeñas, Santa Cruz de Mudela, Alcázar de San Juan, Socuéllamos, Tomelloso, Infantes, Piedrabuena y Puebla de Don Rodrigo (Tabla 37).

Tabla 37. Provincia Ciudad Real. Selección poblaciones.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

Núm.	Población	Núm.	Población
1	Ciudad Real	8	Valdepeñas
2	Piedrabuena	9	Manzanares
3	Puebla de D Rodrigo	10	Tomelloso
4	Almadén	11	Socuéllamos
5	Puertollano	12	Alcázar de S J
6	Almagro	13	Daimiel
7	Santa Cruz de M	(Figura 22)	



En el análisis se han empleado los indicadores socioeconómicos y la metodología SIG expuestos en el capítulo anterior. Se han empleado datos de población residente, la ratio de empresas por cada 100 habitantes, el número de empresas por actividades, de agricultura, industriales, de construcción, de servicios además de la tasa de desempleo, que marcan a seis de las poblaciones con una tasa de paro que supera el 20% (Tabla 38, Figura 22).

Tabla 38. Provincia Ciudad Real. Distribución de la población.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos INE 2016.

ORIGEN	Población residente	Población		Índice de dependencia
		> 16 y < 64	> 16 y > 64	
<b>Almadén</b>	6.034	3.523	2.511	0,71
<b>Malagón</b>	8.734	5.366	3.368	0,63
<b>Almagro</b>	9.132	5.972	3.160	0,53
<b>Daimiel</b>	18.698	12.230	6.468	0,53
<b>Manzanares</b>	19.237	12.546	6.691	0,53
<b>Valdepeñas</b>	31.212	20.466	10.746	0,53
<b>Santa Cruz M</b>	4.568	2.887	1.681	0,58
<b>Alcázar de S J</b>	31.992	20.979	11.013	0,52
<b>Socuéllamos</b>	13.792	8.698	5.094	0,59
<b>Tomelloso</b>	39.093	25.551	13.542	0,53
<b>Infantes</b>	5.727	3.546	2.181	0,62
<b>Piedrabuena</b>	4.770	3.630	1.140	0,31
<b>Puebla de D R</b>	1.220	787	433	0,55

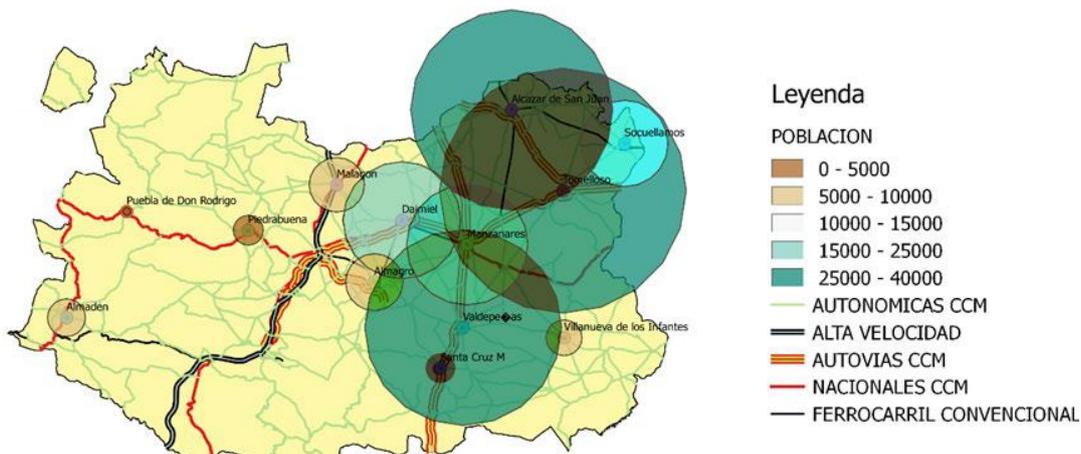


Figura 22. Indicador de población.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

El índice de dependencia (Figura 23) que relaciona la población activa con la población mayor de 64 años y menor de 16 muestra que el 70% de las seleccionadas cuentan con valores situados alrededor de la media (0,55) y Malagón y Almadén destacan con valores más elevados mientras que Piedrabuena permanece bastante alejada de la media.

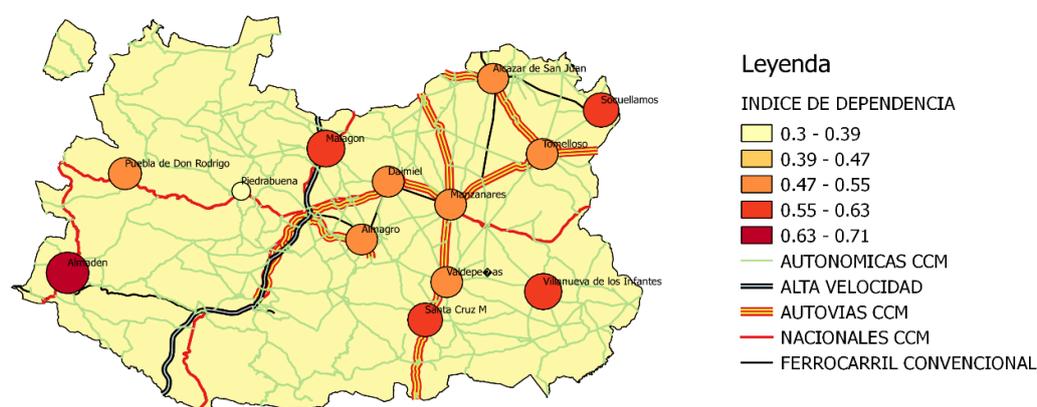


Figura 23. Indicador de dependencia.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

En conjunto, el predominio empresarial se sitúa en el sector servicios con valores que alcanzan el 69% del total de la actividad encontrándose con un peso importante el sector agrícola (Tabla 39).

Tabla 39. Provincia Ciudad Real. Indicadores socioeconómicos.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos INE 2016.

INDICADORES SOCIOECONÓMICOS									
ORIGEN	Población (Núm. Habitantes)	Empresas						Tasa paro	Índice de dependencia
		Empresas por 100 hab	Agricultura	Industria	Construcción	Servicios	Total		
Almadén	6.034	3,11	14	17	15	136	182	24,3	0,71
Malagón	8.734	3,85	53	39	32	201	325	20,5	0,63
Almagro	9.132	3,85	30	47	19	251	347	17,7	0,53
Daimiel	18.698	3,17	86	44	51	410	591	22,9	0,53
Manzanares	19.237	3,39	50	49	36	506	641	16,7	0,53
Valdepeñas	31.212	4,16	112	108	70	967	1277	16,6	0,53
Santa Cruz M	4.568	4,24	28	26	9	126	189	16,1	0,58
Alcázar de S J	31.992	4,06	83	107	94	1001	1285	17,4	0,52
Socuéllamos	13.792	4,36	172	47	47	313	579	15,7	0,59
Tomelloso	39.093	4,36	290	188	132	1052	1662	21,3	0,53
Infantes	5.727	4,78	58	22	21	162	263	13,9	0,62
Piedrabuena	4.770	3,81	33	23	21	101	178	23,1	0,31
Puebla de D R	1.220	2,51	12	3	1	15	31	21,9	0,55

Otro índice que se ha tenido en cuenta ha sido la valoración de la cuota de mercado por habitante de las poblaciones. Para ello se ha relacionado el índice de población ( $I_p$ ), el índice de teléfonos fijos ( $I_t$ ), el índice de automóviles ( $I_a$ ), el índice de camiones ( $I_{cam}$ ) y furgonetas, el índice de oficinas bancarias ( $I_b$ ), el índice de comercio local ( $I_{com}$ ), indicando la capacidad de (Naranjo Gómez, 2016). Índice que presenta un valor superior en (Figura 25) aquellas poblaciones que cuentan con mayor número de habitantes y que se encuentran situadas al Este de la provincia.

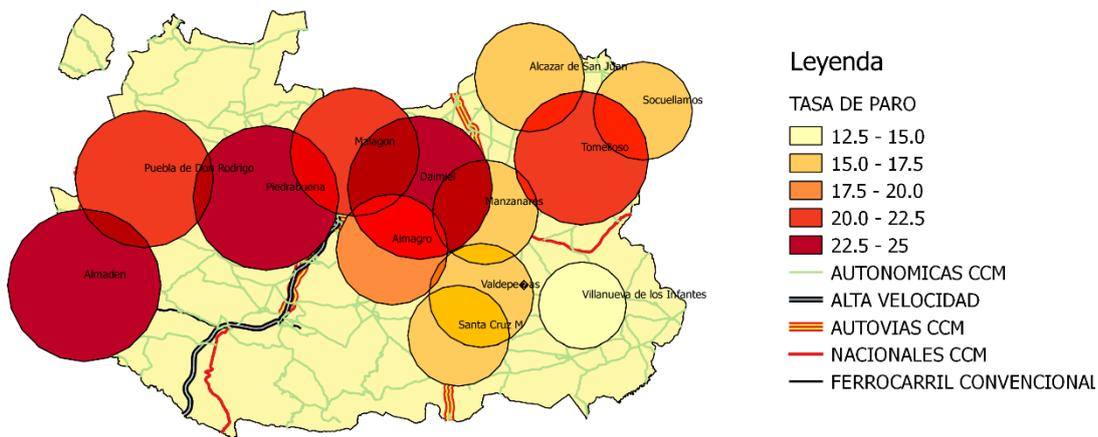


Figura 24. Indicador de tasa de paro.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

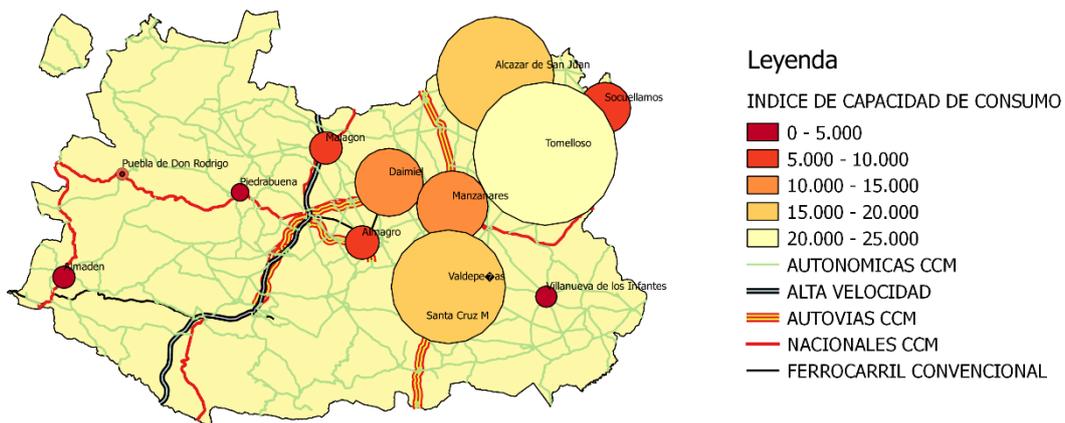


Figura 25. Índice de capacidad de consumo.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

Tabla 40. Provincia Ciudad Real. Datos socioeconómicos de las poblaciones.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos INE 2016.

ORIGEN	Población	Numero de						Ic
		teléfonos	autos	camiones	furgonetas	bancos	comercio	
<b>Almadén</b>	6.034	2.658	2.765	401	363	5	255	3.662
<b>Malagón</b>	8.734	3.848	3.869	902	801	6	341	5.344
<b>Almagro</b>	9.132	4.023	4.038	753	477	6	389	5.535
<b>Daimiel</b>	18.698	8.237	7.687	1.161	708	7	627	11.192
<b>Manzanares</b>	19.237	8.474	9.665	762	918	10	872	11.689
<b>Valdepeñas</b>	31.212	13.750	12.468	1.740	1.580	11	1.345	18.695
<b>Santa Cruz M</b>	4.568	2.012	2.118	358	399	4	241	2.797
<b>Alcázar de S J</b>	31.992	14.093	13.905	1.626	1.191	10	1.279	19.206
<b>Socuéllamos</b>	13.792	6.076	6.236	1.204	979	6	570	8.403
<b>Tomelloso</b>	39.093	17.222	16.645	3.066	1.708	13	1.387	23.551
<b>Infantes</b>	5.727	2.523	2.488	448	457	5	274	3.483
<b>Piedrabuena</b>	4.770	2.101	1.900	428	502	5	139	2.893
<b>Puebla de D R</b>	1.220	537	525	193	204	0	30	759

Una vez analizados los datos socioeconómicos (Tabla 40) se estudian los efectos que ha producido la llegada de la alta velocidad en cada una de las poblaciones seleccionadas.

### **Malagón (8.734 hab)**

Para la construcción de la línea de alta velocidad Madrid Sevilla se desmanteló parte de la línea convencional de ferrocarril de Madrid- Ciudad Real- Badajoz, en su tramo Ciudad Real-Madrid (1987). Como consecuencia del cierre del tramo y para continuar prestando el servicio ferroviario entre Ciudad Real y Badajoz, se comunicó Ciudad Real con Madrid a través de Alcázar de San Juan, lo que supuso ampliar dicho recorrido en más de 100 km y el tiempo de viaje en más de una hora a todos los trenes con origen o destino Badajoz y Ciudad Real con Madrid.

Malagón disponía de estación en el tramo ferroviario de ancho nacional desmantelado entre Ciudad Real y Madrid y contaba hasta su desmantelamiento con 14 circulaciones diarias de trenes de viajeros. Desde 1987 no se encuentra incluida en la red de transporte ferroviario provincial.

**Almadén** (6.034 hab.)

Dispone de estación ubicada en la línea de ferrocarril convencional que une Madrid con Badajoz por Ciudad Real. Desde 1993 dejó de contar con relaciones ferroviarias directas con Ciudad Real y Madrid por dos motivos. En primer lugar, por la puesta en marcha de la línea de Alta Velocidad, Madrid Sevilla, y, en segundo lugar, porque desde esa fecha se unió Badajoz con Madrid empleando la línea de Madrid Cáceres Badajoz.

**Almagro** (9.213 hab), **Daimiel** (18.698 hab)

Son dos poblaciones que cuentan con estación y se encuentran en la línea convencional que une Ciudad Real con Manzanares. Desde 1987 hasta 1992, soportó todo el tráfico de Extremadura con Madrid y por ellas circulaban 22 trenes diarios, que se redujeron a la mitad a partir de 1993 con el desvío de este tráfico por las líneas de Madrid Cáceres y por la transferencia de servicios con origen Ciudad Real desde la línea convencional a la línea de alta velocidad de Madrid Sevilla.

**Manzanares** (19.237 hab), **Valdepeñas** (31.212 hab), **Santa Cruz de Mudela** (4.568 hab)

Ubicadas en la línea de ferrocarril convencional Madrid Sevilla, sufrió con la puesta en marcha de la línea de alta velocidad Madrid Sevilla, un importante descenso de circulaciones.

Estas poblaciones que se encuentran en la red principal de ancho convencional que une Madrid con Sevilla y soportaban hasta 1992 un elevado número de circulaciones que unían el Sur con el centro y el Noroeste del país, sufriendo desde 1993 una reducción importante de sus circulaciones como consecuencia de la puesta en marcha de la línea alta velocidad de Madrid Sevilla 1992. Desde entonces, se transvasaron a la nueva línea desde la red convencional un gran número de circulaciones que unen el norte con el sur peninsular.

**Alcázar de San Juan** (31.992 hab)

Esta población se encuentra situada en la confluencia de las líneas convencionales de Madrid Sevilla y de Madrid Valencia. Se ha visto afectada por la transferencia de circulaciones desde el ferrocarril convencional al ferrocarril de alta velocidad en dos fases. Primero en 1992 con la puesta en marcha de la línea de alta velocidad Madrid Sevilla y posteriormente en 2010 con la de Madrid Valencia.

En el año 2010, con la puesta en servicio de la línea de alta velocidad Madrid Valencia se incrementa la pérdida de circulaciones que transitan por el ancho ibérico, produciéndose un transvase de la línea convencional a la de alta velocidad, afectando a las estaciones de Alcázar y Socuéllamos, emplazadas en la línea de Madrid Albacete Valencia de ancho ibérico.

Las dos líneas de alta velocidad, la de Madrid Sevilla, la de Madrid Valencia y su ramal a Albacete han tenido como consecuencia la reestructuración de la red de transporte ferroviario, con un importante descenso de circulaciones por la línea convencional, afectando y mermando las comunicaciones por ferrocarril de 14 poblaciones que contaban con este modo de transporte.

#### **Socuéllamos** (13.792 hab)

Población situada en la línea de Madrid Albacete Valencia. La puesta en marcha de la línea de alta velocidad Madrid Valencia, en el año 2010, deterioró las comunicaciones por ferrocarril convencional al transferirse desde éste circulaciones al de alta velocidad.

#### **Tomelloso**, (39.093 hab) **Infantes** (5.727 hab), **Piedrabuena** (4.770 hab) y **Puebla de Don Rodrigo** (1.220 hab)

Son poblaciones que no cuentan con ferrocarril convencional, pero que se decide incorporar a la red intermodal por sus cualidades socioeconómicas. Ese efecto inducido genera una mejora en sus comunicaciones.

Estas 13 poblaciones seleccionadas para implementar la intermodalidad entre la alta velocidad y el autobús interurbano han sido incluidas, además de por sus características, por la merma en sus comunicaciones ferroviarias. Las nueve primeras localidades se han incluido por el efecto negativo que han sufrido como consecuencia de la puesta en explotación de la nueva red ferroviaria de alta velocidad, y consecuentemente de la disminución del tráfico ferroviario por sus estaciones. Las otras cuatro, se incluyen porque se considera que se potencian sus oportunidades en las comunicaciones al conectarse con la red de alta velocidad.

Todas ellas, las 13 poblaciones seleccionadas para la implementación de la cadena continua de transporte, que en esta investigación se considera denominar BINKRI y que conformada por el ferrocarril de alta velocidad y el transporte público de carretera. afluirán a la estación de alta velocidad de la capital de la provincia, la estación de Ciudad Real, la cual conforma un enclave propicio para ello. La razón principal es que la citada estación se encuentra a una distancia inferior a 100 km desde cada una de ellas, además de haberse constituido en el centro de atracción provincial (Figura 26).

La inclusión de estas poblaciones permite el incremento del número de habitantes que tiene acceso a la alta velocidad mediante la intermodalidad con el transporte público por carretera. En la actualidad tiene acceso a la alta velocidad el 30% de la población provincial; mientras que con la intermodalidad regulada se alcanzaría un 67%.

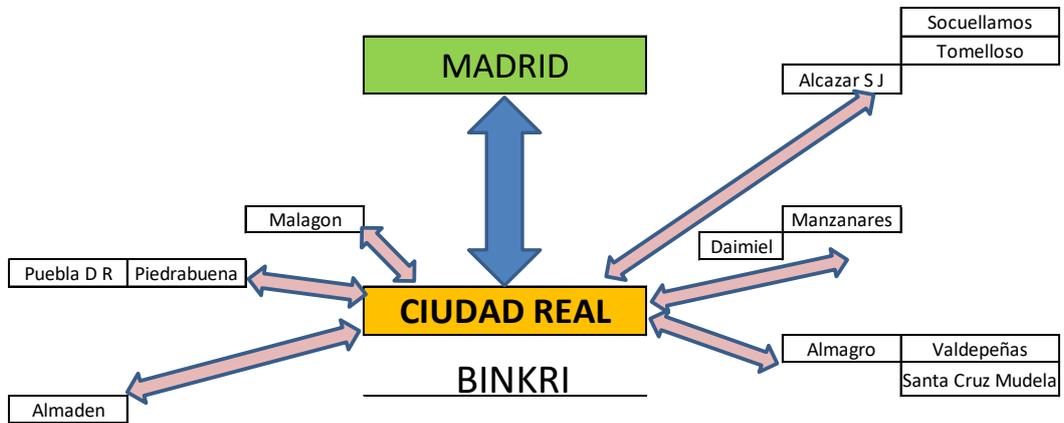


Figura 26. Bus Interurban Kiss & Ride (BINKRI)  
 Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

#### IV · 2.4 ANÁLISIS DE LA ACCESIBILIDAD

La intermodalidad regulada se conforma con el autobús interurbano, con origen en las localidades seleccionadas y con destino la estación de Ciudad Real, al que se une el modo ferroviario de alta velocidad desde la estación de Ciudad Real hasta Madrid.

