

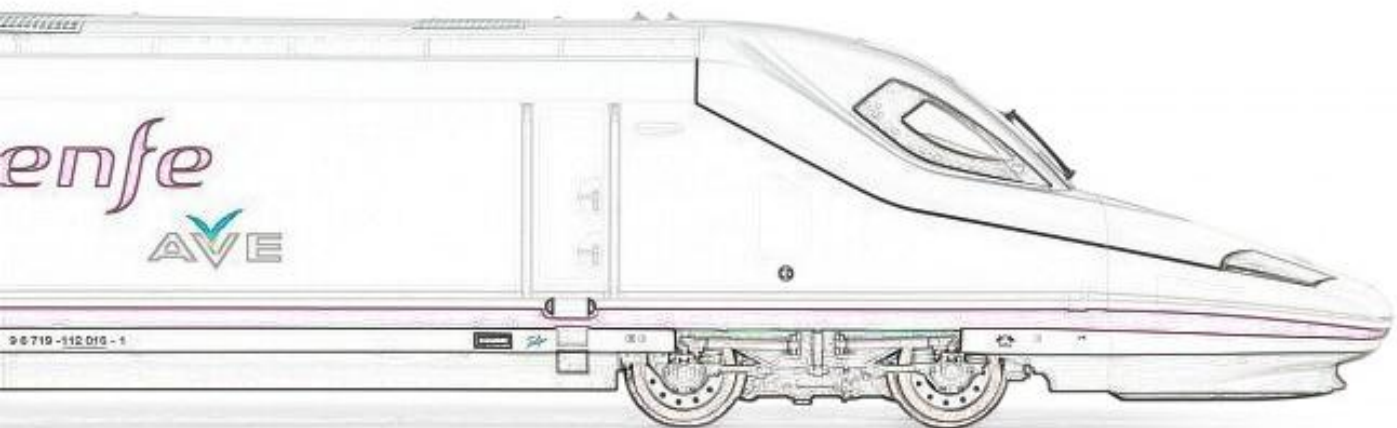
**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

# **EVOLUCIÓN EN LOS NIVELES DE ACCESIBILIDAD CON EL DESARROLLO DE LA ALTA VELOCIDAD FERROVIARIA EN ESPAÑA**

COMPARATIVA ENTRE ESPAÑA Y FRANCIA EN 2012

**Máster en Tecnologías de la Información Geográfica  
2012 - 2013**

*Autor: José Sánchez Rodríguez  
Tutor: Luis Miguel Tanarro García*



**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**



# EVOLUCIÓN EN LOS NIVELES DE ACCESIBILIDAD CON EL DESARROLLO DE LA ALTA VELOCIDAD FERROVIARIA EN ESPAÑA.

COMPARATIVA ENTRE ESPAÑA Y FRANCIA EN 2012

## Resumen

En este trabajo se presenta un estudio sobre las condiciones de accesibilidad en el territorio peninsular de España y en la Francia continental. Para medir el nivel de accesibilidad se utilizan varios indicadores que reflejan matices económicos, turísticos y de localización. Esta aproximación se implementa sobre una red intermodal que representa y conecta el tráfico por carretera, ferrocarril convencional y a través de la alta velocidad ferroviaria.

Para el caso de España se hace un estudio pormenorizado sobre la evolución en los niveles de accesibilidad antes y después del vigente Plan Director de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (2012-2024), contemplándose solamente las actuaciones programadas en la red de alta velocidad ferroviaria.

Desde un punto de vista metodológico se utiliza un Sistema de Información Geográfica (SIG), que disponen de herramientas para resolver problemas de enrutamiento y análisis de redes, con el propósito de analizar y comparar los indicadores de accesibilidad en dos fechas (2005 y 2012), realizándose además una proyección al año 2024. Asimismo, se realiza la comparación con el modelo francés para el año 2012.

Los resultados alcanzados ponen de manifiesto la mejoría en los niveles de accesibilidad con el desarrollo de la alta velocidad ferroviaria, aunque estos efectos se producen de manera desigual en las diferentes regiones peninsulares. Tras comparar los resultados obtenidos para España y Francia en 2012 podemos concluir que Francia presenta mejores niveles de accesibilidad en el ámbito económico, produciéndose el resultado inverso en el ámbito turístico.

**Palabras clave:** *accesibilidad, aplicaciones SIG, análisis de redes, ferrocarril, alta velocidad, AVE.*



## **Abstract**

This paper presents a study of the accessibility on the mainland of Spain and France. Accessibility level was measured using several indicators that reflect economic, tourist and locational aspects. This approach is implemented on an intermodal network that represents and connects traffic by road, rail and high-speed rail.

In the case of Spain is a detailed study about the evolution of accessibility levels before and after the current Master Plan for Infrastructure, Transport and Housing (2012-2024), contemplating only scheduled performances in high-speed rail network.

The methodology outlined in the work has been developed using a Geographic Information System (GIS), which offer tools for solving routing and network analysis, in order to analyze and compare accessibility indicators on two dates (2005 and 2012) , also carried out a projection to 2024. Finally, a comparison is made with the French model for 2012.

The results obtained demonstrate the improvement of accessibility levels with the development of high-speed rail, although these effects occur unevenly across the regions of mainland Spain. After comparing the results obtained for Spain and France in 2012 we can conclude that France has greater accessibility in the economic sphere, producing the opposite result in tourism.

**Keywords:** *accessibility, GIS applications, network analysis, railroad, high-speed rail, AVE.*

## ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
I.1 Planteamiento e interés del tema.....	6
I.2 Propósito y objetivos.....	7
I.3 Estructura de la memoria.....	7
<b>II. MARCO TEÓRICO-METODOLÓGICO.....</b>	<b>8</b>
II.1 Estado de la cuestión.....	9
II.2 Revisión de indicadores.....	10
II.3 Aporte de este trabajo al tema de estudio.....	12
<b>III. FUENTES DE INFORMACIÓN Y METODOLOGÍA.....</b>	<b>14</b>
III.1 Indicadores de accesibilidad seleccionados.....	14
<i>III.1.1 Indicador de localización.....</i>	<i>14</i>
<i>III.1.2 Indicador de potencial (económico y turístico).....</i>	<i>15</i>
<i>III.1.3 Indicador de accesibilidad diaria.....</i>	<i>16</i>
III.2 Tratamiento de las fuentes de información geográfica.....	16
<i>III.2.1 Territorio español.....</i>	<i>17</i>
<i>III.2.2 Territorio francés.....</i>	<i>19</i>
<i>III.2.3 Otras zonas incluidas es el área de estudio.....</i>	<i>20</i>
III.3 Modelización de las redes de transporte.....	21
III.4 Diseño de la red multimodal.....	25
III.5 Centros de actividad económica.....	26
III.6 Puntos turísticos.....	27
III.7 Cálculo de los tiempos de viaje.....	28
III.8 Cálculo de los indicadores y su representación cartográfica.....	28
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
IV.1 Indicador de localización.....	29
<i>IV.1.1 España.....</i>	<i>29</i>
<i>IV.1.2 Francia.....</i>	<i>35</i>
<i>IV.1.3 Comparativa de la situación actual.....</i>	<i>36</i>

IV.2 Indicador de potencial económico.....	38
IV.2.1 España.....	38
IV.2.2 Francia.....	42
IV.2.3 Comparativa de la situación actual.....	43
IV.3 Indicador de potencial turístico.....	45
IV.3.1 España.....	45
IV.3.2 Francia.....	49
IV.3.3 Comparativa de la situación actual.....	50
IV.4 Indicador de accesibilidad diaria para negocios.....	52
IV.4.1 España.....	52
IV.4.2 Francia.....	56
IV.4.3 Comparativa de la situación actual.....	57
IV.5 Indicador de accesibilidad diaria para turismo.....	59
IV.5.1 España.....	59
IV.5.2 Francia.....	63
IV.5.3 Comparativa de la situación actual.....	64
<b>V. VALORACIÓN DE LOS CAMBIOS EN LOS NIVELES DE ACCESIBILIDAD.....</b>	<b>66</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>69</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO 1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO 2. FLUJOS DE TRABAJO EN MODELUILDER.....</b>	<b>77</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Datos de interés sobre las infraestructuras de transporte en 2012.....	24
<b>Tabla 2:</b> Resultados del indicador de localización en España.....	33
<b>Tabla 3:</b> Resultados del indicador de potencial económico en España.....	40
<b>Tabla 4:</b> Resultados del indicador de potencial turístico en España.....	47
<b>Tabla 5:</b> Resultados del indicador de accesibilidad diaria para negocios en España.....	54
<b>Tabla 6:</b> Resultados del indicador de accesibilidad diaria para turismo en España.....	61
<b>Tabla 7:</b> Valores medios de los indicadores de accesibilidad en España (2005-2012-2024).....	66
<b>Tabla 8:</b> Coeficiente de variación de los indicadores de accesibilidad (2005-2012-2024).....	67