Su aplicación se contrasta con los modos de transporte unimodales que operan en las localidades seleccionadas. Este contraste ofrecerá la evolución en la accesibilidad que va a generar la intermodalidad e indicará la viabilidad de su implantación. Para ello se emplearán los índices de accesibilidad mostrados en la metodología, midiéndose en primer lugar con los modos de transporte unimodales que operan en las localidades seleccionadas y que se han expuesto en la tabla 38. En el resto de los modos unimodales, se establece como origen la localidad elegida y el destino, Madrid (Tabla 41).

Los datos empleados para el desarrollo de los índices han sido aquellos de la población residente, la tasa de desempleo, el índice de dependencia, la población empleada, los tiempos de viaje en coche y autobús, el tiempo de viaje ideal, los tiempos de viaje del ferrocarril convencional, y los tiempos de viaje por ferrocarril de alta velocidad.

En el caso de la intermodalidad, la distancia en km se ha obtenido mediante la suma de los km de carretera existentes desde la localidad seleccionada hasta la capital de la

provincia, Ciudad Real, más la distancia en km existentes entre Ciudad Real y Madrid por la línea de alta velocidad.

Tabla 41. Tiempo y distancia por cada modo de transporte.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

ORIGEN	Tiempo (min)				Distancia (km)				
	Coche	Bus	ff. cc.	AVBUS	Coche	Bus	ff. cc.	AV/BUS	Línea recta
Almadén	193	304	314	136	308	308	349	279	207
Malagón	120	128	0	79	164	164	0	196	138
Almagro	132	160	157	85	205	205	240	200	170
Daimiel	120	125	145	86	175	175	218	205	151
Manzanares	110	135	128	97	178	178	197	228	160
Valdepeñas	125	180	134	108	206	206	224	235	186
Santa Cruz M	131	193	144	114	223	223	239	241	199
Alcázar de S J	98	100	91	126	156	156	149	270	122
Socuéllamos	120	134	110	134	174	174	188	294	147
Tomelloso	115	145	0	115	185	185	0	263	152
Infantes	137	174	0	127	223	223	0	275	197
Piedrabuena	147	193	0	87	195	195	0	200	159
Puebla de D R	181	241	0	131	226	226	0	247	167

En cuanto al tiempo de recorrido intermodal, éste se obtiene de sumar los tiempos de recorrido en autobús entre la ciudad elegida y Ciudad Real, más el tiempo de recorrido en alta velocidad desde Ciudad Real a Madrid ofertado por el operador ferroviario. A estos tiempos se les añade el tiempo de transbordo entre modos, que se estima en 10 minutos, un valor que se ha obtenido después de la aplicación de la metodología expuesta en el capítulo anterior en la instalación que sirve de estación de enlace intermodal, la estación de Ciudad Real.

Estos datos se modelizan en programas Excel o en programas informáticos y se transforman una tabla de software GIS mediante archivos espaciales “E SriShapefilese”. Con ellos se modeliza el territorio con todos los datos de redes de carreteras nacionales

y autonómicas, y de ferrocarril en el ámbito provincial. En los gráficos que se presentan se han identificado las localidades, pero no se figura la localidad motriz del sistema territorial, que en este caso es Madrid.

Con los valores obtenidos, se confeccionan los mapas que representan la accesibilidad diferenciada por cada uno de los cuatro modos analizados que se estudian a continuación.

La valoración del impacto que produce la intermodalidad se obtiene conociendo el impacto que ésta genera sobre la accesibilidad. Para ello, se utilizan varios indicadores que mostraran las potencialidades de cada uno de los modos comparados: el automóvil particular, el autobús, el ferrocarril convencional y la intermodalidad.

En primer lugar, se analiza la calidad de la red por donde discurren los modos mediante el índice de trazado que se complementa con el índice de trazado de velocidad. A continuación, se mide el potencial de vertebración que desempeña la red en el territorio sin tener en cuenta su distribución geográfica, utilizando el indicador de eficiencia de red. La facilidad de acceso de las poblaciones a la capital se conoce mediante el indicador de localización, que tiene en cuenta la ubicación geográfica de las localidades.

Para conocer el horizonte de oportunidades entre las poblaciones y Madrid, se emplea el indicador de potencial económico, que a su vez es complementado por el indicador de potencial turístico del territorio, ya que las localidades ofrecen oportunidades en este campo.

Todos estos indicadores, se complementan con el indicador de accesibilidad diaria, que permite conocer el número de habitantes del área que puede acceder en un determinado tiempo a la capital por motivos de negocio el diaria.

El análisis se inicia con el *índice de trazado*, (Tabla 42) que nos muestra la calidad de las comunicaciones existentes entre las localidades seleccionadas y Madrid. Toma la distancia que separa cada una de las localidades seleccionadas con la capital en cada uno de los modos de transporte y los relaciona con la distancia ideal, que es la distancia en línea recta, también conocida como distancia “*a vuelo de pájaro*”.

Los valores obtenidos de esta relación superan la unidad, considerándose que la infraestructura presenta más calidad cuando su valor se acerca más a la unidad y presenta las condiciones de accesibilidad reales de la red frente a una situación ideal, no contemplando la ubicación de las localidades y señalando el efecto de la red de infraestructura utilizada por el modo analizado.

Tabla 42. Indicador de índice de trazado.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

**INDICADOR ÍNDICE DE TRAZADO**

ORIGEN	RESULTADOS				COMPARATIVA		
	Coche	Bus	FFCC	AV/BUS	Coche/AVB	Bus/AVB	FFCC/AVB
Almadén	1,49	1,49	1,69	1,35	10%	10%	25%
Malagón	1,19	1,19	0,00	1,42	-16%	-16%	-
Almagro	1,21	1,21	1,42	1,18	2%	2%	20%
Daimiel	1,18	1,18	1,47	1,39	-15%	-15%	6%
Manzanares	1,12	1,12	1,24	1,43	-22%	-22%	-14%
Valdepeñas	1,13	1,13	1,22	1,28	-12%	-12%	-5%
Santa Cruz M	1,12	1,12	1,21	1,22	-8%	-8%	-1%
Alcázar de S J	1,29	1,26	1,23	2,23	-42%	-43%	-45%
Socuéllamos	1,17	1,17	1,28	2,00	-41%	-41%	-36%
Tomelloso	1,23	1,23	0,00	1,74	-30%	-30%	-
Infantes	1,14	1,14	0,00	1,41	-19%	-19%	-
Piedrabuena	1,24	1,24	0,00	1,27	-3%	-3%	-
Puebla de D R	1,65	1,65	0,00	1,68	-2%	-2%	-

De su aplicación se desprende que, en el modo automóvil, (Figura 27) el indicador de trazado presenta índices que muestran que la mejor calidad de la infraestructura la posee Santa Cruz de Mudela (1,11) y la peor la presenta Almadén (1,49).

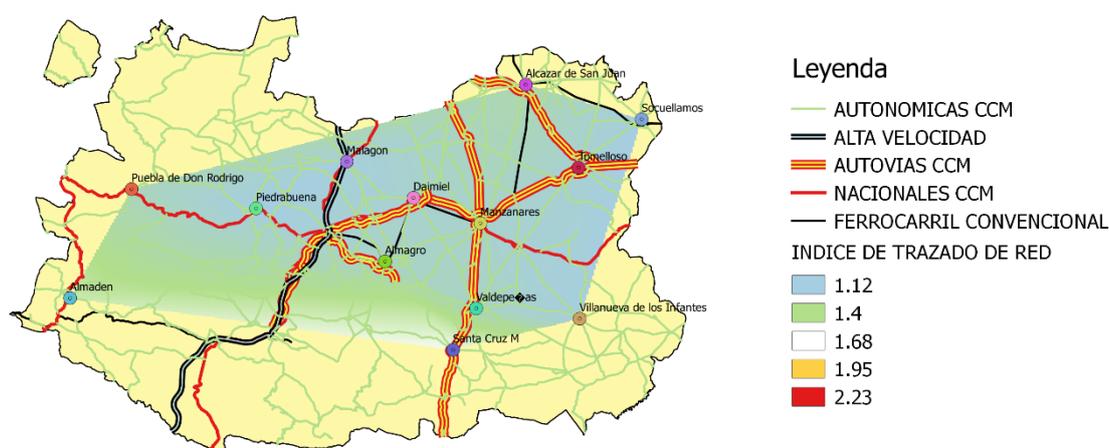


Figura 27. Indicador de trazado. Modo Automóvil.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

En el transporte público por carretera, los valores mostrados son idénticos al modo particular, ya que el autobús utiliza para sus desplazamientos la misma infraestructura (Figura 28).



Figura 28. Indicador de trazado. Modo Transporte público por carretera.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

En cuanto al ferrocarril convencional, los valores presentados son superiores a los del automóvil y del transporte público por carretera, lo que indica que la calidad de la red de ferroviaria provincial es inferior a la de la carretera. Coinciden en la primera localidad con mejor calidad, Santa Cruz de Mudela y en la población con menor calidad, Almadén. (Figura 29).



Figura 29. Indicador de trazado. Modo ferrocarril.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

Por último, el modo intermodal presenta la localidad que ofrece mejores cualidades es Almagro (1,18) y el ultimo, que corresponde a Alcázar (2,23) (Figura 30).

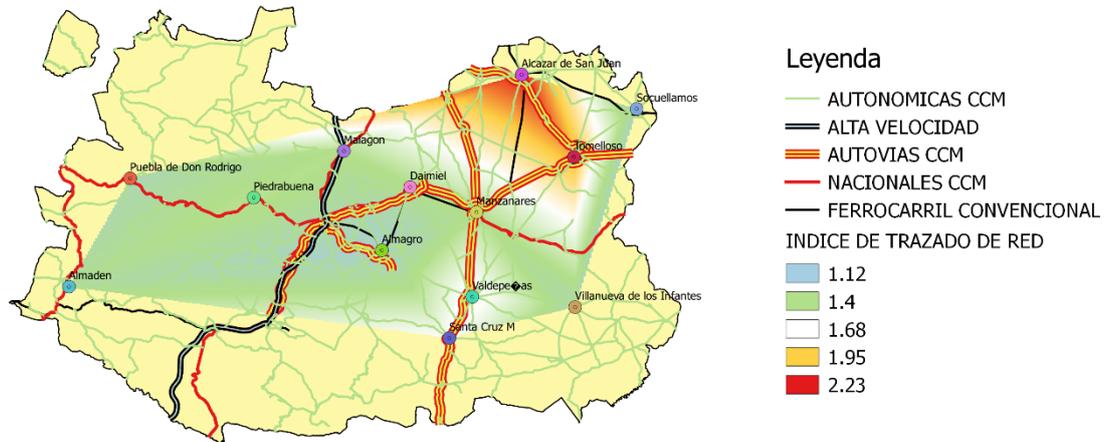


Figura 30. Indicador de trazado. Modo Intermodal.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

Comparando los modos unimodales con el modo intermodal en cada una de las localidades se comprueba que éste tan solo aporta a las poblaciones de Almagro, y de Almadén, empeorando en el resto de las poblaciones, con una especial incidencia en las localidades de Alcázar de San Juan y Socuellamos.

El indicador de trazado nos pone de manifiesto que la calidad de la red de carreteras utilizada por el vehículo particular y el autobús es mayor que la calidad del transporte ferroviario convencional al presentar valores más bajos. La intermodalidad logra mejorar el trazado tan solo en dos de las localidades seleccionadas.

Si en la fórmula del índice de trazado sustituimos los valores de la distancia entre localidades por los de la velocidad, obtenemos el *índice de trazado de velocidad*. Para su cálculo se relaciona el tiempo real en el desplazamiento en cada modo con el tiempo ideal que se emplea en comunicar la localidad origen con la de destino mediante el ferrocarril de alta velocidad a la velocidad de 300 km/h (Tabla 43).

Tabla 43. Indicador de índice de trazado de velocidad.

Fuentes: Elaboración propia a partir de datos propios.

**INDICADOR ÍNDICE DE TRAZADO DE VELOCIDAD**

ORIGEN	RESULTADOS				COMPARATIVA		
	Coche	Bus	FFCC	AV/BUS	Coche/AVB	Bus/AVB	FFCC/AVB
Almadén	4,66	7,34	7,58	3,29	42%	124%	131%
Malagón	4,35	4,64	0,00	2,86	52%	62%	-
Almagro	3,91	4,73	4,64	2,51	55%	88%	85%
Daimiel	4,05	4,22	4,90	2,91	40%	45%	69%
Manzanares	3,46	4,25	4,03	3,05	13%	39%	32%
Valdepeñas	3,42	4,92	3,66	2,95	16%	67%	24%
Santa Cruz M	3,32	4,90	3,65	2,89	15%	69%	26%
Alcázar de S J	4,05	4,13	3,76	5,21	-22%	-21%	-28%
Socuéllamos	4,08	4,56	3,74	4,56	-10%	0%	-18%
Tomelloso	3,81	4,80	0,00	3,81	0%	26%	-
Infantes	3,51	4,46	0,00	3,26	8%	37%	-
Piedrabuena	4,68	6,15	0,00	2,77	69%	122%	-
Puebla de D R	6,22	8,20	0,00	4,46	40%	84%	-

El modo automóvil, (Figura 31) presenta valores que sitúan a Santa Cruz en primer lugar con 3,32 y Puebla de D R con 6,22 lo que supone una baja calidad de la infraestructura.



Figura 31. Indicador de trazado de velocidad. Modo automóvil.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

El modo autobús presenta valores muestra a la localidad de Alcázar de San Juan con 4,13 y Puebla de D R con 8,20 lo que supone una baja calidad de la infraestructura (Figura 32)

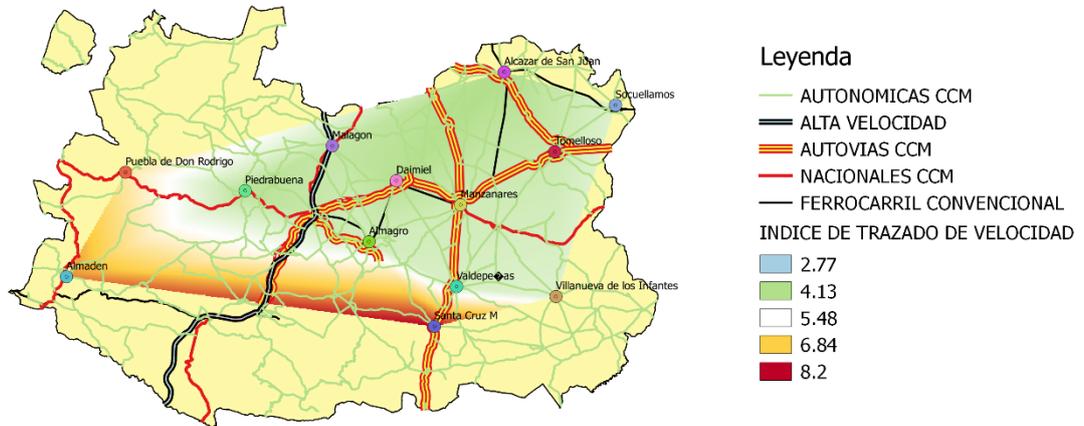


Figura 32. Indicador de trazado de velocidad. Modo transporte público por carretera.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

El modo ferroviario convencional ofrece valores que sitúan en primer lugar a Santa Cruz de Mudela con 3,65 y Almadén con 7,58 lo que supone una baja calidad ofertada por el transporte ferroviario (Figura 33).



Figura 33. Indicador de trazado. Modo Ferrocarril.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

En cuanto al modo intermodal, presenta valores más homogéneos entre la localidad con mayor calidad en el trazado, Almagro con 2,51 y la que presenta peor valor, Alcázar con 5,21, dando lugar a una oferta más uniforme para todas las localidades y presentando una calidad semejante a la ofertada por el transporte particular.

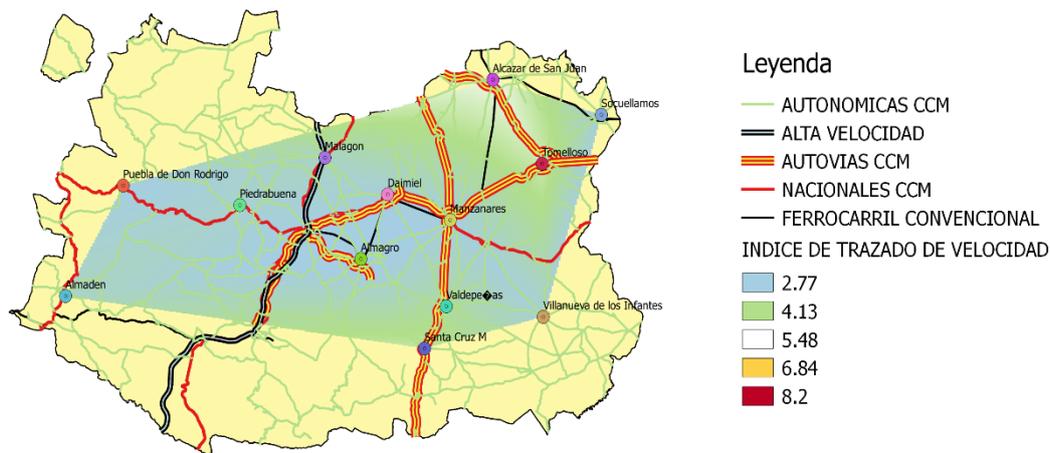


Figura 34. Indicador de trazado de velocidad. Modo Intermodal.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

El índice de trazado por velocidad muestra como la intermodalidad en contraste con los modos ferroviarios, automóvil y autobús, mejora la calidad de todas las localidades. Lo hace de una forma significativa en Almadén, Almagro Piedrabuena y en Puebla de Don Rodrigo, mientras que, en Alcázar de San Juan, y Socuéllamos, no aportándose que la calidad de la red se mantiene en coordenadas semejantes a las mostradas por el indicador anterior (Figura 34).

El siguiente índice, el *índice de eficiencia de la red*, es un indicador gravitatorio y adimensional que analiza la influencia de la calidad de la red de transporte en la accesibilidad, interpretándose como a menor valor del índice, una mayor accesibilidad y una mejor comunicación (Tabla 44).

Evalúa la accesibilidad de cada una de las poblaciones tomando como base la eficiencia de la red al relacionar los tiempos de acceso reales con los tiempos de acceso ideales, reflejando la posibilidad que tiene la red para vertebrar el territorio, sin tener en cuenta la ubicación geográfica. Su valor viene marcado por la calidad de las infraestructuras utilizadas por los modos.

Tabla 44. Indicador índice de eficiencia de red.  
Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

Modo	RESULTADOS				COMPARATIVA		
	Coche	Bus	ff. cc.	AV/BUS	Coche/AVB	Bus/AVB	ff. cc./AVB
Almadén	0,16	0,20	0,24	0,15	10%	34%	67%
Malagón	0,30	0,37	0,00	0,21	45%	77%	-
Almagro	0,24	0,29	0,35	0,20	19%	45%	74%
Daimiel	0,28	0,34	0,39	0,20	43%	74%	97%
Manzanares	0,28	0,34	0,43	0,18	56%	90%	142%
Valdepeñas	0,24	0,29	0,38	0,17	39%	69%	119%
Santa Cruz M	0,22	0,27	0,36	0,17	33%	62%	111%
Alcázar de S J	0,32	0,39	0,57	0,15	111%	161%	279%
Socuéllamos	0,29	0,35	0,45	0,14	108%	153%	227%
Tomelloso	0,27	0,33	0,00	0,15	73%	111%	-
Infantes	0,22	0,27	0,00	0,15	50%	83%	-
Piedrabuena	0,25	0,31	0,00	0,20	25%	52%	-
Puebla de D R	0,20	0,25	0,00	0,16	24%	51%	-

En su aplicación, el modo automóvil, presenta valores muy homogéneos entre el primero, Almadén con 0,16 y el último Alcázar con 0,32 (Figura 35).