## ÍNDICE DE MAPAS

<b>Mapa 1:</b> Red de carreteras.....	22
<b>Mapa 2:</b> Red de ferrocarril.....	23
<b>Mapa 3:</b> Evolución y previsión de la alta velocidad ferroviaria en España.....	24
<b>Mapa 4:</b> Indicador de localización en España.....	34
<b>Mapa 5:</b> Indicador de localización en Francia.....	35
<b>Mapa 6:</b> Comparativa del indicador de localización en España y Francia.....	37
<b>Mapa 7:</b> Indicador de potencial económico en España.....	41
<b>Mapa 8:</b> Indicador de potencial económico en Francia.....	42
<b>Mapa 9:</b> Comparativa del indicador de potencial económico en España y Francia.....	44
<b>Mapa 10:</b> Indicador de potencial turístico en España.....	48
<b>Mapa 11:</b> Indicador de potencial turístico en Francia.....	49
<b>Mapa 12:</b> Comparativa del indicador de potencial turístico en España y Francia.....	51
<b>Mapa 13:</b> Indicador de accesibilidad diaria para negocios en España.....	55
<b>Mapa 14:</b> Indicador de accesibilidad diaria para negocios en Francia.....	56
<b>Mapa 15:</b> Comparativa del indicador de accesibilidad diaria para negocios en España y Francia.....	58
<b>Mapa 16:</b> Indicador de accesibilidad diaria para turismo en España.....	62
<b>Mapa 17:</b> Indicador de accesibilidad diaria para turismo en Francia.....	63
<b>Mapa 18:</b> Comparativa del indicador de accesibilidad diaria para turismo en España y Francia.....	65
<b>Mapa 19:</b> Distribución de la población en España y Francia.....	73
<b>Mapa 20:</b> Capacidad hotelera en España y Francia.....	74
<b>Mapa 21:</b> Características espaciales de la actividad económica en España y Francia.....	75
<b>Mapa 22:</b> Características espaciales de la actividad turística en España y Francia.....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Políticas de conectividad y relaciones establecidas en el diseño de la red multimodal.....	26
<b>Figura 2:</b> ModelBuilder - Indicador de localización.....	77
<b>Figura 3:</b> ModelBuilder - Indicador de potencial (económico y turístico).....	78
<b>Figura 4:</b> ModelBuilder - Indicador de accesibilidad diaria (negocios y turismo).....	79
<b>Figura 5:</b> ModelBuilder - Cartografía de accesibilidad.....	80

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Superficie cubierta por niveles de isócronas.....	36
<b>Gráfico 2:</b> Superficie cubierta por niveles de potencial económico.....	43
<b>Gráfico 3:</b> Superficie cubierta por niveles de potencial turístico.....	50
<b>Gráfico 4:</b> Superficie cubierta por niveles de accesibilidad diaria para negocios.....	57
<b>Gráfico 5:</b> Superficie cubierta por niveles de accesibilidad diaria para turismo.....	64

## I. INTRODUCCIÓN

### I.1 Planteamiento e interés del tema

En los últimos años, las inversiones en infraestructuras de transporte llevadas a cabo por la administración pública se están centrando principalmente en el desarrollo de la red ferroviaria de altas prestaciones, tal y como se desprende de los planes de infraestructuras de transporte diseñados por el Ministerio de Fomento en las dos últimas legislaturas.

Tanto en el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT, 2005 – 2020) desarrollado por el anterior gobierno, como en el Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI, 2012 – 2024) diseñado por el actual gobierno y que plantea una nueva planificación, destaca la prioridad otorgada al modo ferroviario. Ambos planes coinciden en establecer 4 objetivos principales: mejorar la eficiencia del sistema de transporte, fortalecer la cohesión territorial, impulsar el desarrollo económico y promover una movilidad sostenible. Además el vigente plan añade un nuevo objetivo a los ya citados, consistente en favorecer la integración funcional del sistema de transportes en su conjunto mediante un enfoque intermodal.

El actual Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI, 2012 – 2024) contempla una inversión pública total de 120.915 millones de euros, de los cuales 52.733 (43,6%) irán destinados a infraestructuras ferroviarias. En el plan no se especifica el desglose pormenorizado de la inversión, pero con toda seguridad la mayor parte de la inversión se destinará a la construcción de nuevas líneas de alta velocidad, dado el elevado coste de las mismas y el número de kilómetros que se pretenden construir. El anterior Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT, 2005 – 2020), ya desestimado, contemplaba una inversión total de 248.892 millones de euros, de los cuales 83.450 (33,5%) estaban destinados a la construcción de líneas ferroviarias de altas prestaciones.

Estos datos ponen de manifiesto la prioridad que se otorga al transporte ferroviario de alta velocidad como modo de transporte terrestre preferente para el futuro.

El elevado coste económico que supone la construcción de nuevas líneas de alta velocidad hace conveniente elaborar estudios sobre el impacto que estas nuevas infraestructuras van a ejercer sobre factores socioeconómicos y de movilidad. De este modo podremos evaluar si los objetivos marcados por el actual plan de infraestructuras se cumplen, además de cuantificar los efectos que estas nuevas infraestructuras tendrán sobre la población y el territorio.

En este trabajo se analizan los niveles de accesibilidad del territorio peninsular en el año 2005, en 2012 y tras la finalización y apertura de todas las líneas y estaciones de alta velocidad proyectadas en el mencionado PITVI para 2024.

## **I.2 Propósito y objetivos**

El principal propósito de este trabajo consiste en analizar la evolución en los niveles de accesibilidad como consecuencia del desarrollo de la alta velocidad ferroviaria en el territorio peninsular español.

Para ello se contemplan una serie de objetivos que se presentan a continuación:

- El diseño de una red multimodal compuesta por la red de carreteras y la red de ferrocarril, incluida la alta velocidad, para las situaciones de 2005, 2012 y 2024. Para cuantificar los cambios producidos exclusivamente por el desarrollo de la alta velocidad, la red de carreteras y la red de ferrocarril convencional permanecen invariables en los 3 horizontes analizados.
- La selección de diferentes centros de atracción que permitan realizar análisis diferenciados para el marco económico y el marco turístico.
- La implementación de varios indicadores de accesibilidad sobre la red multimodal que permitan evaluar los cambios producidos en los niveles de accesibilidad desde 2005 hasta la actualidad y los futuros cambios en caso de completarse la planificación prevista.

Para obtener una referencia más amplia acerca del nivel de accesibilidad que presenta nuestro país en la actualidad, se van a comparar los resultados obtenidos en España en 2012 con los de nuestro país vecino, Francia. Esto requiere que el diseño de la red multimodal se realice para el conjunto del área de estudio, incluyendo a Francia y zonas de otros países del entorno. De este modo se van a implementar varios indicadores de accesibilidad sobre el territorio francés. Esto nos permitirá comparar los resultados obtenidos para ambos países en el marco turístico y económico.

## **I.3 Estructura de la memoria**

A continuación, se hará una breve introducción de los diferentes capítulos en los que se estructura este trabajo y los contenidos planteados en los mismos.

En el primer capítulo se contextualiza el tema de estudio y se proponen los objetivos del presente trabajo.

En el segundo capítulo se hace una revisión de los aspectos conceptuales y metodológicos utilizados generalmente para realizar estudios de accesibilidad mediante un SIG.

En el tercer capítulo se exponen en primer lugar los indicadores utilizados para medir el nivel de accesibilidad en cada caso, así como su interpretación. A continuación se describe la información geográfica utilizada en el análisis y se explica la metodología seguida para el diseño y construcción de las redes intermodales. Por último se describe brevemente el proceso de cálculo de indicadores y el método utilizado para representación cartográfica de los mismos.

En el cuarto capítulo se presentan los resultados obtenidos para todos los indicadores de accesibilidad. Para cada indicador se exponen, acompañados de tablas, mapas y gráficos, los resultados obtenidos, presentándose en primer lugar los registros de España y a continuación los alcanzados en Francia. Seguidamente se realiza un análisis conjunto de los datos para comparar el nivel de accesibilidad que presentan ambos países con cada indicador.

En el quinto capítulo se hace una valoración del impacto producido por las infraestructuras de alta velocidad ferroviaria sobre la eficiencia, entendida como mejora de los valores medios de accesibilidad, y sobre la cohesión territorial.

En el sexto capítulo se razonan las conclusiones extraídas del estudio y se plantean aspectos importantes en relación con la alta velocidad ferroviaria y su integración intermodal.

## II. MARCO TEÓRICO-METODOLÓGICO

### II.1 Estado de la cuestión

Las infraestructuras de transporte constituyen un elemento fundamental en la vertebración de un territorio y contribuyen a su desarrollo económico y social. Desde este punto de vista, el estudio de la accesibilidad de los diferentes ámbitos geográficos constituye un aspecto importante a la hora de determinar las potencialidades de desarrollo económico de una región.

La accesibilidad puede definirse como la capacidad de interactuar o de establecer contacto con sitios en los que hay oportunidades económicas o sociales (Deichmann, 1997). Ahora bien, este concepto intuitivo ha sido expresado de muchas maneras por diversos autores. Goodall (1987) define la accesibilidad como la facilidad con que se puede llegar a un sitio desde otras localidades y Hansen (1959), uno de los pioneros en utilizar el término, definió la accesibilidad como el potencial de oportunidades para la interacción. En este sentido, según Linneker y Spence (1992) el concepto de accesibilidad es el intento de medir las oportunidades, disponibles para individuos y empresas, de alcanzar lugares donde puedan realizar actividades que les son importantes.

La accesibilidad espacial está determinada por la ubicación geográfica en relación con los centros de atracción de un territorio, que ejercen una influencia en su entorno, y por los servicios de transporte disponibles para llegar a esos destinos. La accesibilidad también está influida por factores sociales como el conocimiento y la información, y por factores económicos ya que el uso de los servicios de transporte y de comunicación está asociado generalmente con un coste económico.

En los modelos vectoriales de análisis de redes mediante técnicas SIG, la accesibilidad se asocia a una distancia a través de la red, identificando la realidad a partir de la abstracción en tres elementos básicos: nodos, arcos y superficies. De esta forma, una red se compone de elementos puntuales (nodos) y lineales (arcos), pudiendo establecerse un coste o impedancia que mide la dificultad del desplazamiento desde un origen a un destino en diferentes unidades, metros de recorrido, tiempo de recorrido, costes monetarios, etc. (Bosque y Moreno, 2004). Dichos parámetros de fricción se emplean para definir impedancias de arcos y nodos (distancia, tiempo). También se define la relación entre los elementos que componen la red pudiendo establecerse diferentes tipos de conectividad, jerarquías de red, giros y restricciones. Entre las unidades de medida se elige la distancia en tiempo, considerando que, respecto a la distancia,

se acerca más al comportamiento real de los individuos, “*para ir de un lugar a otro no se busca el camino más corto, sino el más rápido*” (Alberich y Ajenjo, 2005-1:467).