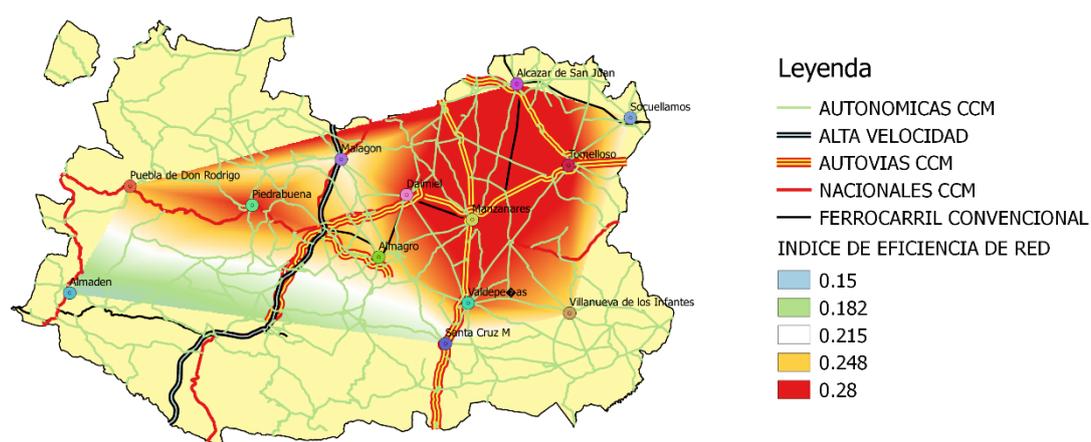


Figura 35. Indicador de eficiencia en red. Modo automóvil.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

El modo autobús presenta valores semejantes, clasificando las localidades en el mismo orden que el automóvil, solo que, con valores ligeramente superiores, Almadén 0,20 y Alcázar 0,39 (Figura 36).

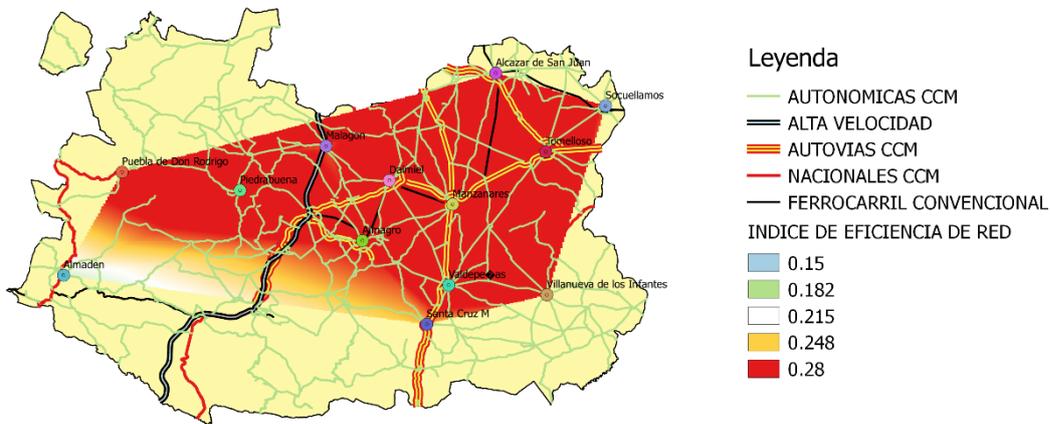


Figura 36. Indicador de eficiencia en red. Modo Transporte público por carretera.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

El modo ferroviario convencional muestra valores más elevados que los anteriores, clasificando no obstante las localidades de una forma coincidente entre el primero, Almadén con 0,24 y el último, Alcázar con 0,57 (Figura 37).

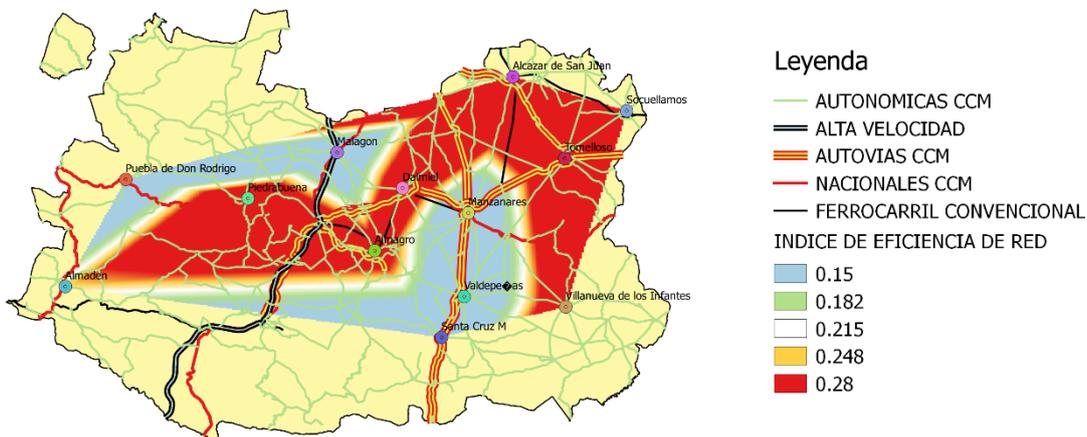


Figura 37. Indicador de eficiencia en red. Modo Ferrocarril.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

En cuanto al modo intermodal, éste presenta valores y clasificación diferentes a los anteriores. La primera localidad, Socuellamos dispone de un valor de 0,14 y la última Malagón, cuenta con un valor de 0,21, presentando una situación más homogénea que las anteriores (Figura 38).

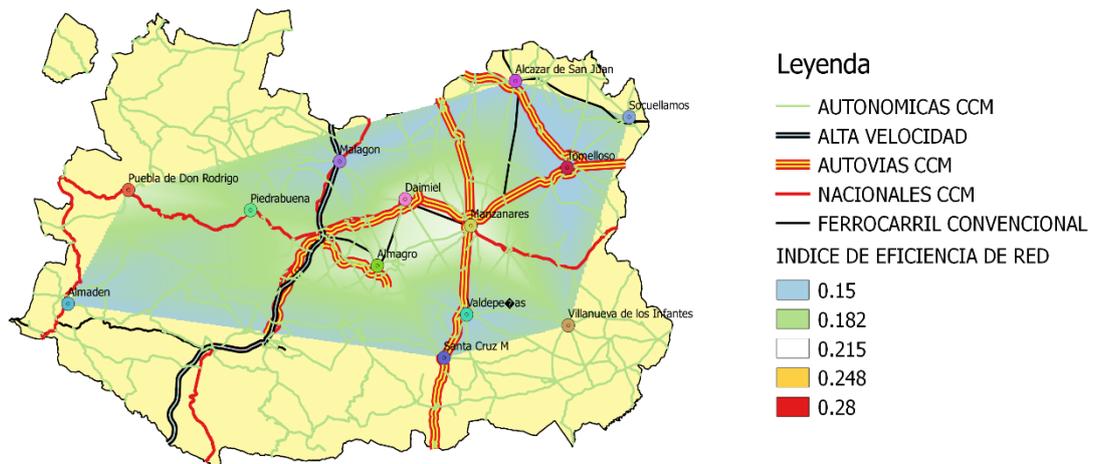


Figura 38. Indicador de Eficiencia en Red. Modo Intermodal.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

En la comparativa del modo intermodal con los modos unimodales, se detecta que los mayores incrementos que ofrece el modo intermodal se generan en las localidades de Alcázar de San Juan, Socuéllamos, Tomelloso, Manzanares, Valdepeñas, Santa Cruz de Mudela.

Del análisis del índice de eficiencia de la red, se desprende que la intermodalidad presenta unos valores más homogéneos e inferiores lo que presenta una mejor accesibilidad en todas las localidades, competitiva con el transporte particular y con mejores resultados en las poblaciones más alejadas de la localidad de transferencia, Ciudad Real.

El *índice de localización* es un indicador que se expresa en minutos o en horas, y que cuanto menor es su valor, muestra una mayor accesibilidad. Expresa la facilidad que ofrece la red para acceder a las oportunidades de viaje. Calcula el tiempo de viaje que separa cada una de las poblaciones con respecto a la capital de la nación a través de la red (modo) de transporte elegida (Tabla 45). En la consecución de sus valores intervienen las características del modo y la localización geográfica de las poblaciones, las cuales fijan el tiempo que se utiliza en realizar el viaje.

Tabla 45. Indicador de localización.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

INDICADOR DE ÍNDICE DE LOCALIZACIÓN

Modo	RESULTADOS				COMPARATIVA		
	Coche	Bus	ff. cc.	AV/BUS	Coche/AVB	Bus/AVB	ff. cc./AVB
Almadén	3,03	4,77	4,93	2,14	42%	124%	131%
Malagón	1,88	2,01	0,00	1,24	52%	62%	-
Almagro	2,07	2,51	2,47	1,33	55%	88%	85%
Daimiel	1,88	1,96	2,28	1,35	40%	45%	69%
Manzanares	1,73	2,12	2,01	1,52	13%	39%	32%
Valdepeñas	1,96	2,83	2,10	1,70	16%	67%	24%
Santa Cruz M	2,06	3,03	2,26	1,79	15%	69%	26%
Alcázar de S J	1,54	1,57	1,43	1,98	-22%	-21%	-28%
Socuéllamos	1,88	2,10	1,73	2,10	-10%	0%	-18%
Tomelloso	1,81	2,28	0,00	1,81	0%	26%	-
Infantes	2,15	2,73	0,00	1,99	8%	37%	-
Piedrabuena	2,31	3,03	0,00	1,37	69%	122%	-
Puebla de D R	2,87	3,78	0,00	2,06	40%	84%	-

El modo automóvil, presenta en Alcázar el valor más bajo y por tanto la mejor accesibilidad de las localidades, con una importante diferencia frente a la segunda población, Manzanares. En el caso opuesto se encuentra Almadén, donde el índice encuentra el mayor valor 3,03, y por tanto una accesibilidad manifiestamente mejorable (Figura 39)

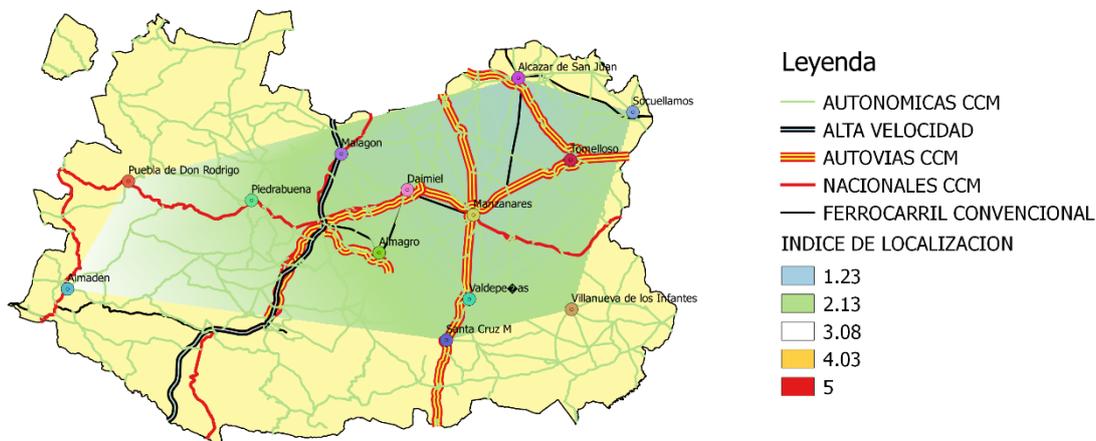


Figura 39. Indicador de localización. Modo Automóvil.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

El modo autobús, presenta valores muy semejantes al modo automóvil, donde Alcázar con valor de 1,57 conserva el índice de mejor accesibilidad con un ligero incremento, el 2% sobre el anterior índice. El resto de las poblaciones presentan de igual forma un incremento del valor del índice autobús sobre el índice del modo de coche, disparándose en Almadén, con un valor de la accesibilidad que se sitúa en 4,77 un 54% superior. La diferencia entre la población más accesible y la menos se sitúa en 3,20 (Figura 40).



Figura 40. Indicador de localización. Modo Transporte público por carretera.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

El modo ferrocarril convencional, presenta valores situados entre 1,43 de Alcázar la localidad más accesible y de 4,93 en Almadén, la menos accesible con una diferencia entre el de mayor y el de menor accesibilidad que se sitúa en 4,93 puntos (Figura 41).



Figura 41. Indicador de localización. Modo Ferrocarril.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

El modo intermodal presenta una diferencia de 0,90 entre el valor de la localidad con mejor accesibilidad, Malagón con 1,24 y la que presenta peor accesibilidad, Almadén con un valor de 2,14. Los valores obtenidos por la intermodalidad son más homogéneos para todas las localidades con un tiempo de acceso inferior (Figura 42).



Figura 42. Indicador de localización. Modo Intermodal.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

Comparando la intermodalidad con cada uno de los modos unimodales, se observa que la intermodalidad aporta beneficios en todas las localidades excepto en las localidades de Alcázar de San Juan, Socuéllamos y Tomelloso.

En este índice de localización, en el que ya interviene la localización geográfica de las poblaciones, muestra que la intermodalidad, mejora la accesibilidad y los tiempos de acceso en todas las localidades ofreciendo unos tiempos más homogéneos y presentando a la intermodalidad como un competidor con el transporte particular.

El *índice de potencial económico* se trata de un indicador, gravitatorio, que ofrece el grado de oportunidades existentes entre dos localidades e incrementa con la potencial atracción entre sus núcleos. Emplea el tiempo de viaje a través de una red, es decir, en el coste (tiempo) que supone desplazarse por las infraestructuras de transporte hasta alcanzar un destino reflejándose las oportunidades alcanzables en el ámbito territorial. Cuanto mayor es su valor, mayor es la accesibilidad que se ofrece, mostrando la accesibilidad potencial de la localidad con respecto a su localización geográfica. Su interpretación indica la accesibilidad de cada una de las localidades con la localidad motriz, interpretándose como el volumen de actividad a la que la población tiene acceso (Tabla 46).

Tabla 46. Valores indicativos de potencial económico.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

	RESULTADOS				COMPARATIVA		
	Coche	Bus	FFCC	AV/BUS	Coche/AVB	Bus/AVB	FFCC/AVB
<b>Almadén</b>	16.399	10.411	10.080	23.272	42%	124%	131%
<b>Malagón</b>	26.375	24.727	0	40.063	52%	62%	0%
<b>Almagro</b>	23.977	19.781	20.159	37.235	55%	88%	85%
<b>Daimiel</b>	26.375	25.320	21.828	36.802	40%	45%	69%
<b>Manzanares</b>	28.773	23.444	24.727	32.629	13%	39%	32%
<b>Valdepeñas</b>	25.320	17.583	23.619	29.306	16%	67%	24%
<b>Santa Cruz M</b>	24.160	16.399	21.979	27.763	15%	69%	26%
<b>Alcázar de S J</b>	32.296	31.650	34.780	25.119	-22%	-21%	-28%
<b>Socuéllamos</b>	26.375	23.619	28.773	23.619	-10%	0%	-18%
<b>Tomelloso</b>	27.522	21.828	0	27.522	0%	26%	0%
<b>Infantes</b>	23.102	18.190	0	24.921	8%	37%	0%
<b>Piedrabuena</b>	21.531	16.399	0	36.379	69%	122%	0%
<b>Puebla de D R</b>	17.295	13.133	0	24.160	40%	84%	0%

En el análisis, el modo automóvil, ofrece elevadas posibilidades, con un claro liderazgo de Alcázar sobre el resto de las localidades con una diferencia entre el de mayor accesibilidad supera al de menor en un 98% (Figura 43).

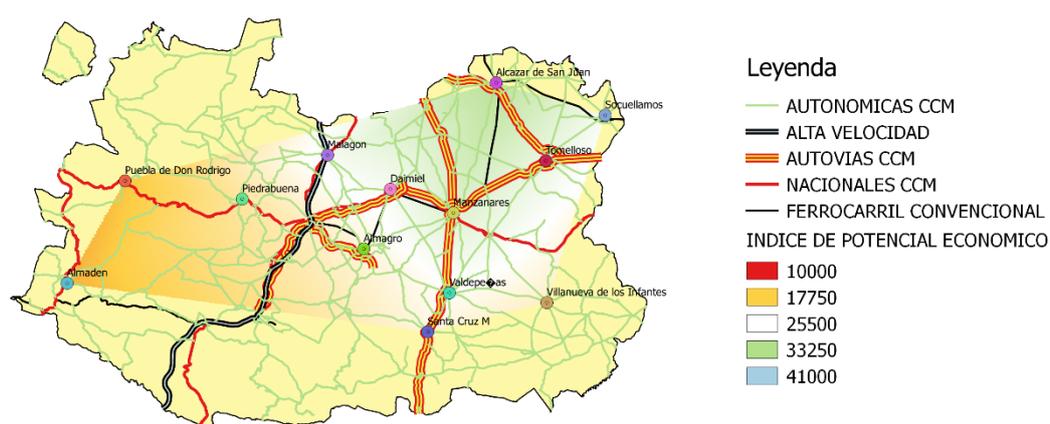


Figura 43. Indicador de potencial económico. Modo Automóvil.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

El modo autobus presenta de igual forma valores muy elevados, pero con una diferencia entre la primera localidad Alcázar de San Juan y la última Almadén, mucho mayor que en el caso del automovil, situada en un 200% ( Figura 44).



Figura 44. Indicador de potencial económico. Modo Transporte público por carretera.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

En cuanto al modo ferroviario convencional presenta valores superiores a los anteriores, incrementa las diferencias entre la localidad que presenta mayor accesibilidad y la que presenta menor, situando a Alcázar de San Juan como la localidad con más oportunidades frente a las demás con una diferencia muy importante (Figura 45).

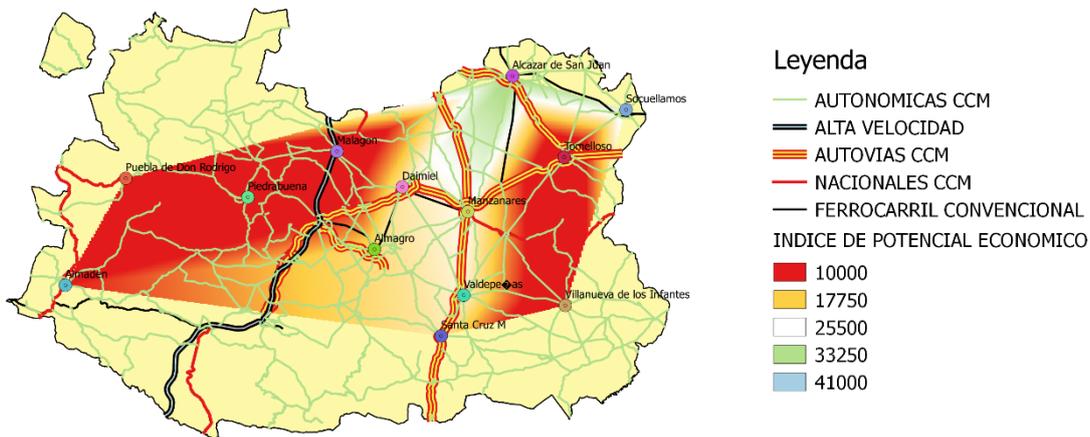


Figura 45. Indicador de potencial económico. Modo Ferrocarril.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

El modo intermodal presenta unos valores más homogéneos, pues eleva notablemente la potencialidad de las zonas más desfavorecidas en los anteriores modos. En el caso de la localidad que presenta una menor accesibilidad, Almadén, el índice mostrado por la intermodalidad duplica al ofertado por el autobús y el tren y mejorando la presentada

por el automóvil. En cuanto a la población que presentaba más potencialidad en los otros modos, Alcázar, queda relegada, pues la intermodalidad ofrece una potencialidad inferior.