Son muchos los estudios realizados en materia de accesibilidad utilizando sistemas de información geográfica. Por analogía con el presente trabajo, se ha mostrado especial atención al informe elaborado por Gutiérrez Puebla *et al.* (2005) titulado “Indicadores de Impacto de las Infraestructuras de Transporte sobre la Equidad Social y Territorial”, y que fue incluido en el anterior Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT, 2005 – 2020). En el citado trabajo se analizan los cambios producidos en varios indicadores de accesibilidad para el territorio peninsular español, durante el período comprendido entre 1992 y 2004. Se hace un análisis diferenciado para cada modo de transporte terrestre: el modo carretera y el modo ferrocarril. Ambos muestran la evolución en los niveles de accesibilidad para el periodo de tiempo definido. Los resultados numéricos y gráficos son fácilmente interpretables mediante mapas de cambios y tablas comparativas de los valores alcanzados por los indicadores en las principales ciudades.

Hasta la fecha, en el actual Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI, 2012 – 2024), no consta ningún informe de accesibilidad que describa el impacto de la nueva planificación para la alta velocidad ferroviaria, lo que supone el grueso de la inversión. Es por este motivo que se considera apropiado tomar como ejemplo la base metodológica desarrollada por Gutiérrez Puebla *et al.* con el fin de analizar la nueva planificación de alta velocidad en los mismos términos y así dar continuidad a los trabajos ya realizados.

## **II.2 Revisión de indicadores**

El uso de un indicador ayuda a la identificación científica, cuantificación y clasificación de áreas con un valor variable de accesibilidad (Chang *et al.*, 2008).

Aunque existen multitud de indicadores acuñados desde el primero propuesto por Hansen en 1959, basado en el cociente entre el número de oportunidades que posee un lugar para un determinado propósito y la distancia a recorrer para alcanzar ese lugar, la mayoría de ellos han combinado dos componentes para medir la accesibilidad: la impedancia del transporte y la atracción espacial (Martín *et al.*, 2004).

Dependiendo del número de destinos o relaciones consideradas a la hora de medir la accesibilidad se pueden establecer 3 grandes grupos de indicadores:

- Indicadores que consideran un único centro en destino.
- Indicadores que consideran varios centros en destino.

- Indicadores que consideran todos los centros en destino.

Los indicadores que consideran un único centro en destino son los más simples. Toman como medida de accesibilidad únicamente la distancia o impedancia de una sola relación espacial con respecto a un centro de referencia.

Los indicadores que consideran varios centros en destino tienen en cuenta aquellos destinos más próximos a un nodo sobre el cual estamos midiendo la accesibilidad. En consecuencia, a partir de una determinada distancia no se consideran los demás centros de actividad. Ese límite de distancia se puede fijar en base al coste del transporte o al número de centros en destino, de lo que derivan dos indicadores distintos.

En nuestro caso de estudio es apropiado utilizar uno de ellos:

- **La actividad económica dentro de un cierto límite de coste de transporte (oportunidades acumuladas).** La accesibilidad de un nodo se mide como la cantidad de actividad económica comprendida dentro de un determinado límite de coste de transporte. En este caso se fija el coste de transporte expresado en unidades de tiempo y se contabiliza cuanta actividad económica se puede alcanzar en ese límite de tiempo. El resultado se expresa en unidades de actividad económica, normalmente se utiliza la cantidad de población o el nivel de renta como magnitud de actividad económica. El límite de tiempo se suele situar en unas 3 o 4 horas para estudios interurbanos, de modo que sea posible ir y volver en un mismo día para realizar una actividad en el centro de destino. Bajo este supuesto se suele denominar indicador de accesibilidad diaria. Este indicador es de gran utilidad para el estudio de la alta velocidad, puesto que es un medio de transporte llamado a dinamizar los viajes interurbanos que se realizan por negocios o turismo.

Entre los indicadores que consideran todos los centros en destino, los cuales supondrán el grueso de este análisis, vamos a destacar dos:

- **Media ponderada de los costes de transporte.** La accesibilidad de un nodo en una red se calcula a través de la media ponderada de los costes del transporte entre ese nodo y todos los nodos de la red. Se pueden utilizar distintos pesos en el cálculo de esta media, de lo que derivan medidas con propiedades distintas. Una posibilidad es utilizar como peso la masa del centro económico en destino (Gutiérrez y Urbano, 1996; Gutiérrez, González y Gómez, 1996).

- **Potencial Económico.** La accesibilidad de un nodo en una red es proporcional a la interacción espacial entre ese nodo y los demás nodos de la red. El modelo de potencial económico pertenece a la familia de los modelos gravitatorios y es sin duda la medida más utilizada en los estudios de accesibilidad. El grado de oportunidades entre dos áreas está positivamente relacionado con la capacidad de atracción de las áreas y negativamente relacionado con la impedancia entre las áreas (Linneker y Spence, 1992).

Debido a las distintas formulaciones de los indicadores de accesibilidad, existen importantes diferencias en cuanto al comportamiento del indicador en relación con la distancia:

- Los indicadores que consideran únicamente aquellos destinos incluidos dentro de un cierto límite de coste de transporte, solo consideran los efectos que pueda producir la infraestructura en las relaciones sobre distancias cortas, sin tener en cuenta el *distance decay*.
- Los indicadores de tipo gravitatorio consideran todas las relaciones y recogen los efectos de la mejora de la infraestructura de forma inversamente proporcional a la distancia, "*distance decay*".
- El indicador de tiempos medios de acceso, ponderados por el peso del centro en destino, recoge los efectos de una nueva infraestructura sin considerar ningún factor de proporcionalidad para la distancia.

Éstas, junto con otras consideraciones como el problema del autopotencial, la delimitación del área de estudio, el problema de la asimetría y la facilidad de interpretación son señaladas por Gutiérrez Puebla *et al.* (2005) como cuestiones clave en la explicación e interpretación de los resultados.

### **II.3 Aporte de este trabajo al tema de estudio**

Para realizar este estudio se ha considerado oportuno medir la accesibilidad sobre una red intermodal compuesta por la red de carreteras, la red de ferrocarril convencional y la red de alta velocidad. Se ha definido una jerarquía que regula la circulación por la misma, de modo que se otorga preferencia al modo alta velocidad ferroviaria en primer lugar, al modo ferrocarril convencional en segundo lugar y al modo carretera en último lugar.

Esta red intermodal permite modelar el tránsito de viajeros de forma muy aproximada a como se produce en el mundo real ya que contempla todos los modos de transporte terrestre y nos aporta una elevada densidad de arcos. Esto permite medir la accesibilidad directamente

en los municipios, los cuales geolocalizan a la población, para después interpolar los valores de accesibilidad a partir de estos mismos puntos.

Otro aspecto innovador del trabajo consiste en estudiar la accesibilidad desde dos puntos de vista, uno económico y otro turístico. Para el primer caso se utilizan como centros de atracción aquellas ciudades consideradas como núcleos de actividad económica o aquellas que sin serlo, son relevantes por ser capital de provincia. La magnitud que define la importancia del centro de atracción en este caso es la población que reside en el área metropolitana del mismo centro de atracción. En el segundo caso, y dada la importancia del sector turístico en nuestro país, se consideran como centros de atracción aquellos destinos definidos como puntos turísticos por el Instituto Nacional de Estadística. La magnitud que se utiliza para pesar cada uno de los centros de atracción es su capacidad hotelera, pues se considera que cuanto mayor sea ésta, mayor será el poder de atracción de ese punto turístico.

Por último cabe destacar el esfuerzo realizado para comparar los niveles de accesibilidad que presenta España con los que presenta Francia, con el fin de tener una visión más amplia de la situación de nuestras infraestructuras con respecto a otros países de nuestro entorno.

### III. FUENTES DE INFORMACIÓN Y METODOLOGÍA

En el primer apartado de este capítulo se describen las principales características de los indicadores de accesibilidad seleccionados. A continuación, en el segundo punto se exponen las fuentes de información y el tratamiento que de ellas se hace. En el tercer y cuarto punto se explican los parámetros de modelado de los distintos modos de transporte y se describe como se relacionan entre sí dentro de la red multimodal. En los puntos cinco y seis se definen los centros de actividad económica y los puntos de interés turístico seleccionados para el análisis. Finalmente, en los puntos siete y ocho se establece el proceso de cálculo de los tiempos de viaje y de la cartografía de accesibilidad.

#### III.1 Indicadores de accesibilidad seleccionados

Una vez descritos los antecedentes teóricos que se contemplan y revisado el concepto de accesibilidad en el capítulo 2, se exponen a continuación los tres indicadores de accesibilidad seleccionados así como las variantes que de los mismos se proponen con el fin de diferenciar el ámbito económico del ámbito turístico. Cada uno de ellos ofrece una visión complementaria sobre los niveles de accesibilidad y aporta diferentes matices al análisis.

##### III.1.1 Indicador de localización

El fundamento de este indicador consiste en calcular el promedio de los tiempos de viaje que separan a cada municipio con respecto de los diferentes centros de actividad económica a través de la red multimodal. Para ello se resuelve el camino mínimo para cada par origen-destino, considerando siempre las jerarquías de red establecidas. Como factor de ponderación de los centros de actividad económica se utiliza la población residente en el área metropolitana de los mismos. Su expresión matemática es la siguiente:

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

*A<sub>i</sub>*: Localización del municipio *i* con respecto a los centros de actividad económica (Minutos)

*TR<sub>ij</sub>*: Tiempo real de viaje a través de la red multimodal entre el municipio *i* y el destino *j*

*P<sub>j</sub>*: Población en el área metropolitana del centro de actividad económica en destino

El hecho de utilizar la población de los centros de actividad económica como factor de ponderación responde a la necesidad de otorgar mayor importancia a las relaciones de los municipios con las aglomeraciones urbanas más importantes. Esta formulación ha sido ampliamente utilizada en trabajos de ámbito nacional y europeo como el Plan Director de

Infraestructuras (Gutiérrez Puebla, Monzón y Piñero, 1992; MOPT, 1993). Para la interpretación de los resultados es conveniente recordar que este indicador no es de tipo gravitatorio, con lo que no se valoran más las relaciones sobre distancias cortas.