El valor del índice correspondiente a la localidad con mayor accesibilidad supera en un 72 % al valor de la localidad con menor accesibilidad (Figura 46).



Figura 46. Indicador de potencial económico. Modo Intermodal.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

En la comparativa de la intermodalidad frente a los modos unimodales se observa que la intermodalidad aporta a todas las localidades excepto Alcázar de San Juan y Socuéllamos.

Del análisis, el índice de potencial económico muestra que la aplicación de la intermodalidad frente a otros modos de transporte terrestre presenta valores más homogéneos y mejora la accesibilidad en todas las localidades excepto en las poblaciones de Alcázar y Socuéllamos, donde el modo que lidera la accesibilidad es el ferrocarril convencional, con mejores valores.

El *índice de potencial turístico* es una variante del indicador de potencial económico. En él, se tiene en cuenta el número de plazas hoteleras con que cuenta la localidad analizada y conforma un elemento importante en la obtención del resultado (Tabla 47). A mayor valor del indicador, mayor accesibilidad, teniéndose en cuenta la ubicación geográfica y el número de plazas hoteleras.

Tabla 47. Valores del Indicador de Potencial Turístico.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

ORIGEN	Núm. plazas hotel	INDICADOR ÍNDICE DE POTENCIAL TURÍSTICO						
		RESULTADOS				COMPARATIVA		
		Coche	Bus	FFCC	AV/BUS	Coche/AVB	Bus/AVB	FFCC/AVB
Almadén	169	0,88	0,56	0,54	1,24	42%	124%	131%
Malagón	108	0,90	0,84	0,00	1,37	52%	62%	-
Almagro	618	4,68	3,86	3,94	7,27	55%	88%	85%
Daimiel	213	1,78	1,70	1,47	2,48	40%	45%	69%
Manzanares	1135	10,32	8,41	8,87	11,70	13%	39%	32%
Valdepeñas	510	4,08	2,83	3,81	4,72	16%	67%	24%
Santa Cruz M	439	3,35	2,27	3,05	3,85	15%	69%	26%
Alcázar de S J	483	4,93	4,83	5,31	3,83	-22%	-21%	-28%
Socuéllamos	92	0,77	0,69	0,84	0,69	-10%	0%	-18%
Tomelloso	397	3,45	2,74	0,00	3,45	0%	26%	-
Infantes	74	0,54	0,43	0,00	0,58	8%	37%	-
Piedrabuena	107	0,73	0,55	0,00	1,23	69%	122%	-
Puebla de D R	40	0,22	0,17	0,00	0,31	40%	84%	-

En la tabla 33 se observa que el modo automóvil presenta valores entre 0,22 Puebla de D R y Manzanares, con un 10,32. La diferencia entre esta localidad y la siguiente, Alcázar de San Juan, se sitúa en más de un 100 %, motivado por el número de plazas hoteleras (Figura 47).

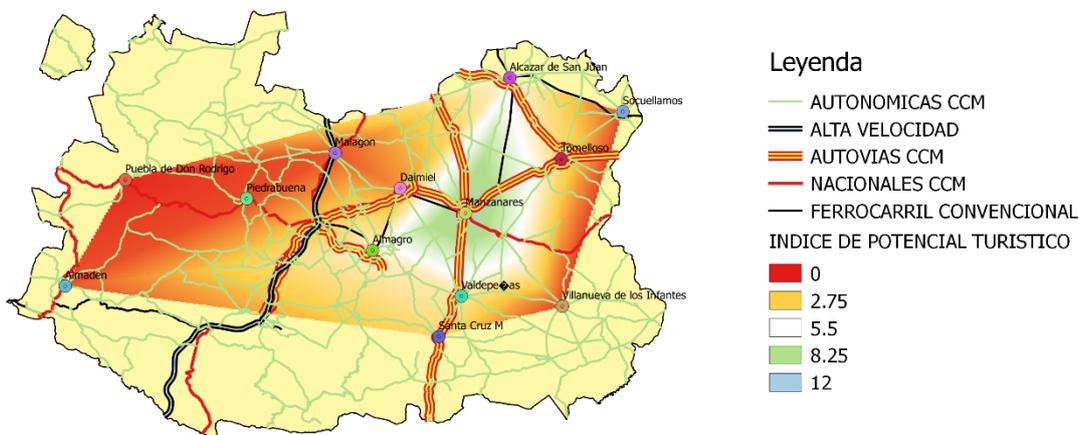


Figura 47. Indicador de potencial turístico. Modo Automóvil.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

El modo autobús, presenta valores inferiores, con una clasificación de localidades semejante a la anterior, pero con una diferencia menor entre la primera y segunda clasificada (Figura 48).

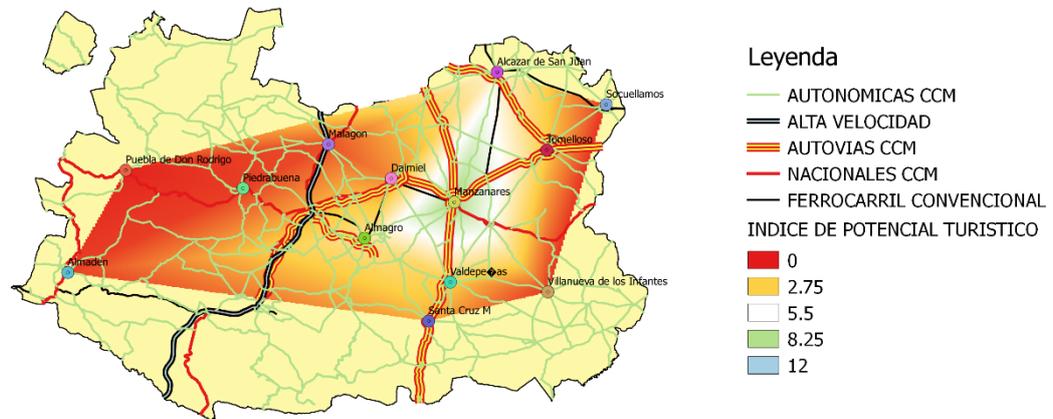


Figura 48. Indicador de potencial turístico. Modo Transporte público por carretera.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

La misma tendencia que las anteriores muestra el modo ferroviario, pero con una diferencia menor que las anteriores entre la primera y segunda mejor situada en cuanto a accesibilidad (Figura 49).

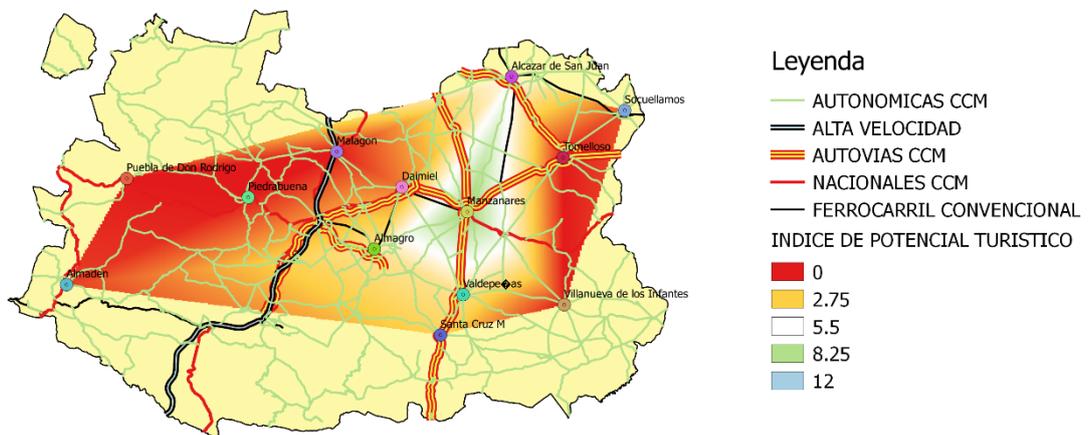


Figura 49. Indicador de potencial turístico. Modo Ferrocarril.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

El modo intermodal ofrece valores más elevados, presentando una clasificación donde la localidad que presenta menor valor coincide en los otros modos, al igual que la localidad que ofrece una mejor accesibilidad, pero el resto sufre modificaciones en el ranking (Figura 50).

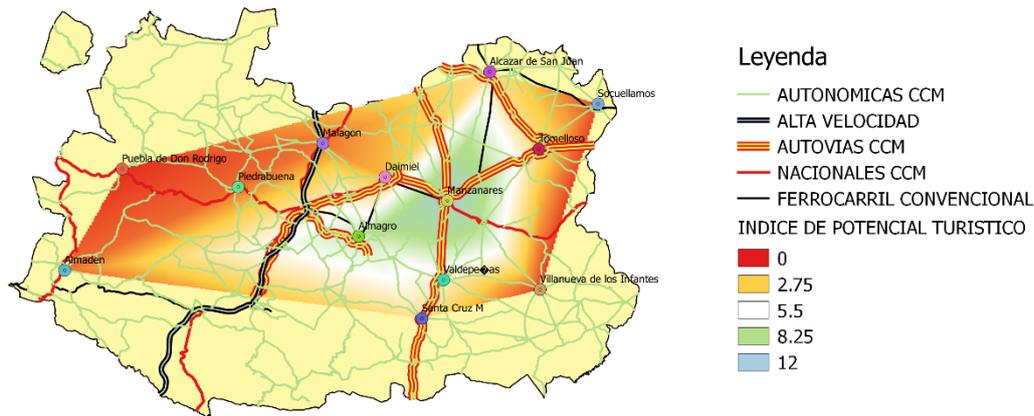


Figura 50. Indicador de potencial turístico. Modo Intermodal.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

En la comparativa entre la intermodalidad con los modos unimodales, se detecta que la aportación de la intermodalidad sigue la misma línea que en los anteriores y del análisis, del índice de potencial turístico se pone de manifiesto como la intermodalidad, al alcanzar valores más elevados, potencia a las poblaciones turísticamente. Las menos beneficiadas por el uso de la intermodalidad son Alcázar de San Juan y Socuéllamos, donde este modo no logra alcanzar las cotas del vehículo particular, del autobús y del ferrocarril, pero potencia notablemente a la localidad de Almagro, que alcanza una importante mejora, junto con la de Manzanares.

Se aplica un indicador que muestra la posibilidad potencial de estudiar los viajes que se realizan en un mismo día, en los que se considera la máxima duración de cada trayecto en un umbral de tiempo. Este es el *índice de accesibilidad diaria* que se incluye dentro de los indicadores de oportunidades acumuladas. Se opta por analizar la accesibilidad cuando el motivo de viaje es el negocio.

Para ello se ha establecido el umbral de tiempo seleccionado para la duración máxima de los viajes en 3 horas en ambos casos. El comportamiento de este tipo de indicador depende mucho de la elección del umbral de tiempo de viaje, a partir del cual los destinos no son tenidos en cuenta, por lo que el indicador nos muestra el número de habitantes que se puede alcanzar desde las localidades seleccionadas en 3 horas, eliminándose aquellos modos que sobrepasan tal tiempo.

Con el modo vehículo particular, pueden acceder en tres horas un potencial de 4.288.575 habitantes, con un total de 11 poblaciones, excluyéndose Almadén y la Puebla de Don Rodrigo (Figura 51).

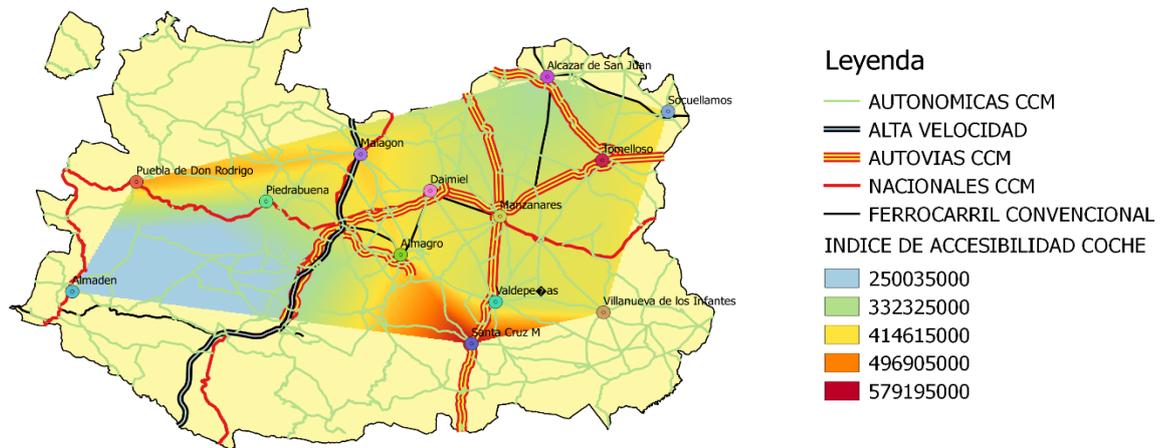


Figura 51. Índice de accesibilidad diaria en automóvil.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

Con el modo autobús, pueden acceder en tres horas un potencial de 3.484.665 habitantes, con un total de 8 poblaciones, excluyéndose Almadén, Puebla de Don Rodrigo, Piedrabuena, Valdepeñas y Santa Cruz de Mudela (Figura 52).

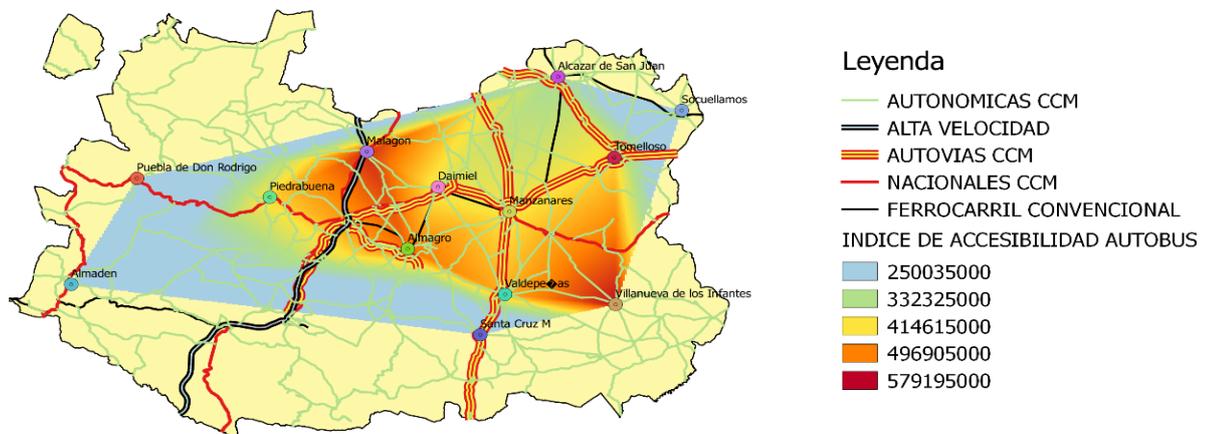


Figura 52. Índice de accesibilidad diaria en Transporte público por carretera.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

Con el modo ferrocarril, pueden acceder en tres horas un potencial de 2.876.985 habitantes, con un total de 8 poblaciones, excluyéndose Almadén, Malagón, Puebla de Don Rodrigo, Piedra buena, Valdepeñas y Santa Cruz de Mudela (Figura 53).

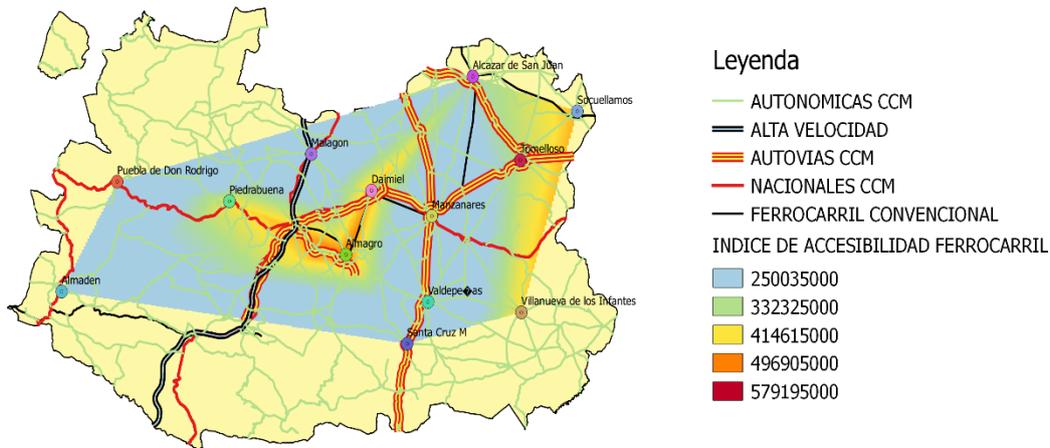


Figura 53. Índice de accesibilidad diaria. Modo Ferrocarril

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

Con el modo intermodal, pueden acceder en tres horas un potencial de 4.510.125 habitantes, con un total de 13 poblaciones, en todas las que se han incluido en la intermodalidad (Figura 54).

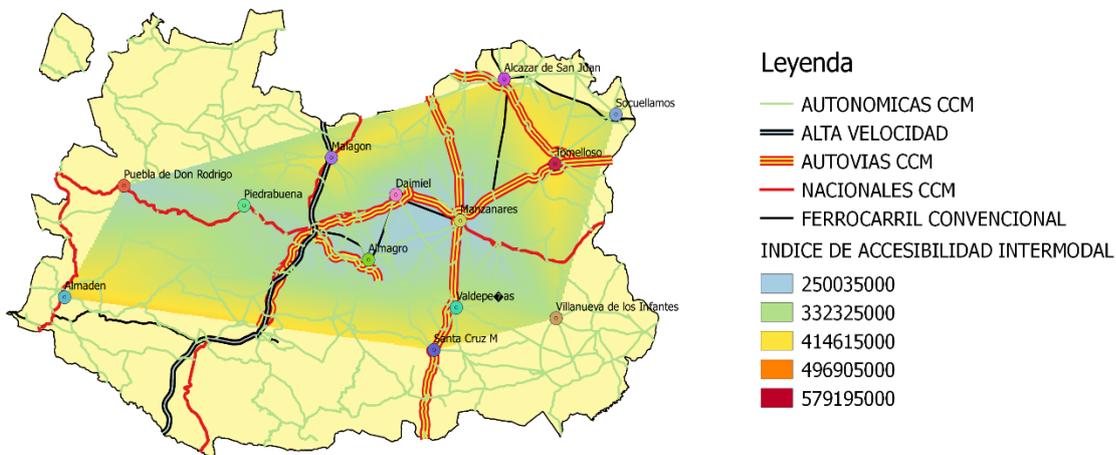


Figura 54. Índice de accesibilidad diaria. Modo Intermodal.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG.

Por tanto, el *índice de accesibilidad diaria*, indica que la intermodalidad, frente a los otros modos de transporte, permite que el total de las localidades seleccionadas pueden acceder a las oportunidades de viaje por negocio en un umbral de tiempo no superior a tres horas. En definitiva, cada uno de los indicadores ha mostrado el análisis local de la accesibilidad de cada población con Madrid y ha mostrado el impacto que genera la intermodalidad en cada uno de ellos en las localidades seleccionadas.

El índice de trazado ha permitido conocer la calidad de la red relacionando la distancia real con la ideal. Como complemento, el índice de trazado de velocidad, donde se ha incluido como variable la velocidad, con la valoración del tiempo recorrido real y del tiempo ideal obteniéndose una relación entre ambos ha permitido profundizar en la cuantificación de la calidad.

El índice de eficiencia en Red ha facilitado la aportación que puede realizar la red a la cohesión territorial, que sin tener en cuenta la ubicación geográfica de las localidades, mostrando la capacidad que tiene la red para cohesionar el territorio.

El índice de localización muestra el ahorro de tiempo que genera el uso de una red frente a otra al facilitar el acceso de las localidades a las oportunidades teniendo en cuenta su ubicación geográfica.