### III.1.2 Indicador de potencial (económico y turístico)

Este indicador considera que el nivel de oportunidades entre dos áreas está directamente relacionado con la capacidad de atracción de dichas áreas y es inversamente proporcional a la impedancia existente entre ambas. En este caso se proponen dos variantes del indicador de potencial, con el fin de describir el nivel de accesibilidad en función del potencial económico y del potencial turístico.

- Indicador de potencial económico

En este caso se ha seleccionado a la población en el área metropolitana como variable representativa de la importancia del centro de actividad económica en destino. A continuación se expone su expresión matemática:

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

$A_i$ : Potencial económico del municipio  $i$  (Habitantes/minutos)

$TR_{ij}$ : Tiempo real de viaje a través de la red multimodal entre el municipio  $i$  y el destino  $j$

$P_j$ : Población en el área metropolitana del centro de actividad económica en destino

- Indicador de potencial turístico

Cabe aclarar que los destinos seleccionados para el indicador de potencial turístico difieren de los seleccionados para el indicador de potencial económico por razones obvias, pues los puntos de interés turístico no coinciden con los centros de actividad económica en muchos casos. En esta ocasión se ha considerado la capacidad hotelera como variable representativa de la importancia del punto turístico en destino. Su formulación es la siguiente:

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

$A_i$ : Potencial turístico del municipio  $i$  (Plazas de hotel/minutos)

$TR_{ij}$ : Tiempo real de viaje a través de la red multimodal entre el municipio  $i$  y el destino  $j$

$PH_j$ : Plazas hoteleras del punto de interés turístico en destino

El indicador de potencial es básicamente una medida de la proximidad o accesibilidad a un volumen dado de actividad económica o turística desde un determinado municipio. Puede ser interpretado como el volumen de actividad al que ese municipio tiene acceso, una vez se ha tenido en cuenta el coste o tiempo de cubrir la distancia hasta esa actividad (Dundon-Smith y Gibb, 1994).

### III.1.3 Indicador de accesibilidad diaria

Este indicador se basa en la idea de estudiar los viajes que se realizan en un mismo día, normalmente por negocios o turismo, en los que se considera que la máxima duración de cada trayecto es de 3 o 4 horas. Se incluye dentro de los indicadores de oportunidades acumuladas. Al igual que para el indicador de potencial, se proponen dos variantes para el indicador de accesibilidad diaria.

- Indicador de accesibilidad diaria para negocios

$$A_i = \sum P_j \times f(TR_{ij})$$
$$f(TR_{ij}) = 1 \text{ si } t_{ij} \leq 3 \text{ horas.}$$
$$f(TR_{ij}) = 0 \text{ si } t_{ij} > 3 \text{ horas.}$$

- Indicador de accesibilidad diaria para turismo

$$A_i = \sum PH_j \times f(TR_{ij})$$
$$f(TR_{ij}) = 1 \text{ si } t_{ij} \leq 3 \text{ horas.}$$
$$f(TR_{ij}) = 0 \text{ si } t_{ij} > 3 \text{ horas.}$$

Tal y como se aprecia en la formulación del indicador, el umbral de tiempo seleccionado para la duración máxima de los viajes es de 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. Su interpretación es extremadamente sencilla ya que el valor del indicador nos indica el número de habitantes o de plazas de hotel que podemos alcanzar en 3 horas.

### III.2 Tratamiento de las fuentes de información geográfica

Dada la amplitud del área de estudio se ha realizado un considerable esfuerzo investigador para obtener la información geográfica necesaria para el análisis. A continuación

se exponen los principales elementos geográficos utilizados y se describen las fuentes de información de las que se han obtenido dichos elementos en cada caso.

### III.2.1 Territorio español

Toda la información geográfica que se describe a continuación ha sido extraída del centro de descargas del Instituto Geográfico Nacional (IGN), el cual proporciona información geográfica oficial en España. Al no existir un producto cartográfico específico para desarrollar aplicaciones de enrutamiento se han utilizado otros productos cartográficos para construir los elementos que a continuación se exponen.

#### ➤ **Red de carreteras:**

A partir de la Base Cartográfica Numérica a escala 1/200.000 (BCN200) se han seleccionado aquellas entidades que representan los ejes de los viales para los siguientes tipos de vial: autopista, autovía, carretera nacional, carretera autonómica, enlace y otras vías. Estas últimas se corresponden con el trazado de los principales ejes urbanos. Ha sido necesario editar y comprobar la integridad del conjunto de elementos para asegurarnos de que existe una adecuada continuidad espacial.

Se ha asignado una velocidad tipo a cada clase de vial de acuerdo con la siguiente descripción:

- Autopistas: 120 km/h.
- Autovías: 120 km/h.
- Carreteras nacionales: 100 km/h.
- Carreteras autonómicas: 80 km/h.
- Enlaces: 70 km/h.
- Núcleos urbanos: 50 km/h.

#### ➤ **Red de ferrocarril convencional:**

Igualmente ha sido obtenida de la BCN200. La velocidad para cada uno de los tramos ha sido establecida a partir del mapa de velocidades máximas que ADIF presenta en la Declaración sobre la Red del año 2013.

#### ➤ **Estaciones de ferrocarril convencional:**

Partiendo de una capa de información que contiene todas las dependencias ferroviarias de España, la cual ha sido facilitada por la Fundación de los Ferrocarriles Españoles, se han seleccionado todas las estaciones que se consideran importantes para realizar el análisis,

sumando un total de 194. Ha sido necesario superponer las estaciones con la red de ferrocarril convencional de modo que exista conectividad física entre ambas entidades.

➤ **Red de ferrocarril de alta velocidad (AVE):**

En este caso se ha optado por digitalizar de manera esquemática la situación de la red de AVE para cada escenario estudiado, obteniéndose de este modo tres redes diferentes. Dado que para la situación en el año 2024 se requiere digitalizar una red que aún no existe, se ha creído conveniente describir todos los escenarios de manera esquemática con el fin de homogeneizar la representación de los mismos. Cabe recordar que el diseño de la red para el año 2024 toma como base la planificación establecida en el PITVI para tal escenario.

La digitalización de los tramos se ha realizado partiendo de una estación origen con parada de AVE y finalizando en la siguiente estación destino que ofrezca dicho servicio.

Para cada uno de los tramos que componen las redes en los escenarios 2005 y 2012 se ha consultado el tiempo de viaje que facilita la empresa RENFE en su web oficial, asignándose a cada tramo el menor tiempo encontrado para el servicio de alta velocidad en ese trayecto.

Para el escenario de 2024 ha sido necesario estimar los tiempos de viaje para cada tramo. El procedimiento ha consistido en calcular un índice de rodeo mediante comparación de los tramos de nuestra red esquemática para el escenario 2012 con la red real incluida en la BCN200. La media aritmética de esta relación para el conjunto de los tramos es de 1,1396. Una vez conocemos el índice de rodeo podemos estimar la longitud real de los tramos así como el tiempo de viaje de los mismos. Se ha establecido una velocidad tipo de 200 km/h para estimar el tiempo de viaje de cada tramo.

➤ **Estaciones de ferrocarril de alta velocidad:**

Las estaciones de alta velocidad han sido digitalizadas de modo que se consideren estaciones independientes de las convencionales por cuestiones que explicaremos más adelante. Finalmente se han considerado 13 estaciones para el escenario 2005, 28 estaciones para 2012 y 85 estaciones para 2024.

➤ **Municipios:**

Sobre la Base Cartográfica Numérica a escala 1/500.000 (BCN500), en la cual encontramos una capa puntual que representa los municipios españoles, se han seleccionado los 7.958 municipios de la España peninsular en 2012. Estos elementos puntuales serán el origen para el cálculo de las rutas de viaje, con lo que conseguimos que la dinámica de los trayectos se

aproxime al movimiento real de la población. Otra ventaja de utilizar los municipios como orígenes para el análisis es que de este modo se garantiza una elevada exactitud a la hora de elaborar la cartografía de accesibilidad.

A esta capa de municipios peninsulares se ha añadido un atributo que refleja el número de habitantes del municipio. Los datos de población han sido extraídos del padrón municipal correspondiente al año 2012, el cual lo podemos encontrar en el web del Instituto Nacional de Estadística (INE).

### III.2.2 Territorio francés

Toda la información geográfica utilizada ha sido obtenida a través del servicio de descarga de productos cartográficos perteneciente al Instituto Geográfico Nacional de Francia, el cual proporciona información geográfica oficial para dicho país. A diferencia del IGN español, el IGN francés sí ofrece un producto cartográfico específico para aplicaciones de enrutamiento y análisis de redes de transporte, lo que supone un considerable ahorro de tiempo y esfuerzo.

Seguidamente se exponen los elementos obtenidos a partir del producto cartográfico "ROUTE120". Cabe reseñar que la última fecha de actualización que figura en la documentación de dicho producto está referida a Enero de 2007.

➤ **Red de carreteras:**

La red está compuesta por varios niveles de vías, autopistas, nacionales, regionales y enlaces que dan continuidad a la red en las travesías urbanas y aseguran una buena descripción lógica de la comunicación entre los diferentes niveles. A partir de la clasificación preestablecida para esta capa se han asignado las siguientes velocidades tipo:

- Autopistas: 130 km/h.
- Carreteras de doble calzada: 110 km/h.
- Carreteras principales: 90 km/h.
- Enlaces: 50 km/h.