El índice de potencial económico ha permitido conocer el nivel de oportunidades entre las localidades mostrando la accesibilidad dentro del contexto geográfico territorial relacionando el nivel de oportunidades con su capacidad de atracción. Índice que se ha complementado con la accesibilidad turística, en cuya valoración tiene un peso importante el número de plazas hoteleras con que cuenta la localidad.

Por último, el índice de accesibilidad diaria ha permitido conocer el número de habitantes que pueden alcanzar la metrópoli en un periodo de tres horas, tiempo que parece idóneo para los desplazamientos.

Del análisis individualizado de cada una de las localidades, se extrae que el indicador que teóricamente se convierte en principal a la hora de contrastar el peso de las infraestructuras en el reparto territorial en los niveles de accesibilidad, es el de eficiencia de la red. Evaluando los resultados de este indicador, se detecta como la intermodalidad genera una mejora de la accesibilidad en todas las localidades seleccionadas. Los indicadores de potencial económico y de localización complementan el análisis ya que en ambos intervienen la infraestructura y la localización. La infraestructura afecta a la estructuración territorial con respecto a la localidad de destino, Madrid, y en este caso, hay dos poblaciones, que la intermodalidad no logra mejorar la accesibilidad con respecto a los otros modos. Estas son Alcázar de San Juan y Socuéllamos. El segundo índice citado, se ve afectado por la ubicación geográfica de las localidades, y de igual forma, aparece que estas dos localidades, se ven afectadas por su ubicación a la hora de implantar la intermodalidad.

Del análisis de estos dos indicadores podemos deducir que a pesar de que la intermodalidad mejora notablemente la red de infraestructuras, elevando su calidad, no contribuye a mejorar la accesibilidad en la zona de Alcázar y Socuéllamos, principalmente porque no puede competir con un efecto muy importante, la ubicación geográfica con respecto a Madrid.

El índice de potencial turístico vuelve a poner de manifiesto que ambas localidades no se beneficiarían de la implantación de la intermodalidad, puesto que dicha implantación no logra competir con el resto de los modos.

#### IV · 2.5 NIVEL DE MEJORA APORTADO

Una vez analizados todos los índices de accesibilidad que respaldan la implantación de la intermodalidad regulada, conviene conocer el nivel de mejora que aporta cada una de las poblaciones estudiadas, para lo que se emplea el *indicador de mejora de accesibilidad*.

Su aplicación comienza en primer lugar con el análisis de los datos sobre la dotación de infraestructuras (Tabla 48) de cada una de las localidades que nos indicará las posibilidades de comunicación con que cuenta cada una de ellas. El índice de potencial económico ha permitido conocer el nivel de oportunidades entre las localidades mostrando la accesibilidad dentro del contexto geográfico territorial relacionando el nivel de oportunidades con su capacidad de atracción y la población activa y la tasa de paro muestran la población potencial que puede utilizar los modos de transporte.

Tabla 48. Provincia Ciudad Real. Dotación de infraestructuras por población.  
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Transportes 2019.

DOTACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS			
Población	Autovía	Carretera	Ferrocarril
Almadén	No	Sí	No
Malagón	No	Sí	No
Almagro	No	Sí	Sí
Daimiel	Sí	Sí	Sí
Manzanares	Sí	Sí	Sí
Valdepeñas	Sí	Sí	Sí
Santa Cruz M	Sí	Sí	Sí
Alcazar S J	Sí	Sí	Sí
Socuéllamos	No	Sí	Sí
Tomelloso	Sí	Sí	No
Infantes	No	Sí	No
Piedrabuena	No	Sí	No
Puebla de D R	No	Sí	No

Se contrastan los resultados de la aplicación del índice de mejora de accesibilidad con los datos del incremento medio del transporte terrestre, y se toma como referencia el incremento medio del número de viajeros de los años 2016,2017, 2018 que según datos del INE se ha situado en el 6%, por lo que un crecimiento que se sitúe entre 0 y 1 se considerará nulo, entre 1 y 10% se calificará de medio y superior al 10% se considera crecimiento alto.

Tabla 49. Aplicación Modo Intermodal. Resultados.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios.

Población	Valor índice potencial económico				Factor de ponderación	Población activa	Tasa paro [%]	Población potencial uso	Índice de mejora	
	Coche	FFCC	Bus	FFCC AV bus					%	Nivel
<b>Almadén</b>	16.399	10.080	10.411	23.272	1,00	3.156	24,3	2.389	<b>42</b>	<b>ALTO</b>
<b>Malagón</b>	26.375	0	24.727	40.063	0,70	4.828	20,5	3.838	<b>36</b>	<b>ALTO</b>
<b>Almagro</b>	23.977	20.159	19.781	37.235	0,70	5.539	17,7	4.559	<b>39</b>	<b>ALTO</b>
<b>Daimiel</b>	26.375	21.828	25.320	36.802	0,35	11.131	22,9	8.582	<b>14</b>	<b>ALTO</b>
<b>Manzanares</b>	28.773	24.727	23.444	32.629	0,35	11.197	16,7	9.327	<b>5</b>	<b>MEDIO</b>
<b>Valdepeñas</b>	25.320	23.619	17.583	29.306	0,20	18.785	16,6	15.667	<b>3</b>	<b>MEDIO</b>
<b>Santa Cruz</b>	24.160	21.979	16.399	27.763	0,50	2.546	16,1	2.136	<b>7</b>	<b>MEDIO</b>
<b>Alcázar S J</b>	32.296	34.780	31.650	25.119	0,20	19.051	17,4	15.736	<b>0</b>	<b>NULO</b>
<b>Socuéllamos</b>	26.375	28.773	23.619	23.619	0,65	7.415	15,7	6.251	<b>0</b>	<b>NULO</b>
<b>Tomelloso</b>	27.522	0	21.828	27.522	0,15	22.363	21,3	17.600	<b>0</b>	<b>NULO</b>
<b>Infantes</b>	23.102	0	18.190	24.921	0,95	3.066	13,9	2.640	<b>7</b>	<b>MEDIO</b>
<b>Piedrabuena</b>	21.531	0	16.399	36.379	1,00	2.763	23,1	2.125	<b>69</b>	<b>ALTO</b>
<b>Puebla DR</b>	17.295	0	13.133	24.160	1,00	732	21,9	572	<b>40</b>	<b>ALTO</b>

Los resultados obtenidos (Tabla 49), se emplean para confeccionar un histograma (Figura 55), que permite interpretar el influjo del proceso de implementación de la intermodalidad en la accesibilidad de las poblaciones.

Piedrabuena mejora un 69%, Almadén con un 42% Puebla de Don Rodrigo con un 40% y Almagro con un 39%. En el tramo central se encuentran las poblaciones de Malagón con un 36%, Daimiel, 14% e Infantes y Santa Cruz con un 7%., localidades donde el efecto de la intermodalidad representa un crecimiento medio. Por último, en el tramo final se encuentran aquellas localidades en las que la intermodalidad ofrecerá un menor crecimiento. Estas son Manzanares con un 5% y Valdepeñas con un 3%. En este último grupo se encuentran las poblaciones de Alcázar de San Juan, Socuéllamos y Tomelloso donde la mejora que aporta la intermodalidad es nula.

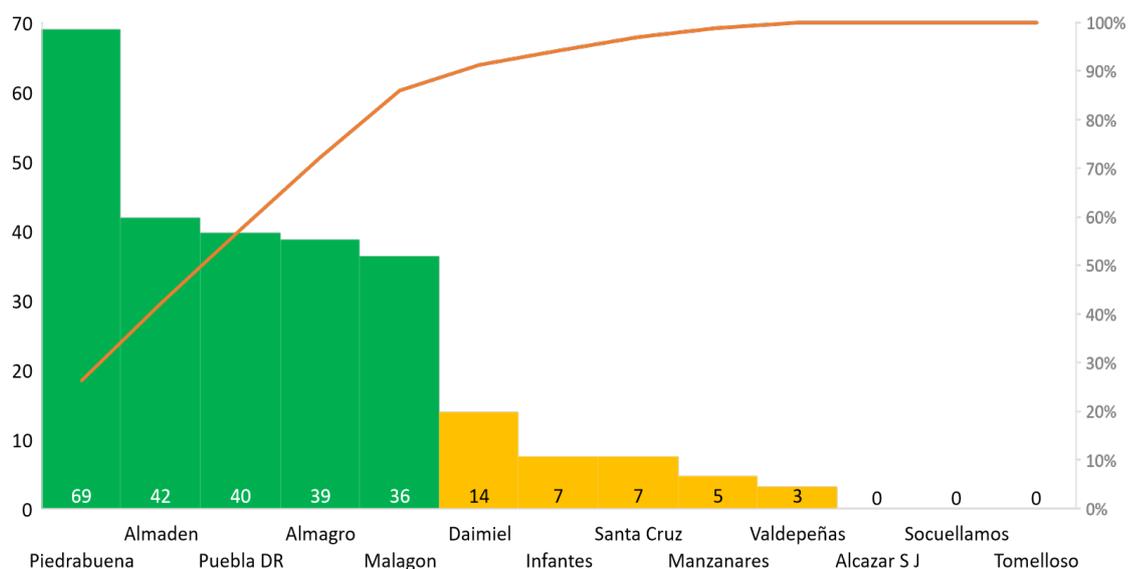


Figura 55. Indicador de mejora de la accesibilidad (%). Implantación de la Intermodalidad. Ciudad Real.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos propios SIG.

En el tramo inicial y central la intermodalidad puede convertirse en un modo competitivo, mientras que, en el tramo final, su competencia será inferior. Por tanto, a la hora de implementar la intermodalidad se debe de comenzar por las zonas desfavorecidas que son las reflejadas en la zona inicial del histograma. No obstante, la implantación en las localidades del tramo final, aunque no pueda competir con los modos unimodales, si puede crear una sinergia para mejorar la relación con otras localidades.

### IV · 3 EVALUACIÓN DE LAS APORTACIONES

El desarrollo del transporte ha convertido a las estaciones en sistemas de intercambios cada vez más complejos e importantes para el acceso a las redes ferroviarias de alta velocidad, constatándose para sus usuarios que, la utilidad de un modo de transporte se basa más en los puntos de acceso que en su trazado (Bazin and Beckerich, 2013; Plassard, 1991).

El emplazamiento de las estaciones suele ser un asunto importante a la hora de diseñar una línea ferroviaria y a la hora de proponer políticas de desarrollo de un territorio, dado que estas últimas suelen utilizar los medios de transporte de alta velocidad como soporte. En muchas de estas nuevas líneas se han ubicado estaciones que no han cumplido con las expectativas deseadas dado que su ubicación tal vez no se haya ajustado a las necesidades de la zona a la que prestaba servicio, permitiendo que la alta velocidad no se expanda en las zonas rurales y suponiendo un coste económico y de imagen para el decisor de la ubicación.

La metodología expuesta aporta un procedimiento que apoya la decisión que facilita la selección de la ubicación de una estación en la fase de diseño de una nueva línea ferroviaria de alta velocidad. Este procedimiento basado en la metodología AHP y en los criterios de funcionamiento y explotación previstos para la estación permite conocer con anticipación el comportamiento que va a generar la ubicación por la que se opte en función de sus características funcionales y de explotación. De esta forma si la ubicación de la estación se ve condicionada por causas infranqueables, se podrá predecir qué medios de comunicación complementarios deben de aportarse para conseguir que la estación acerque de la mejor forma las oportunidades que ofrece el ferrocarril de alta velocidad a la población rural.

En el caso de estudio presentado se han analizado las estaciones de alta velocidad ubicadas en zonas rurales y que prestan servicio a las poblaciones inferiores a 100.000 habitantes se ha puesto de manifiesto que el método permite conocer que criterios, de los seleccionados, debe de ser potenciado para que la estación incremente su aportación a la ciudadanía cuando la estación se encuentra en explotación.

El análisis inicial de las estaciones de Antequera, Calatayud, Ciudad Real, Cuenca, Figueras, Gerona, Guadalajara, Puente Genil, Puertollano, Requena, Segovia, Toledo, Villena y Villanueva de Córdoba, que se encuentran ubicadas en el medio rural prestando servicio a poblaciones inferiores a 100.000 habitantes ha servido para mostrar una visión de la situación actual y de su nivel de acceso a las oportunidades y a los beneficios que ofrece la alta velocidad.

A partir del análisis inicial, las modelizaciones de los parámetros de los criterios de distancia desde la estación al centro urbano, del número de servicios de autobús urbano, de servicios ferroviarios y de destinos directos, permiten predecir el nivel que ofrece la estación en la aportación a la rentabilidad, a la accesibilidad y al desarrollo territorial.

El análisis diferenciado de las estaciones de Ciudad Real y Cuenca ha demostrado la posibilidad de apreciar el comportamiento de la estación al modificar los parámetros de los criterios, al igual que se ha comprobado en la transformación en estaciones de viajeros de las instalaciones técnicas de Urda y Mora.

En este caso, la metodología basada en el método AHP ha puesto de manifiesto su idoneidad para complementar la selección de la ubicación de la estación en el diseño de las líneas de alta velocidad y además realizar una estimación básica sobre el número potencial de usuarios que puede utilizar una estación en base a las características propias de la estación y de explotación. Criterios que pueden convertirse en herramientas que facilitan conocer las potencialidades de la estación y en la accesibilidad de la alta velocidad en las zonas rurales.

La metodología mostrada tiene cualidades para ser incluida como línea de trabajo en el diseño de las políticas de transporte intermodales en las que intervenga el ferrocarril de alta velocidad y en políticas de infraestructuras, sirviendo de apoyo para seleccionar la ubicación óptima de la estación.

Estas técnicas necesitan ser complementadas con un análisis del tipo de usuario, de los costes económicos, de las frecuencias, del área económica, y pueden convertirse en el punto de partida que permita facilitar la ampliación del radio de acción de las líneas de alta velocidad mediante la complementariedad con otros modos de transporte, que aporte rentabilidad con un incremento de clientes potenciales y que facilite el incremento de la oferta de servicio al ofrecer al territorio una accesibilidad más eficiente y una integración de la estación en la dinámica espacial del área donde se ubica (Bellet Sanfeliu and Jurado Rota, 2014).

La metodología permite ayudar a en las políticas de infraestructuras ya que muestra en función del tipo de ubicación seleccionado para la estación los resultados de la explotación de la línea pueden resultar diferentes. De esta forma, si la ubicación por la que se opta es del tipo de estación urbana y de estación periurbana, se incrementaría su valor si se actúa sobre el número de relaciones directas con otras poblaciones.

Si por el contrario se opta por ubicar una estación del tipo estación doblada, estación exterior y estación comunitaria es importante tener en cuenta que estos tipos de ubicación deben de ser complementadas por políticas que potencien una adecuada accesibilidad intermodal entre la ciudad más cercana y la estación mediante la puesta en funcionamiento de conexiones de autobús urbano en horarios coordinados con los servicios ferroviarios, además de aplicar el incremento del número de destinos.

Esta orientación descrita se considera importante a la hora de diseñar una línea de alta velocidad pues permitiría a la Administración diseñar e implantar políticas de transporte sostenible donde la estación se convertiría en el elemento motor en la integración de la infraestructura ferroviaria de alta velocidad y el medio rural logrando un desarrollo territorial sostenible.

Esta disposición sobre la ubicación de la estación en el área rural para que la influencia del ferrocarril de alta velocidad alcance a un mayor número de habitantes conviene que sea complementada con el desarrollo de la intermodalidad entre los modos de transporte ferroviario de alta velocidad y el autobús interurbano. Como se ha expuesto, en el segundo apartado de las aportaciones, la metodología propuesta para su desarrollo pone de relieve como la intermodalidad entre ambos modos modifica la accesibilidad de las zonas rurales y favorece la eliminación del efecto túnel y de las áreas de sombra que genera la alta velocidad.

El caso de estudio de la provincia de Ciudad Real ha constatado lo relatado anteriormente, pues la llegada de la alta velocidad ha dado lugar a una reorganización del

transporte provincial y a una reestructuración territorial que ha potenciado su capital provincial. Con la aplicación de la intermodalidad se observa que el efecto producido en la accesibilidad ha sido positivo pues en el 77% de las localidades analizadas la aplicación de la intermodalidad entre el ferrocarril de alta velocidad y el autobús interurbano mejora la accesibilidad y permite que este modo de transporte se convierta en un claro competidor con el vehículo particular.

De las localidades analizadas en el caso de estudio, el 23% no mejora su accesibilidad con la aplicación de la intermodalidad. Son las localidades de Alcázar de San Juan, Socuéllamos y Tomelloso debido a que la ubicación geográfica de cada una de ellas con respecto a la localidad de destino, Madrid, condiciona de una manera importante el beneficio de la intermodalidad.

Por otro lado, el caso de estudio ha constatado como la intermodalidad incrementa el porcentaje de población que tiene acceso a las oportunidades que ofrece el ferrocarril de alta velocidad. Si en la actualidad solo puede acceder a ella el 30% de los 519.613 habitantes que tiene la provincia de Ciudad Real con la implementación de la intermodalidad se logra que lo haga el 67% de esta población.

Otro elemento aportado es que la posibilidad de que se potencie el transporte público que comunica la provincia con su capital dado que, al utilizarse, como nodo de transferencia para la intermodalidad la capital provincial, puede generarse un tráfico inducido interprovincial.

Las aportaciones de esta investigación ponen de manifiesto que las políticas de transporte deben de valorar con más intensidad la ubicación de las estaciones teniendo en cuenta sus características funcionales y las propias de su explotación ferroviaria ya que estos dos criterios, que intervienen activamente en la decisión de su emplazamiento, permiten dotar a la estación de un carácter regional con una amplia zona de influencia (rentabilidad), con una mejora de la accesibilidad regional con una integración de la estación en otras redes locales de transporte (servicio) y con una integración en las estrategias de desarrollo regional y local de la zona en la que se ubica.

Una adecuada ubicación de una estación mejora el nivel de acceso de los habitantes de las zonas rurales a las oportunidades que ofrece el ferrocarril de alta velocidad, decisión que si es complementada con la intermodalidad analizada permite la ampliación de la zona de acción de la estación y aporta una mejor accesibilidad a su población.

Para conseguir que el mayor número de habitantes de un área rural acceda al ferrocarril de alta velocidad, la coordinación entre las administraciones, la sociedad y los gestores de la infraestructura deben de aunar esfuerzos en una eficaz gestión de las oportunidades que ofrece la nueva infraestructura (Cascetta et al., 2020; Matas et al., 2020; Vázquez Varela and Martínez Navarro, 2015).



## **V · CONCLUSIONES**

---

---



Este último capítulo describe las conclusiones a las que se ha llegado durante la investigación, relacionándolas con las hipótesis propuestas y la consecución de los objetivos planteados. También se detallan las aportaciones, así como las líneas de investigación que a futuro pueden derivarse, permitiendo ampliar los horizontes de la investigación aquí elaborada.

## V · 1 CONCLUSIÓN

La investigación expone como una adecuada ubicación de las estaciones de alta velocidad, complementada con la implementación de la intermodalidad concertada entre el transporte público por carretera y el ferrocarril de alta velocidad, se convierten en herramientas que optimizan la accesibilidad en las áreas rurales por las que se han desplegado las nuevas infraestructuras ferroviarias de alta velocidad. Este trabajo contribuye, por tanto, a favorecer el acceso de la población a nuevas oportunidades, al tiempo que, produce una regeneración de la cohesión social y territorial.

La mejora de la accesibilidad se logra aprovechando las ventajas y sinergias que ofrece una adecuada ubicación de la estación en el ámbito rural, unida a la implementación de un nuevo tipo de intermodalidad concertada, la cual fue denominada en esta investigación bajo el acrónimo BINKRI. Ambos elementos se postulan para superar los efectos negativos que conlleva la puesta en explotación de las líneas de alta velocidad en las zonas rurales.