➤ **Red de ferrocarril:**

La red de ferrocarril está compuesta por la red de ferrocarril convencional y la red de ferrocarril de alta velocidad. Atendiendo a la clasificación preestablecida según la naturaleza de la vía se han establecido las siguientes velocidades tipo:

- TGV: 216 km/h.
- Vías normales: 140 km/h.

➤ **Estaciones de ferrocarril:**

Esta capa contiene todas las estaciones de ferrocarril que dan servicio a la red. Existen un total de 646 estaciones las cuales intersectan con algún nodo de la red de ferrocarril.

➤ **Municipios:**

En el producto ROUTE120 encontramos una capa con todos los municipios de Francia de la cual se han seleccionado los municipios pertenecientes a la Francia continental, sumando un total de 36.194 municipios. Se ha añadido un atributo a la capa resultante que refleja el número de habitantes de cada municipio. Los datos de población relativos a 2012 se han obtenido del Instituto Nacional de Estadística y de Estudios Económicos de Francia (INSEE).

### **III.2.3 Otras zonas incluidas es el área de estudio**

Tal y como señalan algunos autores como Gutiérrez Puebla *et al.* (2005), el área de estudio puede ser un factor determinante para el cálculo de los indicadores no gravitatorios, es decir, aquellos que no consideran ningún factor de proporcionalidad para la distancia. En este tipo de indicadores las relaciones sobre distancias largas pesan igual que las relaciones sobre distancias cortas, por lo que son muy sensibles a la delimitación del área de estudio. Así mismo es conveniente considerar cuestiones políticas y económicas, ya que la existencia de una frontera nacional puede producir una importante caída en la intensidad de los flujos (Bruinsma y Rietveld, 1998).

Es por esto que se han considerado total o parcialmente las redes de transporte terrestre de varios países adyacentes a España y Francia, con el fin de incluir las principales ciudades de éstos en los destinos para el cálculo de rutas. Estos países son Bélgica, Luxemburgo, Alemania, Suiza, Italia y Portugal. De este modo se intenta dar una continuidad lógica a las redes de transporte y a los centros de atracción para evitar el falseamiento de la cartografía de accesibilidad en zonas fronterizas, ya que dichas fronteras no suponen ningún tipo de limitación física para los viajes.

➤ **Red de carreteras:**

La red de carreteras de los países mencionados ha sido obtenida a partir del producto cartográfico TRANS TOOLS v2.5, facilitado por la Fundación de los Ferrocarriles Españoles. Esta red está diseñada para el análisis a nivel europeo y no presenta una elevada densidad de arcos. De todos modos nos servirá para el caso de estudio puesto que los orígenes para el cálculo de rutas en ningún caso se sitúan fuera de España o Francia, de manera que solo será utilizada

como soporte para alcanzar aquellos destinos situados fuera del territorio nacional de cada país objeto de estudio. Al tratarse de ciudades importantes esta red nos ofrece una cobertura aceptable ya que conecta todas estas ciudades por medio de vías principales.

Debido a que este producto es específico para aplicaciones de enrutamiento, todos los elementos de la red tienen preestablecida una velocidad tipo acorde a las características técnicas de la vía y a la normativa de los diferentes países.

➤ **Red de ferrocarril:**

Del mismo modo, la red de ferrocarril ha sido extraída de TRANS TOOLS v2.5 conteniendo ésta tanto las líneas convencionales como las de altas prestaciones. Cada uno de los arcos tiene preestablecida una velocidad tipo en función de las características técnicas de la vía.

➤ **Estaciones de ferrocarril:**

Las estaciones de ferrocarril de estas zonas “extra” incluidas en el área de estudio han sido digitalizadas en ArcGIS utilizando como base la cartografía online de OpenStreetMap. Únicamente se ha digitalizado una estación por cada una de las ciudades consideradas como destino en los países adicionales que componen el área de estudio, de modo que se puedan alcanzar dichas ciudades a través del modo ferrocarril.

➤ **Ciudades:**

A partir de una capa de ciudades incluida en la colección “ESRI Data & Maps” se han seleccionado aquellas que, aun no perteneciendo a España o Francia, están incluidas en el área de estudio. Como criterio de selección se ha utilizado el número de habitantes, seleccionando aquellas con un valor igual o superior a 100.000. También se han incluido aquellas ciudades que, no superando esa cifra, tienen el estatus de capital nacional o de provincia.

### **III.3 Modelización de las redes de transporte**

En primer lugar se ha modelado cada tipo de transporte por separado para posteriormente interconectarlos entre sí.

Mediante trabajos de edición se han conectado independientemente las redes de carreteras y ferrocarril de los diferentes estados que forman parte de la zona de trabajo, de modo que exista continuidad en toda el área de estudio. Para cada arco se ha calculado el tiempo de viaje en función de la velocidad tipo que le ha sido asignada.

A continuación se exponen las redes resultantes en su situación actual:

### RED DE CARRETERAS ÁREA DE ESTUDIO



#### Leyenda

- Capitales principales
- Vías de gran capacidad
- Vías convencionales
- Zona global de estudio

**Mapa 1:** Red de carreteras.

*Elaboración propia.*

**RED DE FERROCARRIL**  
ÁREA DE ESTUDIO



**Leyenda**

- Capitales principales
- Estaciones ffcc.
- Red ffcc. convencional
- Red de alta velocidad
- Zona global de estudio

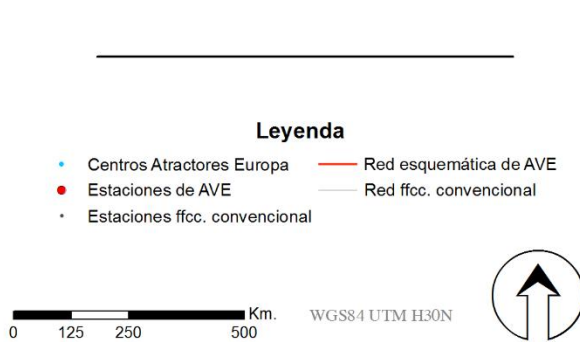
**Mapa 2: Red de ferrocarril.**  
*Elaboración propia.*

Ambas redes permanecen invariables para los tres escenarios a analizar, pues solamente queremos evaluar la variación en los niveles de accesibilidad producida por el desarrollo de la alta velocidad ferroviaria. Las líneas españolas de AVE que se aprecian en Mapa 2 han sido sustituidas por los trazados diseñados para los distintos escenarios.

En la siguiente figura se aprecian los tres escenarios diseñados para la red ferroviaria de alta velocidad, de acuerdo al nuevo plan de infraestructuras (PITVI).

### EVOLUCIÓN Y PREVISIONES DE LA RED DE ALTA VELOCIDAD FERROVIARIA EN ESPAÑA

DISEÑO ESTABLECIDO SEGÚN LA PLANIFICACIÓN DESCRITA EN EL PITVI PARA 2024



**Mapa 3:** Evolución y previsión de la alta velocidad ferroviaria en España. *Elaboración propia.*

La siguiente tabla muestra algunos datos comparativos sobre las distintas infraestructuras de transporte en España y Francia:

Superficie (Km <sup>2</sup> )	Carreteras (Km)				Ferrocarril (Km)				
	Vías convencionales	Densidad (Km/Km <sup>2</sup> )	Gran capacidad	Densidad (Km/Km <sup>2</sup> )	Ferrocarril convencional	Densidad (Km/Km <sup>2</sup> )	Alta velocidad	Densidad (Km/Km <sup>2</sup> )	
España	493.665	157.756,5	0,320	16.579,7	0,034	13.195,2	0,027	2.228,3	0,005
Francia	542.283	110.696,9	0,204	15.648,3	0,029	21.497,6	0,040	2.098,3	0,004

**Tabla 1:** Datos de interés sobre las infraestructuras de transporte en 2012. *Elaboración propia.*

Para conectar la red de carreteras con la red de ferrocarril convencional se han digitalizado conexiones o “*transfers*” que enlazan las estaciones de ferrocarril con un punto de la red de carreteras cercano a la estación. De este modo se simula el tránsito natural de la población para iniciar o finalizar un viaje en tren, ya que lo habitual es desplazarse por carretera para alcanzar la estación de ferrocarril. El tiempo asignado a los *transfers* tanto para coger un tren convencional como para abandonarlo es de 10 minutos.

Del mismo modo se han creado conexiones entre la red de carreteras y las estaciones de alta velocidad, asignando en este caso un tiempo de 15 minutos para coger un tren y 10 minutos para abandonarlo.

Para simular el cambio de modo entre ferrocarril convencional y alta velocidad se han duplicado las estaciones que ofrecen ambos servicios y se han enlazado entre sí mediante *transfers*. El tiempo asignado para cambiar de modo en ambos sentidos es de 15 minutos. Con este procedimiento conseguimos al mismo tiempo simular el cambio de tren en sentido literal, así como el cambio de ancho del vehículo ferroviario en caso de acabar la línea de AVE y continuar por una línea convencional en el mismo tren o viceversa.

También se ha tenido en cuenta el tiempo empleado en los cambiadores de ancho de las estaciones de Puigcerdá, Figueres e Irún, en la frontera francesa. A estas estaciones se ha asignado una penalización de 15 minutos para simular el tiempo empleado en el cambiador.

#### **III.4 Diseño de la red multimodal**

Con el fin de optimizar la dinámica de los distintos análisis se ha construido, para los escenarios 2005, 2012 y 2024, una red multimodal que cubre todo el territorio comprendido en el ámbito de estudio. De este modo la red utilizada para el cálculo de rutas en ambos países será exactamente la misma, cambiando únicamente los orígenes y destinos de las rutas.