La ubicación de una estación en el ámbito rural, y/o periurbano, es una decisión importante no alejada de arduos debates. Por esa razón, la metodología propuesta, en base al AHP para la selección del emplazamiento, ha permitido constatar que se puede estimar el comportamiento y el nivel de aportación que una estación proporciona a su territorio y a la red de alta velocidad, en base a su ubicación y sus características funcionales y de explotación.

Los casos expuestos en la presente investigación han demostrado como el emplazamiento de la estación influye en el nivel de acercamiento de los beneficios del ferrocarril de alta velocidad a poblaciones inferiores a 100.000 habitantes. De la misma manera, han contribuido a demostrar como la modelización de los criterios de distancia desde la estación al centro urbano; del número de servicios de autobús urbano, de servicios ferroviarios y de destinos directos; permiten predecir el nivel que ofrece la estación en cuanto a la aportación a la rentabilidad, a la accesibilidad y al desarrollo territorial, así como al número potencial de usuarios que la pueden utilizar.

Esta técnica presenta argumentos para ser incluida como línea de trabajo futuro en el diseño de las políticas territoriales asociadas a las infraestructuras en las que intervenga el ferrocarril de alta velocidad. Se convierte, por tanto, en el punto de partida que

facilita la ampliación del radio de acción de las líneas de alta velocidad mediante la complementariedad con el transporte público por carretera. Al mismo tiempo, aporta rentabilidad a la red y al territorio, facilitando el incremento de clientes potenciales y el aumento de la oferta de servicio, ya que ofrece al territorio una accesibilidad más eficiente, y una integración de la estación en la dinámica espacial del área territorial donde se ubica.

La ampliación del radio de acción de la estación se alcanza a través de la implementación de una intermodalidad concertada que emplea la complementariedad entre el ferrocarril de alta velocidad y el transporte público por carretera. Para ello se empleó una metodología basada en indicadores y en SIG, la cual permite la valoración del impacto que genera esta intermodalidad en las zonas rurales.

La investigación contrasta, pues, la metodología con la hipótesis de partida mediante su aplicación en los casos de estudio. En consecuencia, se obtienen las siguientes conclusiones particulares que emanan del estudio:

- La metodología propuesta complementa el proceso de toma de decisión de la ubicación de las estaciones de alta velocidad en áreas rurales, permitiendo definir como criterios las características de funcionamiento y de explotación de la estación.
- La modelización de los criterios de distancia desde la estación al centro urbano, del número de servicios de autobús urbano, de servicios ferroviarios y de destinos directos, posibilitan predecir el comportamiento que tendrá la estación en diferentes situaciones.
- La metodología permite estimar los potenciales usuarios que tendrá la estación en base a los criterios anteriormente mencionados.
- Una adecuada ubicación de una estación de ferrocarril de alta velocidad en el medio rural posibilita el acercamiento y el acceso de su población a las oportunidades y ventajas que ofrece la infraestructura ferroviaria de alta velocidad.
- El método AHP resulta una herramienta adecuada para la valoración de la ubicación de una estación en las áreas rurales, como ha quedado de manifiesto en base a los resultados de la presente tesis.
- La implementación de la intermodalidad concertada consigue una mejora de la accesibilidad de las áreas rurales, acercando los beneficios de la alta velocidad a la población, e incrementando el número de habitantes que pueden acceder a ella. Esta mejora se obtiene a través del contraste de la intermodalidad concertada con cada uno de los modos de transporte que operan en el área de estudio.

- La intermodalidad concertada minimiza la carencia de oferta de transporte público como consecuencia del paulatino abandono de los servicios ferroviarios que circulaba por las líneas convencionales y hace llegar efectos positivos de la alta velocidad a las áreas rurales.
- Los indicadores empleados en la metodología han permitido identificar el peso de la infraestructura, de la velocidad, y de la localización geográfica de las poblaciones y el crecimiento que experimenta la intermodalidad concertada en cada una de las localidades del área de estudio.

## V · 2 OBJETIVOS ALCANZADOS

A las conclusiones se ha llegado como resultado del cumplimiento de los objetivos definidos en la investigación, propiciando un amplio alcance de la tesis.

En primer lugar, la investigación ha expuesto una metodología basada en la herramienta de toma de decisiones multicriterio AHP, así como en el establecimiento de criterios que han permitido determinar la optimización de la selección de la ubicación de las estaciones en áreas rurales, que prestan servicio a poblaciones inferiores a 100.000 habitantes. Consecuentemente, se ha comprobado su idoneidad con el estudio de las estaciones actuales de alta velocidad española, y simulando el caso de aplicación para la instalación de una nueva estación. Se ha comprobado como la ubicación incide en las aportaciones a la red ferroviaria y en el acercamiento de los beneficios de la alta velocidad a los habitantes de las zonas rurales.

En segundo lugar, la investigación ha expuesto una intermodalidad concertada entre el ferrocarril de alta velocidad y el transporte público interurbano por carretera, que incrementa la potencialidad de las estaciones y eleva el número de habitantes que pueden acceder a la alta velocidad. Para ello se ha facilitado el diagnóstico del impacto de la intermodalidad en la accesibilidad mediante una selección de indicadores.

El proceso se ha complementado con el empleo del entorno SIG, que utiliza los datos geográficos de una forma sencilla y permite trabajar con variables exógenas al propio modelo, ofreciendo resultados valiosos para la toma de decisiones. La confluencia de los SIG y de las herramientas informáticas agiliza los cálculos para generar datos que permiten comparar la competitividad entre los modos de transporte. Además, ofrece la posibilidad de validar los datos obtenidos con la ejecución del modelo, ajustarlos a la realidad, y facilitar una visión geográfica global para comprobar la viabilidad de su aplicación.

Las metodologías aplicadas en la investigación han permitido incrementar el conocimiento específico sobre la relación entre la infraestructura y sus efectos. Además, permiten conocer la relación entre el sistema de infraestructuras de transporte y sus

efectos sobre un espacio territorial, detectando el beneficio de las mejoras en infraestructuras ferroviarias de alta velocidad de las localidades no servidas directamente por este modo de transporte.

Para ello, uniendo las cualidades de la infraestructura y la localización geográfica de las localidades, se obtiene la valoración del peso que cada una de ellas tiene sobre la ubicación de las estaciones, y sobre el empleo de la intermodalidad concertada.

En tercer lugar, se ha expuesto como las líneas de alta velocidad absorben los servicios ferroviarios de larga distancias, reduciéndose la oferta en las líneas convencionales, dando lugar a una fragmentación de la cohesión territorial, que el transporte público por carretera no corrige, y que deriva en un incremento del uso del transporte particular. A esa situación se une que la ubicación de las estaciones de alta velocidad en las áreas rurales no se ajusta a las necesidades requeridas por los habitantes contribuyendo a la merma de servicios de estas zonas.

Se cuantifica el grado de mejora que aporta la modificación en la ubicación de una estación y la intermodalidad concertada en la accesibilidad de las poblaciones, valorándose en los casos de estudio, y constatando la fluidez que aporta en la vertebración territorial de las zonas rurales.

En cuarto lugar, a lo largo de la investigación se ha puesto de manifiesto la desvertebración de las áreas rurales y los efectos que en ella producen las nuevas infraestructuras de transporte de alta capacidad ferroviaria. Se expone la relación directa entre las áreas rurales y el aislamiento que les originan las nuevas líneas de alta velocidad, quedando alejadas de las grandes infraestructuras de comunicación y abocándolas a contar con una accesibilidad cautiva del transporte particular; la cual está ligada, además, a las amenazas y virtudes de este sistema de transporte, entre las que se encuentran la contaminación, la accidentabilidad y el precio de los combustibles. En definitiva, aleja la posibilidad de acceso al transporte público de calidad y a las mismas oportunidades que el resto de la población.

De la misma manera, la investigación pone de manifiesto los intentos de la UE en el año 2004, tratando de alcanzar la igualdad en el acceso de toda la población a nuevas oportunidades, así como el interés por mejorar la cohesión territorial y la accesibilidad de todas las áreas rurales. Dichos intentos comenzaron como un objetivo de todas las administraciones en 1999 y que en la actualidad se ha convertido en una necesidad que debe de convertir al territorio europeo en una zona geográfica dotada de mínimas diferencias internas, donde la mejora de los sistemas de transporte contribuye notablemente para su consecución con un protagonismo esencial de las nuevas infraestructuras de alta capacidad.

Las infraestructuras generan un nuevo escenario de transporte, donde la interlocución entre modos debe de generalizarse. Razón que se ha desarrollado en las grandes

ciudades y que, como muestra la investigación, se puede extrapolar al medio rural, consiguiendo mejorar la accesibilidad de estas áreas y liberándolas de la dependencia del transporte particular al acercarlas a un transporte público de calidad.

En último lugar, a lo largo de la investigación se ha expuesto como la política de movilidad española se encuentra ligada más a una política de infraestructuras que a una política de transportes; por lo que el propio Ministerio de Fomento en el año 2009 mostraba la necesidad de que se introdujeran cambios de tendencia, creando una política de transportes que permitiera afrontar los nuevos retos ambientales y sociales que se estaban produciendo y que se han desarrollado de manera tímida.

### **V · 3 APORTACIONES**

La presente investigación aporta una metodología que permite relacionar de una manera conjunta la adecuada ubicación de la estación con el desarrollo de la intermodalidad entre la alta velocidad ferroviaria y el transporte público por carretera. Además, su exitosa aplicación contribuye a la mejora de la cohesión territorial y de la accesibilidad en las áreas rurales y aporta nuevas oportunidades para el dinamismo socioeconómico a las zonas rurales, corrigiendo los efectos de polarización que generan las nuevas líneas de ferrocarril de alta velocidad.

Esta tesis se convierte en una herramienta necesaria para el desarrollo de las políticas europeas en materia de igualdad territorial y de dinamismo local; orientación importante a la hora de diseñar una infraestructura de alta velocidad, pues permite a la administración diseñar e implantar políticas de transporte sostenible en áreas rurales, donde la estación tiene argumentos para convertirse en el elemento motor en la integración de la infraestructura ferroviaria de alta velocidad con el medio rural. De esta manera, se logra un desarrollo territorial sostenible mediante la complementariedad con la intermodalidad.

La investigación permite que aflore la oportunidad de que las líneas de alta velocidad surjan como elemento de igualdad que facilite que las zonas rurales puedan acceder a las mismas posibilidades que las áreas urbanas, dejando atrás el impacto negativo de la alta velocidad.

La aplicación de los casos de estudio ha puesto de manifiesto como una adecuada ubicación de la estación y la intermodalidad suplen la desviación de tráfico producida en el tráfico ferroviario de las líneas convencionales. De esta manera se pone de relieve como dicha experiencia favorece a todas las comarcas eliminando los efectos de polarización que se han producido en las comarcas que cuentan con este nuevo modo de transporte y que no han recibido influencias favorables.

La ubicación de la estación y la intermodalidad se encuentran en condiciones de aportar nuevos dinamismos socioeconómicos al existir una relación entre el nivel de accesibilidad y el desarrollo socioeconómico de las localidades, además de ser una herramienta que favorece la estabilidad poblacional.

Aporta la posibilidad de que en determinadas localidades menos desarrolladas aparezca el viajero denominado “*commuter*” o viajero diario, para trasladarse a trabajar desde la localidad de residencia hasta la ciudad motriz con un mayor aprovechamiento de la red de alta velocidad.

Además, permite la posibilidad de que surja de una manera inducida, una nueva comunicación diaria ágil y carenciada entre las localidades provinciales y su capital.

Las aportaciones de esta investigación ponen de manifiesto que las políticas de transporte deben de valorar con más intensidad la ubicación de las estaciones en las zonas rurales, teniendo en cuenta sus características funcionales y las propias de su explotación ferroviaria. Estos dos criterios intervienen activamente en la decisión de su emplazamiento, y permiten dotar a la estación de un carácter regional con una amplia zona de influencia (rentabilidad), con una mejora de la accesibilidad regional con una integración de la estación en otras redes locales de transporte (servicio), y con una integración en las estrategias de desarrollo regional y local de la zona en la que se ubica.

Una adecuada ubicación de una estación mejora el nivel de acceso de los habitantes de las zonas rurales a las oportunidades que ofrece el ferrocarril de alta velocidad, decisión que, si es complementada con la intermodalidad analizada, permite la ampliación de la zona de acción de la estación y aporta una mejor accesibilidad a su población. Para ello, la coordinación entre las administraciones, la sociedad y los gestores de la infraestructura deben de aunar esfuerzos en una eficaz gestión de las oportunidades que ofrece la nueva infraestructura. Conviene señalar que dichos actores pueden emplear el procedimiento expuesto como una herramienta que inserte las líneas de alta velocidad en la red de transporte de las áreas rurales, y se conviertan en un instrumento de igualdad que facilite su reactivación. De esta manera se facilita que sus habitantes accedan a las mismas oportunidades a las que lo hacen aquellos residentes de las áreas urbanas.

La inclusión de este nuevo ferrocarril en la red de transporte de las áreas rurales colaborará en la visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental mediante el cumplimiento de los tres ODS relacionados con la movilidad que se incluyen en la agenda 2030 y que fue aprobada por la ONU en el año 2015. El primero que se cumple es el ODS 11, que se centra en ciudades y comunidades sostenibles, y que depende en gran medida del impacto que el transporte tiene en las mismas, ya que una adecuada ubicación de las estaciones puede transformar la movilidad en la

sociedad rural al fomentar la reducción de la utilización del transporte particular. Esta reducción del uso del automóvil conlleva la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmosfera, la reducción del consumo de combustibles fósiles y el incremento del consumo de energías limpias (energía eléctrica) utilizadas por el ferrocarril de alta velocidad, posibilitando el cumplimiento del ODS 12 que se centra en la producción y en el consumo responsables, donde la movilidad se ve afectada por la gestión de los productos y sus residuos.

El tercer objetivo que se cumple es el ODS 13 asociado a la acción por el clima, ya que, con el empleo del transporte público, que genera un 5,5 veces menos de gases de efecto invernadero, se promueve el uso del transporte sostenible y se aporta una reducción de la contaminación generada por la movilidad, la cual supone un 25% de la contaminación a nivel europeo.

Por último, esta investigación marca líneas de trabajo para la apertura de nuevos horizontes de investigación relacionados con estrategias de desarrollo sostenible que incluyan aspectos económicos, sociales, medioambientales, de cohesión y de vertebración territorial que luchen contra la despoblación de las áreas rurales españolas.

#### **V · 4 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

Esta investigación supone el primer paso en el análisis de las posibilidades que ofrece una adecuada ubicación de las estaciones ferroviarias de alta velocidad y la intermodalidad entre el modo ferroviario de alta velocidad y el transporte público por carretera, las cuales pueden ampliarse en las futuras líneas de investigación que se proponen a continuación:

- Análisis de la contribución al desarrollo económico y de los efectos de consolidación de la población de las áreas rurales, aportando consolidación de la población y desarrollo económico mediante la repercusión que genera la mejora de la accesibilidad y de la red de transporte con los principales centros motores. Llevándolo a cabo mediante la vinculación de las regiones entre sí, generando una reducción en los tiempos de viaje una mayor fluidez en las comunicaciones superando los límites con que dispone cada uno de los modos.
- Determinación de la contribución que la intermodalidad entre la alta velocidad y el transporte público por carretera puede aportar al transporte sostenible de las áreas rurales. Dado que las sinergias de ambos modos de transporte compiten con el transporte particular.

- Extrapolación del estudio y del método a territorios que, atravesados por líneas de alta velocidad, dispongan de características semejantes al territorio analizado.
- Análisis de la aplicación del método a otros modos de transporte con el propósito de analizar su viabilidad y los beneficios que puede ofrecer en sus áreas de actuación.
- Estudio de la racionalización de servicios ferroviarios deficitarios y poco efectivos con el análisis de aquellos que pueden ser sustituidos por la intermodalidad mediante una comparativa de la oferta ferroviaria convencional con la oferta intermodal valorando la adecuación de ésta a las demandas de comunicación solicitadas por los habitantes de las zonas rurales.
- Analizar la demanda inducida que genera la intermodalidad entre las poblaciones que cuentan con estación de alta velocidad, que suelen ser capitales de provincia y su área rural de influencia, dado que se utiliza como nexo de unión para la intermodalidad entre el ferrocarril de alta velocidad y el transporte público por carretera la capital provincial.
- Análisis y contraste de la relación entre los niveles de accesibilidad y el desarrollo socioeconómico de las ciudades con la aplicación de la intermodalidad.
- Análisis de la variación del mercado laboral de las localidades donde se implemente la intermodalidad.
- Cuantificar los beneficios económicos y sociales que generan la ubicación adecuada de la estación en el ámbito rural.
- Valorar el ahorro de costes que genera una adecuada ubicación de la estación en tiempo, imagen y en infraestructuras.
- Contrastar los costes con beneficios en el diseño de la línea ferroviaria en función de la ubicación de la estación.
- Cuantificar la repercusión que la aplicación de la investigación ejerce en el acceso a las ciudades.
- Análisis de la incidencia que la organización del transporte público en las áreas rurales presentada en este documento provoca en el flujo de acceso a las ciudades.
- Valoración de la asistencia financiera y técnica necesaria para la implementación una reorganización del transporte público a nivel nacional.
- Análisis del impacto sobre su implementación en la España vaciada.

## **VI · BIBLIOGRAFÍA**

---

---



- Abellán García, A., 1976. Estructura por sexo y edad de los distritos de Madrid. *Estud. Geográficos* 37.
- Aguarón, J., Moreno-Jiménez, J.M., 2003. The geometric consistency index: Approximated thresholds. *Eur. J. Oper. Res.* 147, 137–145. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00255-2](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00255-2)
- Aguarón, J., Moreno-Jiménez, J.M., 2000. Local stability intervals in the analytic hierarchy process. *Eur. J. Oper. Res.* 125, 113–132. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00204-0](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00204-0)
- AIReF, 2020. Evaluación del gasto público 2019. Infraestructuras de Transporte. Autoridad Independiente de Responsabilidad Fiscal.
- Albalate, D., Bel, G., 2012. High-Speed Rail: Lessons for Policy Makers from Experiences Abroad. *Public Adm. Rev.* 72, 336–349. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2011.02492.x>
- Albalate, D., Bel, G., 2011. Cuando la economía no importa: auge y esplendor de la alta velocidad en España. *Rev. Econ. Apl.* 19, 20.
- Albalate, D., Bel, G., Fageda, X., 2015. Competition and cooperation between high-speed rail and air transportation services in Europe. *J. Transp. Geogr.* 42, 166–174. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.07.003>
- Araujo, J.D., 2014. O conceito de Coesão Territorial e a sua relevância para o Planeamento e Ordenamento do Território Os casos da Estónia e Portugal. Lisboa.
- Arranz-López, A., Soria-Lara, J.A., Witlox, F., Páez, A., 2019. Measuring relative non-motorized accessibility to retail activities. *Int. J. Sustain. Transp.* 13, 639–651. <https://doi.org/10.1080/15568318.2018.1498563>
- Aznar Bellver, J., Guijarro Martínez, F., Moreno Jiménez, J.M., 2007. Valoración agraria multicriterio en un entorno con escasa información. *Estud. Econ. Apl.* 25, 549–572.
- Barberis, G., Rodenas, M.C., 2002. Utilización del método ELECTRE IS de ayuda a la decisión multicriterio en la valoración y selección de alternativas de inversión. *Rev. Electrónica Comun. Trab. ASE-PUMA*.
- Bautista, A., 2018. Análisis de accesibilidad y conectividad de la red vial intermunicipal en el micro-sistema regional de la provincia Centro en Boyacá, Colombia. *Perspect. Geográfica* 23, 123–141. <https://doi.org/10.19053/01233769.8058>
- Bazin, S., Beckerich, C., 2013. Dessertes ferroviaires à grande vitesse et dynamiques locales : une analyse comparée de la littérature. *Transp. Dév. Territ.* 20.
- Bazin, S., Beckerich, C., Blanquart, C., Delaplace, M., Vandenbossche, L., 2011. Grande vitesse ferroviaire et développement économique local : une revue de la littérature. *Rech. Transp. Sécurité* 2010, 215–238.
- Bazin, S., Beckerich, C., Delaplace, M., 2009. Desserte TGV et Localisation des Entreprises Dans les Quartiers D'affaires : Nouvelle Accessibilité ou Nouvelle Offre de Bureaux ? *Cah. Sci. Transp.* 37–61.
- Bazin-Benoit, S., Beckerich, C., Delaplace, M., 2016. High-Speed Rail, Corporate Real Estate and Firm Location in the Central Business District: The Results from Two Surveys (2008; 2014) in Reims. *Open Transp. J.* 10, 7–21. <https://doi.org/10.2174/1874447801610010007>
- Bellet, C., 2016. Peripheral High-Speed Rail Stations in Spain. *Open Transp. J.* 10, 45–56. <https://doi.org/10.2174/1874447801610010045>

- Bellet, C., 2013. Transporte y desarrollo territorial. El estudio de los efectos asociados a la implantación de la alta velocidad ferroviaria a través del caso español. *Rev. Transp. Territ.* 117–137. <https://doi.org/10.34096/rtt.i8.296>
- Bellet, C., 2010. Infraestructuras de transporte y territorio. Los efectos estructurantes de la llegada del tren de alta velocidad en España. *Bol. Asoc. Geógrafos Esp.* 143–163.
- Bellet Sanfeliu, C., Jurado Rota, J., 2014. La localización de las estaciones de Alta Velocidad en España. *An. Geogr. Univ. Complut.* 34, 9–24. [https://doi.org/10.5209/rev\\_AGUC.2014.v34.n2.47066](https://doi.org/10.5209/rev_AGUC.2014.v34.n2.47066)
- Berg, L. van den, Pol, P., 1998. The European high-speed train-network and urban development: experiences in fourteen European urban regions. Ashgate, Aldershot, Hants, England ; Brookfield, Vt.
- Beria, P., Grimaldi, R., Albalade, D., Bel, G., 2018. Delusions of success: Costs and demand of high-speed rail in Italy and Spain. *Transp. Policy* 68, 63–79. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.03.011>
- Betancor, O., Llobet, G., 2015. Contabilidad Financiera y Social de la Alta Velocidad en España (Estudio).
- Bischoff, M., Kleis, C., Ville, J., 2018. La Actualidad Alemana [WWW Document]. Actual. Alem. URL [www.actualidad-de-alemania.de](http://www.actualidad-de-alemania.de) (accessed 1.22.22).
- Blum, U., Haynes, K.E., Karlsson, C., 1997. Introduction to the special issue The regional and urban effects of high-speed trains. *Ann. Reg. Sci.* 31, 1–20. <https://doi.org/10.1007/s001680050036>
- Bonnafoos, A., 1987. The regional impact of the TGV. *Transportation* 14, 127–137. <https://doi.org/10.1007/BF00837589>
- Cascetta, E., Carteni, A., Henke, I., Pagliara, F., 2020. Economic growth, transport accessibility and regional equity impacts of high-speed railways in Italy: ten years ex post evaluation and future perspectives. *Transp. Res. Part Policy Pract.* 139, 412–428. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.07.008>
- Cascetta, E., Papola, A., Pagliara, F., Marzano, V., 2011. Analysis of mobility impacts of the high speed Rome–Naples rail link using withinday dynamic mode service choice models. *J. Transp. Geogr.* 19, 635–643. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.07.001>
- Cebrián Abellán, F., 2007. Ciudades con límites y ciudades sin límites. Manifestaciones de la ciudad difusa en Castilla-La Mancha 21.
- CES, 2022. Portal del Consejo Económico y Social de España (CES) y de los Consejos Económicos y Sociales de las Comunidades Autónomas [WWW Document]. URL <https://www.ces.es/cesespa/index.htm> (accessed 1.3.22).
- Chang, J.S., Lee, J., 2008. Accessibility Analysis of Korean High speed Rail: A Case Study of the Seoul Metropolitan Area. *Transp. Rev.* 28, 87–103. <https://doi.org/10.1080/01441640701421495>
- Cheng, Y., Loo, B.P.Y., Vickerman, R., 2015. High-speed rail networks, economic integration and regional specialisation in China and Europe. *Travel Behav. Soc.* 2, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2014.07.002>
- Chesnais, M., 1980. Transports et espace français. Paris Mason Collect. *Géographie* 216–7.
- COCEDER, 2022. Portal de la Confederación de Centros de desarrollo Rural [WWW Document]. URL <https://www.coceder.org> (accessed 2.10.22).
- Comisión de las Comunidades Europeas, 1996. Libro blanco - Estrategia para la Revitalización de los Ferrocarriles Comunitarios.

- Comisión Europea, 2022. Transporte seguro, sostenible y conectado [WWW Document]. URL [https://european-union.europa.eu/priorities-and-actions/actions-topic/transport\\_es](https://european-union.europa.eu/priorities-and-actions/actions-topic/transport_es) (accessed 3.26.22).
- Comisión Europea, 2012. Libro Verde - Reestructuración y previsión del cambio: ¿qué lecciones sacar de la experiencia reciente?
- Comisión Europea, 2011. Libro Blanco - Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte: por una política de transportes competitiva y sostenible.
- Comité de Desarrollo Territorial, 1999. Estrategia Territorial Europea. Comisión Europea, Postdam.
- Commission of the European Communities, 1985. Completing the Internal Market.
- Comunidad Económica Europea, 1985. Acuerdo de Schengen.
- Condeço-Melhorado, A., Gutiérrez Puebla, J., García Palomares, J.C., 2013. Influence of distance decay on the measurement of spillover effects of transport infrastructure: a sensitivity analysis. *GeoFocus* 13, 22–47.
- Consejo de la Unión Europea, 1997. Directiva 97/11/CE del Consejo, de 3 de marzo de 1997, por la que se modifica la Directiva 85/337/CEE relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Consejo de las Comunidades Europeas, 1985. Directiva 85/337/CEE del Consejo, de 27 de junio de 1985, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Cornet, Y., Barradale, M.J., Gudmundsson, H., Barfod, M.B., 2018. Engaging Multiple Actors in Large-Scale Transport Infrastructure Project Appraisal: An Application of MAMCA to the Case of HS2 High-Speed Rail. *J. Adv. Transp.* 2018, 1–22. <https://doi.org/10.1155/2018/9267306>
- de Rus, G., 2009. La medición de la rentabilidad social de las infraestructuras de transporte. *Investig. Reg.* 14, 187–210.
- de Rus, G., Barrón, I., Campos, J., Gagnepain, P., Nash, C., Ulied, A., Vickerman, R., 2012. Economic Analysis of High Speed Rail in Europe. Fundación BBVA, Bilbao.
- de Rus Mendoza, G., Nash, C., 2009. ¿En qué circunstancias está justificado invertir en líneas de alta velocidad ferroviaria? Fundación BBVA.
- Delaplace, M., Dobruszkes, F., 2015. From low-cost airlines to low-cost high-speed rail? The French case. *Transp. Policy* 38, 73–85. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.12.006>
- Department of Transport, Road Research Laboratory, 1978. Road Research: the Annual Report of the TRRL 1978. H.M. Stationery Office.
- Díaz Márquez, S.E.D., de Urueña Francés, J.M., 2010. El estudio del papel territorial de los intercambiadores de transporte: revisión y propuesta metodológica 54, 29–56.
- Díaz Muñoz, M.Á., Cantergiani, C.C., Salado García, M.J., Rojas Quezada, C., Gutiérrez Martínez, S., 2007. Propuesta de un sistema de indicadores de sostenibilidad para la movilidad y el transporte urbanos. Aplicación mediante SIG a la ciudad de Alcalá de Henares. *Cuad. Geogr.* 20.
- Equipo Urbano, 1972. Simulación de una red de transportes: el caso de los ferrocarriles españoles. *Rev. Geogr.* 6.

Escolano, S., 2017. Territory and High-Speed Rail. A Conceptual Framework, in: *Territorial Implications of High Speed Rail : A Spanish Perspective*. Taylor & Francis Ltd, London, p. 312.

Esteban Martín, V., 1998. La Alta Velocidad ferroviaria en la Unión Europea. Su impacto urbano en Francia y España. *Geographicalia* 19. [https://doi.org/10.26754/ojs\\_geoph/geoph.1998361677](https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.1998361677)

Etienne Auphan, 2006. Reflexions sur la pertinence du concept d'intermodalite dans le transport de personnes. *Transp. Serv. Telecomunicaciones* 10, 208–217.

European Union, European Comission, Directorate-General for Mobility and Transport, European Union, Eurostat, 2021. *EU transport in figures*. Publication Office of the European Union, Luxembourg.

Facchinetti-Mannone, V., 2011. Quels effets territoriaux pour les nouvelles gares de la LGV Rhin-Rhône? *Images Franche-Comté* 43, 16–19.

Facchinetti-Mannone, V., 2002. Dynamiques de l'accessibilité ferroviaire des villes desservies par le TGV Méditerranée et intégration territoriale des nouvelles gares TGV. *Méditerranée* 98, 27–34. <https://doi.org/10.3406/medit.2002.3239>

Facchinetti-Mannone, V., Bavoux, J.-J., 2010. L'implantation des gares TGV en France : tensions interscalaires, jeux d'acteurs et recompositions spatiales. *Belgeo* 9–22. <https://doi.org/10.4000/belgeo.6638>

Farooq, A., Xie, M., Stoilova, S., Ahmad, F., 2019. Multicriteria Evaluation of Transport Plan for High-Speed Rail: An Application to Beijing-Xiongan. *Math. Probl. Eng.* 2019, 1–23. <https://doi.org/10.1155/2019/8319432>

Farrington, J., Farrington, C., 2005. Rural accessibility, social inclusion and social justice: towards conceptualisation. *J. Transp. Geogr.* 13, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2004.10.002>

Federal Ministry of Transport, 2003. *Federal Transport Infrastructure Plan 2003*.

Fernández Tabales, A., Pedregal Mateos, B., Rodríguez Mateos, J.C., Pita López, M.F., Zoido Naranjo, F., 2009. El Concepto de Cohesión Territorial. *Escalas de Aplicación, Sistemas de Medición y Políticas Derivadas*. *Bol. Asoc. Geógrafos Esp.* 157–172.

Fröidh, O., 2005. Market effects of regional high-speed trains on the Svealand line. *J. Transp. Geogr.* 13, 352–361. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2004.12.006>

Fundación de los Ferrocarriles Españoles, 2019. *Observatorio del Ferrocarril en España*. Madrid.

Garber, N.J., Hoel, L.A., 2005. *Ingeniería de tránsito y de carreteras*, 3rd ed. Internacional Thomson, Mexico.

Garmendia Antin, M., Ureña Francés, J.M., Coronado Tordesillas, J.M., 2011. Cambios en la estructura territorial debidos a nuevas conexiones de alta velocidad en territorios aislados: la provincia de Ciudad Real en España. *EURE Santiago* 37, 89–115. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612011000100004>

Garmendia, M., Ribalaygua, C., Ureña, J.M., 2012a. High speed rail: implication for cities. *Cities* 29, S26–S31. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2012.06.005>

Garmendia, M., Romero, V., Ureña, J.M. de, Coronado, J.M., Vickerman, R., 2012b. High-Speed Rail Opportunities around Metropolitan Regions: Madrid and London. *J. Infrastruct. Syst.* 18, 305–313. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IS.1943-555X.0000104](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000104)

- Garmendia, M., Ureña, J.M., aría, Ribalaygua, C., Leal, J., Coronado, J.M., 2008. Urban Residential Development in Isolated Small Cities That Are Partially Integrated in Metropolitan Areas By High Speed Train. *Eur. Urban Reg. Stud.* 15, 249–264. <https://doi.org/10.1177/0969776408090415>
- Garmendia, M., Ureña, J.M., Coronado, J.M., 2011. Long-distance trips in a sparsely populated region: The impact of high-speed infrastructures. *J. Transp. Geogr.* 19, 537–551. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.06.002>
- Geurs, K., Ritsema van Eck, J., 2001. Accessibility measures: review and applications. National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven.
- Geurs, K.T., Krizek, K.J., Reggiani, A. (Eds.), 2012. Accessibility analysis and transport planning: challenges for Europe and North America, NECTAR series on transportation and communications networks research. Edward Elgar, Cheltenham ; Northampton, MA.
- Geurs, K.T., van Wee, B., 2004. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *J. Transp. Geogr.* 12, 127–140. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005>
- Gieseke, J., 2020. Informe sobre la revisión de las directrices relativas a la red transeuropea de transporte. Parlamento Europeo.
- Givoni, M., 2006. Development and Impact of the Modern High-speed Train: A Review. *Transp. Rev.* 26, 593–611. <https://doi.org/10.1080/01441640600589319>
- Gómez Giménez, J.M., Vieira de Sá Marques, T., Hernández Aja, A., 2020. Procesos urbanos funcionales en Iberia: una aproximación a la integración del territorio urbano más allá de la metropolización. *Cuad. Geográficos* 59, 93–128. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9542>
- Gómez Montoya, R.A., Zuluaga Mazo, A., Vásquez Noreña, G.L., 2015. Método AHP utilizado para mejorar la recepción en el centro de distribución de una empresa de alimentos. *Ing. USBMed* 6, 5–14. <https://doi.org/10.21500/20275846.1726>
- Gourvish, T., 2010. *The High Speed Rail Revolution: History and Prospects* - Terry Gourvish.
- Gutiérrez, J., 2001. Location, economic potential and daily accessibility: an analysis of the accessibility impact of the high-speed line Madrid-Barcelona-French border. *J. Transp. Geogr.* 9, 229–242. [https://doi.org/10.1016/S0966-6923\(01\)00017-5](https://doi.org/10.1016/S0966-6923(01)00017-5)
- Gutiérrez, J., 1998. Redes, espacio y tiempo. *An. Geogr. Univ. Complut.* 18, 65–86.
- Gutiérrez, J., Condeço-Melhorado, A., López, E., Monzón, A., 2011. Evaluating the European added value of TEN-T projects: a methodological proposal based on spatial spillovers, accessibility and GIS. *J. Transp. Geogr.* 19, 840–850. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.10.011>
- Gutiérrez, J., Condeço-Melhorado, A., Martín, J.C., 2010. Using accessibility indicators and GIS to assess spatial spillovers of transport infrastructure investment. *J. Transp. Geogr.* 18, 141–152. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2008.12.003>
- Gutiérrez, J., González, R., Gómez, G., 1996. The European high-speed train network: Predicted effects on accessibility patterns. *J. Transp. Geogr.* 4, 227–238. [https://doi.org/10.1016/S0966-6923\(96\)00033-6](https://doi.org/10.1016/S0966-6923(96)00033-6)
- Gutiérrez, J., Monzón, A., Piñero, J.M., 1998. Accessibility, Network Efficiency, and Transport Infrastructure Planning. *Environ. Plan. Econ. Space* 30, 1337–1350. <https://doi.org/10.1068/a301337>
- Gutiérrez Puebla, J., 2005. El tren de alta velocidad y sus efectos espaciales. *J. Reg. Res.* 5, 199–221.

- Gutiérrez Puebla, J., 1991. Indicadores de accesibilidad en transporte público en el medio rural: Una propuesta metodológica. *Estud. Geográficos* 52.
- Gutiérrez Puebla, J., Monzón de Cáceres, A., 1993. La accesibilidad a los centros de actividad económica antes y después del Plan Director de Infraestructuras. *CyTET* 97, 385–396.
- Haggett, P., 1975. *Geography: a modern synthesis*, 2d ed. ed, Harper & Row series in geography. Harper & Row, New York.
- Halden, D., 2017. Accessibility Analysis Concepts and their Application to Transport Policy, Programme and Project Evaluation, in: Pearman, A., Mackie, P., Nellthorp, J. (Eds.), *Transport Projects, Programmes and Policies*. Routledge, pp. 227–242.
- Halden, D., 2002. Using accessibility measures to integrate land use and transport policy in Edinburgh and the Lothians. *Transp. Policy* 9, 313–324. [https://doi.org/10.1016/S0967-070X\(02\)00017-3](https://doi.org/10.1016/S0967-070X(02)00017-3)
- Hall, M., 2005. *Tourism: Rethinking the Social Science of Mobility*. Pearson, New Zealand.
- Hansen, W.G., 1959. How Accessibility Shapes Land Use. *J. Am. Inst. Plann.* 25, 73–76. <https://doi.org/10.1080/01944365908978307>
- Hansz, M., Hernández, D., Rubinstein, E., 2018. ¿Qué implica la accesibilidad en el diseño e implementación de políticas públicas urbanas? Concepto, instrumentos para su evaluación y su rol en la planificación de la movilidad urbana (Nota Técnica). Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0001469>
- Haynes, K.E., 1997. Labor markets and regional transportation improvements: the case of high-speed trains. *Ann. Reg. Sci.* 31, 57–76. <https://doi.org/10.1007/s001680050039>
- Heuermann, D.F., Schmieder, J.F., 2014. Warping Space: High-Speed Rail and Returns to Scale in Local Labor Markets, in: *Beiträge Zur Jahrestagung Des Vereins Für Socialpolitik 2014: Evidenzbasierte Wirtschaftspolitik - Session: Local Labour Markets*. ZBW - Deutsche Zentralbibliothek für Wirtschaftswissenschaften, Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft, Kiel und Hamburg.
- Ingram, D.R., 1971. The concept of accessibility: A search for an operational form. *Reg. Stud.* 5, 101–107. <https://doi.org/10.1080/09595237100185131>
- Instituto Nacional de Estadística, 2021. Portal del Instituto Nacional de Estadística [WWW Document]. URL [ine.es](http://ine.es) (accessed 3.14.22).
- Izquierdo de Bartolomé, R., 1988. La Política Común de Infraestructuras de Transporte. *Cuad. Estrateg.* 7, 23.
- Izquierdo, M., Häkkinen, K., Ibañez, J., Garrues, M., Antón, A., Zúñiga, A., Larrión, J.L., Gorostiaga, E.M., 2001. Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. *J. Appl. Physiol.* 90, 1497–1507. <https://doi.org/10.1152/jappl.2001.90.4.1497>
- Jankowski, P., Robischon, S., Tuthill, D., Nyerges, T., Ramsey, K., 2006. Design Considerations and Evaluation of a Collaborative, Spatio-Temporal Decision Support System. *Trans. GIS* 10, 335–354. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9671.2006.01001.x>
- Jiao, J., Wang, J., Jin, F., Dunford, M., 2014. Impacts on accessibility of China's present and future HSR network. *J. Transp. Geogr.* 40, 123–132. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.07.004>
- Karst, T., van Eck, J.R.R., 2003. Evaluation of Accessibility Impacts of Land-Use Scenarios: The Implications of Job Competition, Land-Use, and Infrastructure Developments for the Netherlands. *Environ. Plan. B Plan. Des.* 30, 69–87. <https://doi.org/10.1068/b12940>

- Keeble, D., Offord, J., Walker, S., 1988. *Peripheral regions in a community of twelve member states*. Office for Official Publications of the European Communities ; European Community Information Service [distributor], Luxembourg : Washington DC.
- Klein, O., Claisse, G., Pochet, P., 1997. *Le TGV-Atlantique: entre récession et concurrence*. Lyon.
- Knowles, R.D., 2006. Transport shaping space: differential collapse in time-space. *J. Transp. Geogr.* 14, 407–425. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2006.07.001>
- Laurino, A., Beria, P., Debernardi, A., Ferrara, E., 2019. Accessibility to Italian remote regions: Comparison among different transport alternatives. *Transp. Policy* 83, 127–138. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.12.009>
- Linneker, B.J., Spence, N.A., 1992. Accessibility Measures Compared in an Analysis of the Impact of the M25 London Orbital Motorway on Britain. *Environ. Plan. Econ. Space* 24, 1137–1154. <https://doi.org/10.1068/a241137>
- López Suárez, E., 2007. Assessment of transport infrastructure plans: a strategic approach integrating efficiency, cohesion and environmental aspects. UPM, Madrid.
- López Suárez, E., Ortega Pérez, E., Condeço-Melhorado, A.M., 2009. Análisis de Impactos Territoriales del Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte 2005-2020: Cohesión Regional y Efectos Desbordamiento. *Asp. Territ. Desarro.* 159–172.
- López-Escolano, C., Pueyo Campos, Á., 2019. Medidas básicas de accesibilidad territorial. Enfoques, evolución y utilidades. *Bitácora Urbano Territ.* 29, 49–57. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v29n3.68085>
- Loyola Gómez, C., Albornoz del Valle, E., 2009. Flujo, movilidad y niveles de accesibilidad en el centro de Chillán, año 2007: Propuesta de mejoramiento mediante SIG. *Rev. URBANO* 18, 17–27.
- M2 IADL, 2014. *Le passage de la LGV Tours-Bordeaux au sein du territoire du pays Ruffécois : effets et stratégies d'acteurs*. Université Paris-Diderot, Paris.
- Marglin, E., 1967. *Criterios de Inversión Pública (1967)*, Allen y Unwin.
- Marti-Henneberg, J., 2015. Attracting travellers to the high-speed train: a methodology for comparing potential demand between stations. *J. Transp. Geogr.* 42, 145–156. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.11.003>
- Martínez, H., Ureña, J.M., Coronado, J.M., Garmendia, M., Romero, V., Solis, E., 2010. Regional High-Speed Rail services, typology, demand and coordination with air transport. Presented at the European Regional Science Association, Jönköping, Sweden, p. 20.
- Martínez Sánchez-Mateos, H.S., Givoni, M., 2012. The accessibility impact of a new High-Speed Rail line in the UK – a preliminary analysis of winners and losers. *J. Transp. Geogr.* 25, 105–114. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.09.004>
- Matas, A., Raymond, J.L., Roig, J.L., 2020. Evaluating the impacts of HSR stations on the creation of firms. *Transp. Policy* 99, 396–404. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.09.010>
- Menéndez Martínez, J.M., Coronado Tordesillas, J.M., Rivas Álvarez, A., 2002. Incidencias socioeconómicas y territoriales derivadas de la construcción y explotación de la línea ferroviaria de alta velocidad en ciudades de pequeño tamaño, El caso de Ciudad Real y de Puertollano. *Estud. Constr. Transp.* 94, 29–54.