Cada red multimodal está compuesta por los siguientes elementos:

- Red de carreteras
- Red de ferrocarril convencional
- Red de ferrocarril de alta velocidad
- Estaciones de ferrocarril convencional
- Estaciones de alta velocidad
- Transfer carreteras - estaciones de ferrocarril convencional
- Transfer carreteras - estaciones de alta velocidad
- Transfer ferrocarril convencional - alta velocidad

Todos los elementos mencionados, redes, estaciones y transfers, han sido introducidos en una geodatabase de modo que podamos relacionarlos lógicamente para crear la red intermodal de transportes en cada escenario.

Se han conformado tres grupos o modos de transporte que confluyen entre sí en las estaciones de ferrocarril. En la siguiente imagen se aprecian los parámetros de conectividad establecidos.

Connectivity Groups:

Source	Connectivity Policy	1	2	3
Red_AVE_2012	Any Vertex	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Red_Carreteras_2012	Any Vertex	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Red_ffcc_2012	Any Vertex	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transfer_Carretera_AVE_2012	End Point	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transfer_Carretera_ffcc_2012	End Point	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transfer_ffcc_AVE_2012	End Point	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estaciones_AVE_2012	Override	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Estaciones_ffcc_2012	Override	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Figura 1:** Políticas de conectividad y relaciones establecidas en el diseño de la red multimodal. ArcGIS 10.0.

Con el fin de primar el transporte ferroviario se ha establecido una jerarquía de uso de los diferentes modos de transporte. De este modo, la alta velocidad tiene una prioridad mayor que el resto de modos y el ferrocarril convencional tiene prioridad sobre el transporte por carretera.

### III.5 Centros de actividad económica

Puesto que se realizan dos análisis diferentes, uno para España y otro para Francia, se han seleccionado diferentes centros de actividad económica para cada caso. A continuación se explica el procedimiento seguido.

- ESPAÑA

Sobre la capa de municipios de la España peninsular se han seleccionado las principales ciudades españolas, ya sea por la importancia de su actividad económica o bien por su condición de capitales de provincia.

Del mismo modo se han seleccionado 18 ciudades del sur de Francia y 15 ciudades de Portugal, las cuales serán consideradas dentro del área de análisis para España. El conjunto de ciudades suman un total de 92 centros de actividad económica.

Para obtener la cantidad de población que reside en el área metropolitana de cada centro de actividad económica, se ha realizado un análisis sobre una red multimodal compuesta por la red de carreteras, la red de ferrocarril convencional y las estaciones de ferrocarril que dan servicio a dicha red. Tomando como epicentro a los centros de actividad económica se han calculado áreas de servicio de 20 minutos de viaje a través de la red para cada uno de ellos. Estas áreas de servicio delimitan el área metropolitana de cada centro de actividad económica, considerando que ese tiempo de viaje defina el tamaño del área metropolitana para todos los casos. Por intersección de los municipios peninsulares con estas áreas de servicio podemos obtener la cantidad de población que reside en dicha franja temporal.

- FRANCIA

A partir de la capa de municipios de este país se han seleccionado las principales ciudades aplicando los mismos criterios que para el caso anterior. A este conjunto se han añadido 16 ciudades del noreste de España, relativamente cercanas a la frontera pirenaica y 23 ciudades pertenecientes a Bélgica, Luxemburgo, Alemania, Suiza e Italia. En total suman 143 centros de actividad económica.

Se ha seguido el mismo procedimiento que en el caso anterior para calcular la población que reside en el área metropolitana de cada centro.

### III.6 Puntos turísticos

- ESPAÑA

A las ciudades seleccionadas como centros de actividad económica se han añadido aquellos municipios que no teniendo esa condición, están considerados como puntos de interés turístico por el Instituto Nacional de Estadística.

Se han considerado un total de 162 puntos turísticos para el análisis en España.

La información relativa a la capacidad hotelera de los puntos turísticos ha sido obtenida de la encuesta de ocupación hotelera de 2012 publicada por el INE.

- FRANCIA

Al no encontrar información específicamente referida a los puntos de interés turístico en Francia, se ha optado por hacer una selección de los 50 municipios con mayor capacidad hotelera del país. A ellos se han añadido aquellas ciudades que, aun no teniendo una elevada capacidad hotelera, han sido consideradas como centros de actividad económica para el análisis en este país.

Se contemplan un total de 163 puntos turísticos en este caso. La información referente a la capacidad hotelera de todos los municipios está disponible en el geoportal del INSEE de Francia.

### **III.7 Cálculo de los tiempos de viaje**

Como es lógico, para el cálculo de las rutas de viaje se ha establecido que el acceso a la red de transporte intermodal se haga o bien por carretera o a través de las estaciones de ferrocarril. Esto dependerá de que elemento se encuentre más cercano al punto representativo de la localización de cada municipio.

Para los tres escenarios se han calculado rutas de mínimo coste temporal entre los municipios de cada país y los centros de atracción seleccionados en cada caso. Para cada uno de los municipios el sistema calcula el camino mínimo a todos los centros de actividad económica en un primer análisis y a todos los puntos de interés turístico en segundo lugar.

De este proceso se obtienen las matrices de tiempo Origen-Destino que serán la base del cálculo para los distintos indicadores de accesibilidad.

Algunas rutas son inferiores a 15 minutos debido a las características geométricas de la red multimodal a escala detalle y a la cercanía de algunos municipios con los centros de atracción. Se ha optado por asignar un tiempo mínimo de 15 minutos en estos casos ya que se acerca más a la realidad y evitamos falsear la cartografía de accesibilidad en esas zonas.

### **III.8 Cálculo de los indicadores y su representación cartográfica**

Una vez obtenidos los caminos de mínimo coste temporal se han calculado los indicadores seleccionados de acuerdo con las formulaciones expuestas en el primer punto de este capítulo, de lo que resulta un valor para cada uno de los municipios y para cada indicador de accesibilidad.

A partir de los valores registrados en cada municipio se han elaborado los mapas de accesibilidad que se muestran en el siguiente capítulo. Estos mapas se han construido utilizando técnicas de interpolación, de modo que obtenemos una representación continua de los niveles de accesibilidad para todo el territorio. Se ha utilizado el método de distancia inversa ponderada (IDW) como algoritmo de cálculo para el proceso de interpolación.

Para agilizar el desarrollo de estas tareas, dado el elevado número de indicadores y casos, se han diseñado varios flujos de trabajo en ModelBuilder con el fin de automatizar aquellos procesos que resultan repetitivos. Dichos flujos de trabajo se exponen en el Anexo 2.

## IV. RESULTADOS

### IV.1 Indicador de Localización

Tal y como se ha explicado, el indicador de localización representa una media ponderada de los tiempos de acceso a cada uno de los centros de actividad económica. Por tanto, los valores obtenidos dependen tanto de la situación geográfica de los municipios como de las características de la red, la cual determina los tiempos de viaje.

A continuación se exponen y analizan los resultados obtenidos para el indicador de localización. En primer lugar se describen los resultados obtenidos para España en cada uno de los escenarios de manera independiente. Seguidamente se presenta una tabla que recoge los resultados numéricos que presentan los centros de actividad económica, de forma que podamos apreciar la variación en los niveles de accesibilidad. Finalmente se incluyen los mapas correspondientes a la situación de las redes en 2005, 2012 y 2024, junto con los mapas de cambios que reflejan de manera gráfica las diferencias porcentuales entre los tres escenarios.

Para que los mapas sean comparables y los cambios observados en los indicadores se refieran solo a las mejoras en las infraestructuras, la cantidad de población en cada centro de actividad económica se ha mantenido invariable para los tres horizontes temporales. Tal y como se explicó anteriormente en este capítulo, el dato de población está referido al año 2012. En el Anexo 1 se adjunta el Mapa 19 que describe la distribución de la población en el área de estudio.

En segundo lugar se presentan de manera análoga los resultados obtenidos en Francia para este indicador.

Por último se hace una comparativa de los actuales niveles de accesibilidad que registran ambos países para el indicador de localización.

#### IV.1.1 España

##### ❖ Situación 2005

Los resultados obtenidos para el indicador de localización en 2005 muestran un claro patrón centro-periferia algo desplazado hacia el nordeste, tal y como se observa en el Mapa 4. Como era de esperar, las ciudades situadas en el centro peninsular conforman un área con niveles de accesibilidad muy elevados, con tiempos medios de acceso inferiores a 4 horas, mientras que las zonas periféricas del sur y el noroeste peninsular presentan los niveles de accesibilidad más bajos, superando las 6 horas en varias zonas.

Se aprecian niveles altos de accesibilidad en el entorno de Zaragoza y Calatayud y también en Lleida, donde se forma una pequeña isla de alta accesibilidad consecuencia de la presencia de estaciones servidas por la línea de alta velocidad Madrid-Lleida. Hacia el sur también encontramos como la línea de alta velocidad Madrid-Málaga hace que se forme un corredor con valores de accesibilidad relativamente buenos en esa dirección.

Está claro que la calidad de las infraestructuras es un factor importante que define el nivel de accesibilidad de las regiones, pero también debemos tener en cuenta que la situación geográfica de las mismas con respecto al centro de gravedad de la actividad económica española, hace que el patrón de accesibilidad desplace su centro en esa dirección. En el Mapa 21 del Anexo 1 se aprecia como el centro de gravedad de la actividad económica considerada se encuentra desplazado hacia el noreste.

Este hecho hace que zonas como Valencia y Cataluña, aun estando alejadas del centro peninsular, presentes niveles de accesibilidad relativamente altos. Por el contrario, Galicia y el suroeste de Andalucía presentan los niveles más bajos.

#### ❖ **Situación 2012**

Los resultados obtenidos para el escenario 2012 siguen el mismo patrón centro-periferia existente en la red de 2005, tal y como se aprecia en el Mapa 4. La apertura de las nuevas líneas de alta velocidad ha producido una ampliación de las zonas con mejores niveles de accesibilidad en la dirección de dichas líneas.

La nueva línea Madrid-Valladolid provoca que el área de alta accesibilidad se extienda hacia el noroeste llegando incluso a Palencia y Burgos que, no contando con estación de alta velocidad, se benefician de la nueva infraestructura gracias a que cuentan con buenas conexiones por carretera o ferrocarril con Valladolid.

La línea Madrid-Valencia hace que se formen islas de elevada accesibilidad alrededor de las estaciones de Cuenca, Requena-Utiel y Valencia. No ocurre lo mismo en el ramal de esa misma línea que une Cuenca con Albacete. En este caso no se aprecia una clara diferencia con los niveles de accesibilidad en 2005.

En Cataluña la continuación de la línea Madrid-Lleida hasta la frontera francesa ha supuesto la apertura de 4 nuevas estaciones, Tarragona, Barcelona, Girona y Figueras. Estas nuevas estaciones forman un pequeño corredor con mayores niveles de accesibilidad que alcanza la frontera francesa.

Por otra parte, la nueva línea construida en Galicia que une La Coruña con Santiago de Compostela y Ourense no ha supuesto mejoras apreciables en los niveles de accesibilidad de la zona. Al ser una línea aislada e inconexa con el resto de la red puede suponer una mejora en los desplazamientos locales dentro de la región, pero no aporta un beneficio en las relaciones con ciudades más alejadas. Es por esto que las diferencias entre los escenarios 2005 y 2012 están alrededor del 1% para las 4 capitales gallegas, tal y como se aprecia en la Tabla 2.

Estaciones preexistentes como la de Sevilla se benefician claramente de la ampliación de la red en otros territorios, ya que se aprecia la formación de una isla concéntrica de mayor accesibilidad que la registrada en 2005.

El patrón de cambios 2005-2012 que se observa en el Mapa 4 presenta mayores valores hacia el este como consecuencia del eje Madrid-Valencia y hacia el noroeste, como resultado del eje Madrid-Valladolid. En el corredor Madrid-Valencia se aprecia claramente como los cambios se producen en forma de islas alrededor de las nuevas estaciones. En cambio, en el corredor Madrid-Valladolid observamos como las diferencias crecen en forma de estrecho abanico desde Madrid, intensificándose alrededor de las estaciones. Además se aprecian mejoras más allá del alcance de la nueva línea pero manteniendo siempre la dirección de la misma.

Observando los datos numéricos de la Tabla 2, vemos como las mayores diferencias con respecto a la situación en 2005 se producen en Valladolid, con un 10% de mejoría, en Cuenca alrededor del 8% y en Palencia, Segovia y Valencia con algo más de un 6% de mejoría en los tiempos medios de acceso. En la mayoría de ciudades los cambios con respecto al anterior escenario no superan el 2%.

#### ❖ **Situación 2024**

El elevado número de nuevas líneas de alta velocidad previstas para 2024 hace que se produzcan grandes cambios en los niveles de accesibilidad. El eje Cantábrico, el corredor Mediterráneo, la Y vasca y su conexión con el valle del Ebro y con Palencia, el eje extremeño y su conexión con la meseta norte, o la culminación del eje Madrid-Galicia son algunas de las nuevas líneas planificadas para este escenario según el PITVI.

Bajo esta nueva situación, la mayor parte de las capitales provinciales cuentan con varias conexiones de alta velocidad, con lo que los tiempos medios de acceso se reducen considerablemente en la totalidad del territorio peninsular.

Las isócronas de tiempos medios de acceso siguen mostrando el mismo patrón centro periferia pero, para este escenario, se produce una expansión de las áreas de alta accesibilidad en forma radial desde Madrid. En el Mapa 4 podemos comprobar como gran parte de la meseta norte goza de una elevada accesibilidad bajo esta previsión, así como Castilla la Mancha y la Comunidad Valenciana. La elevada densidad de la red también provoca que se forme una isla de isócronas inferiores a 4 horas alrededor de las estaciones de Lleida y Tarragona.

El desarrollo de las nuevas líneas en el oeste peninsular favorece a la región de Extremadura, donde se forma un corredor con valores de accesibilidad notorios que incluye las ciudades de Plasencia, Cáceres y Mérida, llegando en algunas zonas hasta la frontera con Portugal.

Por otra parte vemos como las conexiones del AVE gallego con la meseta norte y la cornisa cantábrica provocan un elevado incremento en los niveles de accesibilidad de la región. Lo mismo sucede en el sur donde se aprecia un descenso notable en los tiempos medios de acceso, gracias al nuevo eje Mediterráneo que discurre bordeando la costa andaluza. En esta región también se aprecia la formación de un corredor a lo largo del eje que une Guadix y Antequera, el cual discurre paralelo al anterior y mantiene conexión con el mismo en Almería y Algeciras.

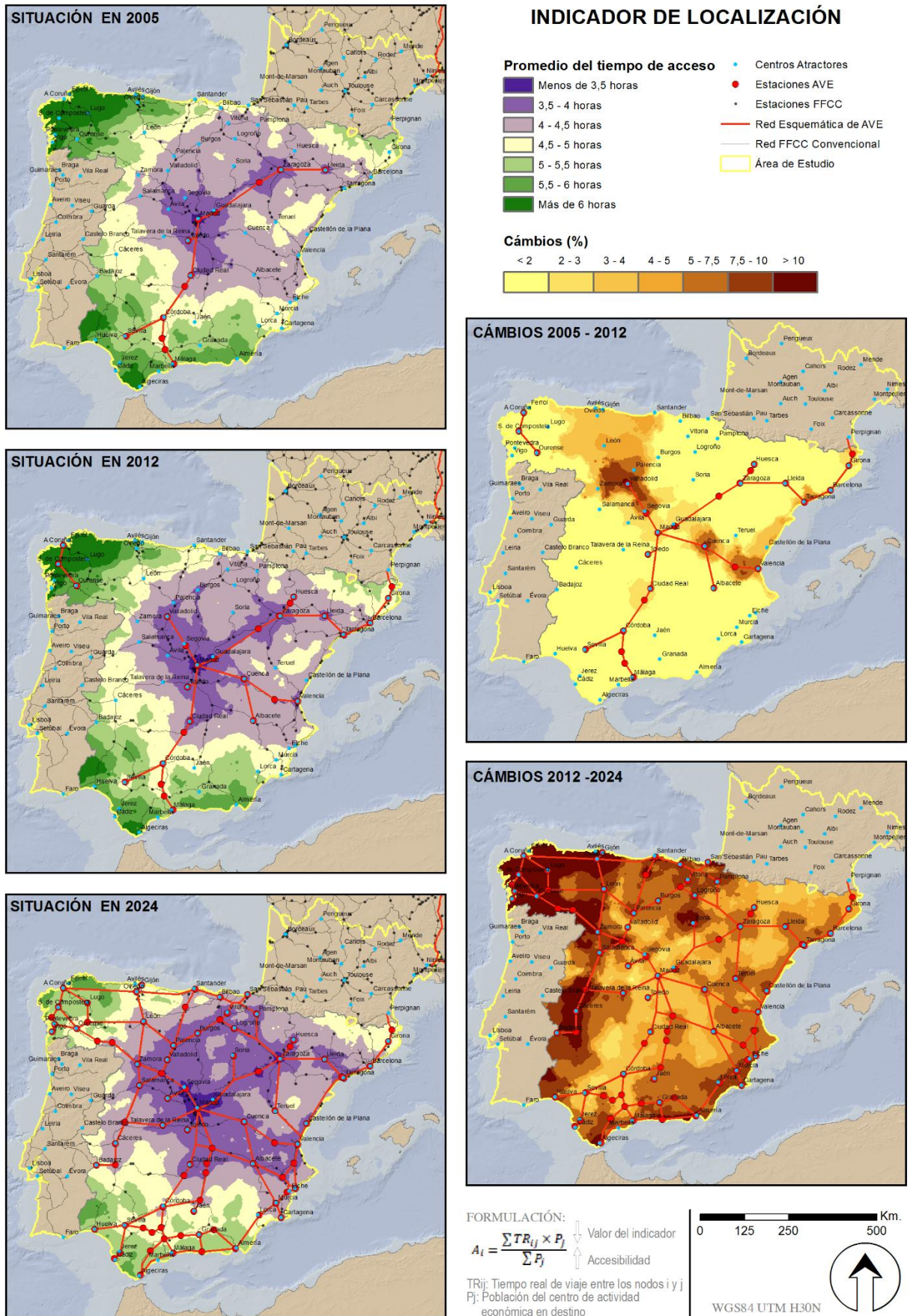
Es de destacar que bajo este nuevo escenario todo el territorio peninsular goza de unos tiempos medios de acceso inferiores a 6 horas, lo cual pone de manifiesto la eficacia de la que goza este medio de transporte con respecto al resto de medios de transporte terrestre.

Como era de esperar, en el mapa de cambios 2012-2024 apreciamos como las regiones más beneficiadas con esta nueva planificación son aquellas que no contaban con conexiones de alta velocidad con el resto de la península, esto es, Galicia, la cornisa Cantábrica y Extremadura, donde las diferencias superan el 10% con respecto del anterior escenario. Las diferencias menos significativas, aunque notables, las encontramos alrededor del preexistente eje Madrid-Sevilla.

Analizando los datos numéricos de la Tabla 2 observamos como las cuatro capitales gallegas junto con la capital asturiana suman mejoras superiores al 15%. Otras capitales beneficiadas son las extremeñas y las castellano-leonesas, que mejoran sus tiempos de acceso alrededor del 10%. Del mismo modo, el eje Mediterráneo mejora sustancialmente los tiempos medios de acceso para las ciudades de Castellón, Valencia, Alicante, Murcia y Almería.