- Miller, E.J., 2018. Accessibility: measurement and application in transportation planning. *Transp. Rev.* 38, 551–555. <https://doi.org/10.1080/01441647.2018.1492778>
- Miralles-Guasch, C., Cebollada, Á., 2009. Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la Geografía Humana. *Bol. Asoc. Esp. Geogr.* 193–216.
- Miramontes Carballada, Á., Vieira de Sá Marques, T.M., 2016. Las áreas urbanas en la Península Ibérica. Un ejercicio de delimitación. *Papeles Geogr.* 47. <https://doi.org/10.6018/geografia/2016/247681>
- MITMA, 2021. Observatorio del ferrocarril en España [WWW Document]. URL <https://www.mitma.gob.es/ferrocarriles/observatorios/observatorio-del-ferrocarril-en-espana> (accessed 3.10.22).
- MITMA, 2011. Manual para la evaluación de inversiones en ferrocarril 2011.
- Mohino, I., Delaplace, M., de Ureña, J.M., 2019. The influence of metropolitan integration and type of HSR connections on developments around stations. The case of cities within one hour from Madrid and Paris. *Int. Plan. Stud.* 24, 156–179. <https://doi.org/10.1080/13563475.2018.1524289>
- Monzon, A., Lopez, E., Ortega, E., 2019. Has HSR improved territorial cohesion in Spain? An accessibility analysis of the first 25 years: 1990–2015. *Eur. Plan. Stud.* 27, 513–532. <https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1562656>
- Monzón Cáceres, A., Gutiérrez Puebla, J., López Suárez, E., Madrigal Díez, E., Gómez Cerdá, G., 2005. Infraestructuras de transporte terrestre y su influencia en los niveles de accesibilidad de la España peninsular. *Estud. Constr. Transp.* 97–112.
- Monzón de Cáceres, A., 2015. Los indicadores de accesibilidad: la cuantificación de impactos de las redes de transporte. *Rev. Obras Públicas* 162, 41–48.
- Monzón de Cáceres, A., 1988. Los indicadores de accesibilidad y la planificación del transporte: concepto y clasificación. UPM.
- Morris, J.M., Dumble, P.L., Wigan, M.R., 1979. Accessibility indicators for transport planning. *Transp. Res. Part Gen.* 13, 91–109. [https://doi.org/10.1016/0191-2607\(79\)90012-8](https://doi.org/10.1016/0191-2607(79)90012-8)
- Moyano, A., Dobruszkes, F., 2017. Mind the services! High-speed rail cities bypassed by high-speed trains. *Case Stud. Transp. Policy* 5, 537–548. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2017.07.005>
- Moyano, A., Martínez, H.S., Coronado, J.M., 2018. From network to services: A comparative accessibility analysis of the Spanish high-speed rail system. *Transp. Policy* 63, 51–60. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.11.007>
- Muñoz Martínez, C., 2018. El modelo político territorial como factor explicativo del desarrollo acelerado de la alta velocidad en España: revisión y propuesta metodológica. *Bol. Asoc. Geógrafos Esp.* 111–147. <https://doi.org/10.21138/bage.2536>
- Murayama, Y., 1994. The impact of railways on accessibility in the Japanese urban system. *J. Transp. Geogr.* 2, 87–100. [https://doi.org/10.1016/0966-6923\(94\)90015-9](https://doi.org/10.1016/0966-6923(94)90015-9)
- Nantes, E.A., 2019. El método Analytic Hierarchy Process para la toma de decisiones. Repaso de la metodología y aplicaciones. *Investig. Oper.* 54–73.
- Naranjo Gómez, J.M., 2016. Cohesión social en la España peninsular tras la implantación de la alta velocidad ferroviaria. Fundación de los Ferrocarriles Españoles, Madrid.

- Naranjo-Gómez, J.M., Alexandre Castanho, R., Cabezas-Fernández, J., Carlos Loures, L., 2019. Evaluación de las Áreas de Servicio de la Alta Velocidad Ferroviaria en la España Peninsular desde un Enfoque SIG Multi-método. *Rev. Estud. Andal.* 184–208. <https://doi.org/10.12795/rea.2019.i37.09>
- Ng, A.K.Y., Jiang, C., Li, X., O'Connor, K., Lee, P.T.-W., 2018. A conceptual overview on government initiatives and the transformation of transport and regional systems. *J. Transp. Geogr.* 71, 199–203. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.04.024>
- Nielsen, J.R., Degnbol, P., Viswanathan, K.K., Ahmed, M., Hara, M., Abdullah, N.M.R., 2004. Fisheries co-management—an institutional innovation? Lessons from South East Asia and Southern Africa. *Mar. Policy* 28, 151–160. [https://doi.org/10.1016/S0308-597X\(03\)00083-6](https://doi.org/10.1016/S0308-597X(03)00083-6)
- Noguera Tur, J., Ferrandis Martínez, A., 2014. Accesibilidad y Provisión de Servicios de Interés General en las Áreas Rurales de la Unión Europea: Un Análisis a Partir del Eurobarómetro. *Bol. Asoc. Geógrafos Esp.* 377–404.
- Parlamento Europeo, 2007. Reglamento (CE) no 1370/2007 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativo a los servicios públicos de transporte de viajeros por ferrocarril y por carretera y por el que se derogan los Reglamentos (CEE) no 1191/69 y 1107/70 del Consejo.
- Parlamento Europeo, 2001. Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- Parlamento Europeo, 1957. Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea (CEE).
- Parras, M.A., 2014. Propuesta de Indicadores para la Planificación del Transporte Público en la Ciudad de Resistencia (Chaco, Argentina) Basada en Sistemas de Información Geográfica. *Geogr. Sist. Inf. Geográfica* 29–46.
- Pereira, A.M., Roca-Sagalés, O., 2003. Spillover effects of public capital formation: evidence from the Spanish regions. *J. Urban Econ.* 53, 238–256. [https://doi.org/10.1016/S0094-1190\(02\)00517-X](https://doi.org/10.1016/S0094-1190(02)00517-X)
- Pillet Capdepon, F., 1981. Geografía urbana de Ciudad Real. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- Pirie, G.H., 1979. Measuring Accessibility: A Review and Proposal. *Environ. Plan. Econ. Space* 11, 299–312. <https://doi.org/10.1068/a110299>
- Plassard, F., 1991. Le train à grande vitesse et le réseau des villes. *Transports* 14–23.
- Potrykowski, M., Taylor, Z., 1984. Geografía del transporte. Ariel Geografía.
- Preston, J., Rajé, F., 2007. Accessibility, mobility and transport-related social exclusion. *J. Transp. Geogr.* 15, 151–160. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2006.05.002>
- Puebla, J.G., 2004. El tren de alta velocidad y sus efectos espaciales. *Investig. Reg.* 5, 199–221.
- Ramírez Velázquez, B.R., 2009. Alcances y dimensiones de la movilidad: aclarando conceptos. *Ciudades* 21, 3–8.
- Ramos Melero, R., Sanz Magallón-Rezusta, G., 2012. Alta velocidad ¿Oportunidad o amenaza para las ciudades pequeñas? *Rev. Alta Velocidad* 45–52.
- Ravagnan, C., Cerasoli, M., Monardo, B., Valorani, C., 2021. Accesibilidad y territorio histórico en Italia: estrategias resilientes para la revitalización, entre ferrocarriles secundarios y redes paisajísticas. *ACE Archit. City Environ.* 16. <https://doi.org/10.5821/ace.16.46.9890>

- Renfe, 2011. Sostenibilidad, Ventaja Competitiva de Renfe Operadora.
- Réseau ferré de France, 2010. Effets Territoriaux de la Grande Vitesse Ferroviaire. Setec Organisation.
- Ribalaygua Batalla, C., 2017. La nueva llegada del ferrocarril a la periferia urbana: ¿una amenaza o una oportunidad para la consolidación de un modelo de ciudad? *Ciudades* 81–104. <https://doi.org/10.24197/ciudades.11.2008.81-104>
- Rodrigue, J.-P., Comtois, C., Slack, B., 2016. *The Geography of Transport Systems*, 4th ed. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315618159>
- Rodríguez Barrigón, J.M., 2022. Las redes transeuropeas de transportes: Actualización del transporte ferroviario en la Unión como reto globalizador. *Anu. Fac. Derecho Univ. Extremad.* 195–238. <https://doi.org/10.17398/2695-7728.37.195>
- Rodríguez Domenech, M. de los Á., 2016. Vulnerabilidad demográfica en las regiones europeas NUTS-2. El caso de Castilla-La Mancha. *Papeles Poblac.* 22, 165–200.
- Rodríguez Domenech, M. de los Á., 2006. La evolución demográfica reciente de la provincia de Ciudad Real (1991-2005). *Cuad. Estud. Manchegos* 57–74.
- Rodríguez Domenech, M.A., 2012. Nueva realidad urbana y Territorial de Ciudad Real (1980-2010), Instituto de Estudios Manchegos. ed.
- Rokicki, B., Stępiak, M., 2018. Major transport infrastructure investment and regional economic development – An accessibility-based approach. *J. Transp. Geogr.* 72, 36–49. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.08.010>
- Román, C., Espino, R., Martín, J.C., 2010. Analyzing Competition between the High Speed Train and Alternative Modes. The Case of the Madrid-Zaragoza-Barcelona Corridor. *J. Choice Model.* 3, 84–108. [https://doi.org/10.1016/S1755-5345\(13\)70030-7](https://doi.org/10.1016/S1755-5345(13)70030-7)
- Román García, C., 2008. Competencia intermodal en el corredor Madrid- Zaragoza-Barcelona ante la introducción del tren de alta velocidad. *FEDEA* 38.
- Rosswen, 2021. Estadísticas de transporte de viajeros [WWW Document]. Eurostat Stat. Explain. URL [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Passenger\\_transport\\_statistics/es&oldid=511144#Pasajeros\\_mar.C3.ADtimos](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Passenger_transport_statistics/es&oldid=511144#Pasajeros_mar.C3.ADtimos) (accessed 1.20.22).
- Rothengatter, W., 2000. Evaluation of infrastructure investments in Germany. *Transp. Policy* 9.
- Ruíz González, F., 2011. Áreas Urbanas de España [WWW Document]. URL <http://alarcos.esi.uclm.es/per/fruiz/audes/> (accessed 1.16.22).
- Saaty, R.W., 1987. The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. *Math. Model.* 9, 161–176. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8)
- Saaty, T.L., 2013. The Modern Science of Multicriteria Decision Making and Its Practical Applications: The AHP/ANP Approach. *Oper. Res.* 61, 1101–1118. <https://doi.org/10.1287/opre.2013.1197>
- Saaty, T.L., 1994. How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *Interfaces* 24, 19–43. <https://doi.org/10.1287/inte.24.6.19>
- Saaty, T.L., 1980. *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation*. McGraw-Hill International Book Co, New York ; London.

- Scheurer, J., Curtis, C., McLeod, S., 2017. Spatial accessibility of public transport in Australian cities: Does it relieve or entrench social and economic inequality? *J. Transp. Land Use* 10. <https://doi.org/10.5198/jtlu.2017.1097>
- Sevillano, E.G., 2016. Una de cada cuatro estaciones de AVE tiene menos de 100 pasajeros al día. *El País*.
- Soto, M., 2018. Evolución del transporte público en áreas rurales. Albacete accede a la red de alta velocidad. *Vía Libre Téc. E Investig. Ferrov.* 18.
- Subero Munilla, J.M., 2009. Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija. Ensayo de indicadores de oferta. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.
- Taizé, 2022. Viajar a Taizé [WWW Document]. URL [https://www.taize.fr/es\\_rubrique376.html](https://www.taize.fr/es_rubrique376.html) (accessed 4.14.22).
- Tapiador, F.J., Burckhart, K., Martí-Henneberg, J., 2009. Characterizing European high speed train stations using intermodal time and entropy metrics. *Transp. Res. Part Policy Pract.* 43, 197–208. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2008.10.001>
- Tarski, A., 1995. Introduction to logic and to the methodology of deductive sciences. Dover Publications, New York.
- Tiwari, G., Jain, D., 2012. Accessibility and safety indicators for all road users: case study Delhi BRT. *J. Transp. Geogr.* 22, 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.11.020>
- Tribunal de Cuentas Europeo, 2020. Movilidad urbana sostenible en la UE: No es posible una mejora sustancial sin el compromiso de los Estados miembros.
- Troin, J.-F., 2010. Désirs de gares TGV : du projet des édiles locaux au “désaménagement” du territoire. *Belgeo* 23–34. <https://doi.org/10.4000/belgeo.6647>
- Troin, J.-F., 1997. Les gares T.G.V. et le territoire : débat et enjeux. *Ann. Géographie* 106, 34–50. <https://doi.org/10.3406/geo.1997.20764>
- UIC, 2022. International union of railways [WWW Document]. URL <https://uic.org/> (accessed 4.3.22).
- UITP, 2009. Organización Internacional de transporte público [WWW Document]. URL <https://www.uicg.org/> (accessed 8.9.21).
- Unión Europea, 2021. Datos y cifras sobre la vida en la Unión Europea [WWW Document]. Unión Eur. URL [https://european-union.europa.eu/principles-countries-history/key-facts-and-figures/life-eu\\_es](https://european-union.europa.eu/principles-countries-history/key-facts-and-figures/life-eu_es) (accessed 1.20.22).
- Unión Europea, 1992. Tratado de la Unión Europea.
- Ureña Francés, J.M. de, 2016. Territorial implications of high-speed rail: a Spanish perspective, *Transport and mobility series*. Routledge, London.
- Ureña, J.M., Menéndez, J.M., Guirao, B., Escobedo, F., Rodríguez, Fco.J., Coronado, J.M., Ribalaya, C., Rivas, A., Martínez, Á., 2005. Alta velocidad ferroviaria e integración metropolitana en España: el caso de Ciudad Real y Puertollano. *EURE Santiago* 31. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612005009200005>

- Ureña, J.M., Menerault, P., Garmendia, M., 2009. The high-speed rail challenge for big intermediate cities: A national, regional and local perspective. *Cities* 26, 266–279. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2009.07.001>
- Urueña Francés, J.M., Ribalaygua Batalla, C., Coronado Tordesillas, J.M., Escobedo Cardeñoso, F., Garmendia Antin, M., 2006. Situaciones y retos territoriales de la Alta Velocidad Ferroviaria en España. *Ciudad Territ. Estud. Territ.* 397–424.
- van Wee, B., Hagoort, M., Annema, J.A., 2001. Accessibility measures with competition. *J. Transp. Geogr.* 9, 199–208. [https://doi.org/10.1016/S0966-6923\(01\)00010-2](https://doi.org/10.1016/S0966-6923(01)00010-2)
- Vassallo-Magro, J.M., Baeza-Muñoz, M.Á., 2011. Las redes transeuropeas de transporte, RTE-T. *Int. Law Rev. Colomb. Derecho Int.* 39–74.
- Vázquez Varela, C., Martínez Navarro, J.M., 2015. L’implantation des gares de grande vitesse ferroviaire à l’écart des villes moyennes : un enjeu pour l’aménagement local. Une analyse de deux études de cas en Espagne. *Rev. Géographique Est* 55. <https://doi.org/10.4000/rge.5551>
- Vickerman, R., 2018. Can high-speed rail have a transformative effect on the economy? *Transp. Policy* 62, 31–37. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.03.008>
- Vickerman, R., 2015. High-speed rail and regional development: the case of intermediate stations. *J. Transp. Geogr.* 42, 157–165. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.06.008>
- Vickerman, R., Spiekermann, K., Wegener, M., 1999. Accessibility and Economic Development in Europe. *Reg. Stud.* 33, 1–15. <https://doi.org/10.1080/00343409950118878>
- Vickerman, R.W., 1995. The regional impacts of Trans-European networks. *Ann. Reg. Sci.* 29, 237–254. <https://doi.org/10.1007/BF01581809>
- Vitoriano, B., 2007. Decisión con Incertidumbre, Decisión Multicriterio y Teoría de Juegos.
- Von Neumann, J., Morgenstern, O., 1947. *Theory of games and economic behavior*, 2nd ed, *Theory of games and economic behavior*, 2nd rev. ed. Princeton University Press, Princeton, NJ, US.
- Wang, J.J., Rong, C., Xu, J., Or, S.W.O., 2012. The funding of hierarchical railway development in China. *Res. Transp. Econ.* 35, 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2011.11.004>
- Wang, L., 2018. High-speed rail services development and regional accessibility restructuring in megaregions: A case of the Yangtze River Delta, China. *Transp. Policy* 72, 34–44. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.09.015>
- Williams, G., Pagliari, R., 2004. A comparative analysis of the application and use of public service obligations in air transport within the EU. *Transp. Policy* 11, 55–66. [https://doi.org/10.1016/S0967-070X\(03\)00040-4](https://doi.org/10.1016/S0967-070X(03)00040-4)
- Wong, C., Webb, B., 2014. Planning for infrastructure: challenges to northern England. *Town Plan. Rev.* 85, 683–708. <https://doi.org/10.3828/tpr.2014.42>
- Zadeh, L.A., Desoer, C.A., 1963. *Linear system theory: the state space approach*. McGraw - Hill, New York.
- Zárate Martín, A., 1998. Forma urbana en Castilla-La Mancha. *Espac. Tiempo Forma Ser. VI Geogr.* <https://doi.org/10.5944/etfvi.11.1998.2565>
- Zelany, M., 1974. A concept of compromise solutions and the method of the displaced ideal. *Comput. Oper. Res.* 1, 479–496. [https://doi.org/10.1016/0305-0548\(74\)90064-1](https://doi.org/10.1016/0305-0548(74)90064-1)

Zhu, Z., Zhang, A., Zhang, Y., 2018. Connectivity of intercity passenger transportation in China: A multi-modal and network approach. *J. Transp. Geogr.* 71, 263–276. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.05.009>