Indicador de Localización Resultados en los principales centros de actividad económica (horas).					
CIUDAD	2005	2012	2024	Diferencias (%) 2005 - 2012	Diferencias (%) 2012 - 2024
A Coruña	6,60	6,52	5,37	1,19	17,70
Albacete	4,16	4,10	3,92	1,58	4,37
Alicante	4,48	4,46	4,11	0,50	7,80
Almería	5,61	5,59	4,98	0,28	10,87
Ávila	3,85	3,77	3,60	2,07	4,61
Badajoz	5,17	5,12	4,63	0,98	9,60
Barcelona	4,44	4,27	4,04	3,80	5,30
Bilbao	4,54	4,49	4,06	1,00	9,68
Burgos	4,03	3,95	3,67	1,83	7,10
Cáceres	4,80	4,75	4,22	1,06	11,14
Cádiz	5,90	5,82	5,40	1,51	7,11
Castellón de la Plana	4,32	4,15	3,82	3,94	8,07
Ciudad Real	3,97	3,89	3,71	2,24	4,48
Córdoba	4,75	4,66	4,48	1,97	3,76
Cuenca	4,26	3,93	3,71	7,88	5,42
Girona	4,83	4,71	4,48	2,48	4,77
Granada	5,31	5,29	4,90	0,37	7,40
Guadalajara	3,54	3,45	3,28	2,59	4,74
Huelva	5,82	5,74	5,24	1,33	8,69
Huesca	4,09	4,06	3,88	0,58	4,58
Jaén	4,91	4,89	4,55	0,33	6,89
León	4,79	4,59	4,14	4,25	9,73
Lleida	3,92	3,91	3,69	0,32	5,71
Logroño	4,21	4,18	3,79	0,79	9,18
Lugo	6,24	6,16	5,20	1,28	15,60
Madrid	3,45	3,35	3,20	2,97	4,47
Málaga	5,34	5,25	4,96	1,76	5,48
Murcia	4,63	4,59	4,22	1,00	8,04
Ourense	5,72	5,65	4,72	1,14	16,55
Oviedo	5,65	5,45	4,49	3,55	17,66
Palencia	4,19	3,93	3,62	6,22	7,99
Pamplona	4,19	4,16	3,75	0,69	9,70
Pontevedra	6,35	6,28	5,04	1,03	19,71
Salamanca	4,15	4,08	3,74	1,84	8,26
San Sebastián	4,57	4,55	4,04	0,64	11,19
Santander	4,95	4,76	4,15	3,87	12,90
Segovia	3,83	3,57	3,36	6,88	5,99
Sevilla	4,96	4,87	4,71	1,83	3,27
Soria	4,18	4,14	3,71	1,12	10,27
Tarragona	4,22	3,98	3,73	5,71	6,29
Teruel	4,50	4,42	4,09	1,70	7,42
Toledo	3,81	3,74	3,60	1,78	3,58
Valencia	4,16	3,91	3,62	6,01	7,48
Valladolid	4,14	3,72	3,57	10,03	4,06
Vitoria	4,27	4,23	3,87	1,06	8,36
Zamora	4,42	4,24	3,80	4,00	10,36
Zaragoza	3,75	3,70	3,46	1,33	6,53

**Tabla 2:** Resultados del indicador de localización en España.  
Elaboración propia.



Mapa 4: Indicador de localización en España. Elaboración propia.

#### IV.1.2 Francia

Como se puede apreciar en el Mapa 5, el indicador de localización muestra un patrón centro-periferia desplazado claramente hacia el norte, donde se ubica París y otras capitales regionales que forman un conglomerado urbano densamente poblado. Además, al norte de Francia también se han considerado otras grandes ciudades como Bruselas, Frankfurt, Stuttgart o Colonia, que tienden a desplazar el centro de gravedad de la actividad económica hacia el nordeste.

Alrededor de París se observa el área de máxima accesibilidad con tiempos medios inferiores a 3,5 horas, englobando algunas ciudades cercanas a la capital. A continuación se extiende un área concéntrica a la anterior que ocupa la mayor parte del centro del país. Las líneas de alta velocidad París-Marsella, hacia el sur, y París-Lille, hacia el norte, abren sendos corredores de alta accesibilidad que incluyen ambos extremos del país dentro de la isócrona inferior a 4 horas.

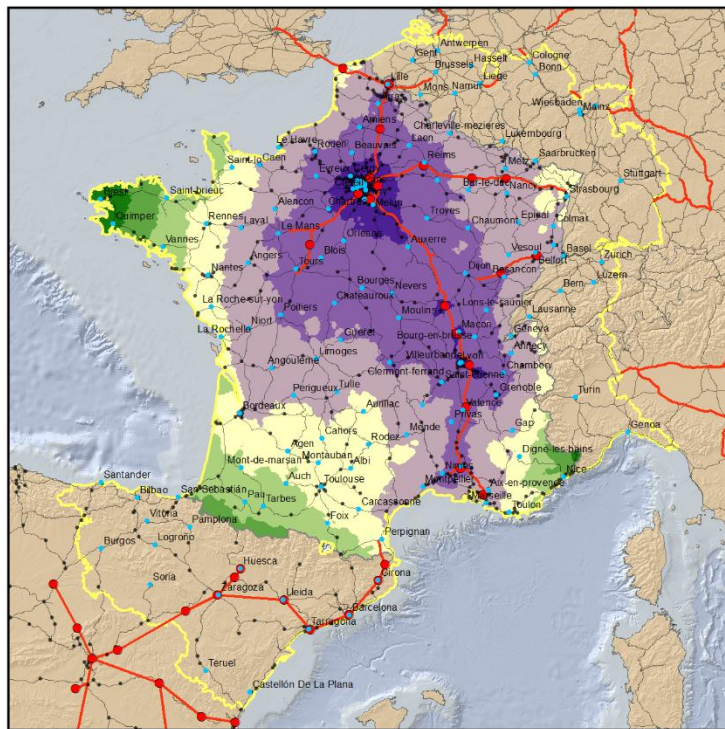
En rasgos generales podemos afirmar que la gran mayoría de capitales cuenta con un notable nivel de accesibilidad, encontrando los valores más bajos en zonas cercanas a los Pirineos, al oeste en Bretaña y al sureste, en las inmediaciones de la frontera franco-italiana.

#### INDICADOR DE LOCALIZACIÓN

SITUACIÓN EN 2012

- Centros Atractores
  - Estaciones AVE
  - Estaciones FFCC
  - Líneas de Alta Velocidad
  - Red FFCC Convencional
  - Área de Estudio
- Promedio del tiempo de acceso**
- < 3,5 horas
  - 3,5 - 4 horas
  - 4 - 4,5 horas
  - 4,5 - 5 horas
  - 5 - 5,5 horas
  - 5,5 - 6 horas
  - > 6 horas

RGF93 LAMBERT 93  
0 125 250 500 Km.



**Mapa 5:** Indicador de localización en Francia.

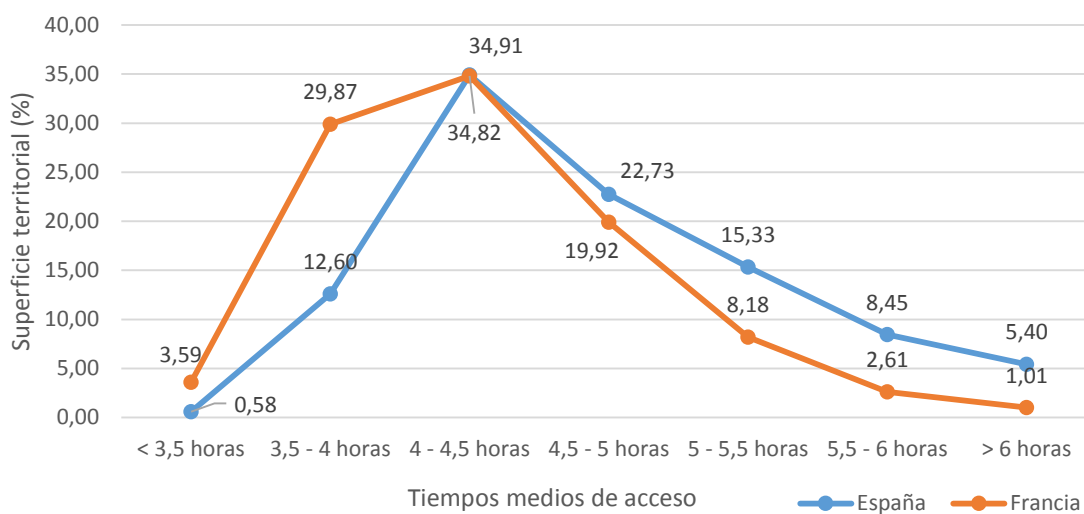
*Elaboración propia.*

### IV.1.3 Comparativa de la situación actual

Observando el Gráfico 1 comprobamos como la superficie que ocupan las distintas categorías, según las cuales hemos clasificado el indicador de localización, siguen una tendencia similar en ambos países aunque con matices.

El área de máxima accesibilidad en Francia es ligeramente mayor que en España, pero en ningún caso supera el 5% de la superficie del país. En la siguiente categoría de isócronas, con un tiempo medio de acceso entre 3,5 y 4 horas, Francia obtiene una clara ventaja sobre España incluyendo el 30% de su territorio dentro de este rango. En las siguientes categorías ambos países tienden a igualar los registros, aunque España presenta mayor parte de su territorio incluido en las categorías con peores tiempos.

El área de máxima accesibilidad en Francia es de mayor tamaño debido en parte al anillo de alta velocidad que rodea París en su zona este. Esta circunvalación conecta las distintas líneas de alta velocidad sin necesidad de pasar por la capital, lo que supone un considerable ahorro de tiempo.



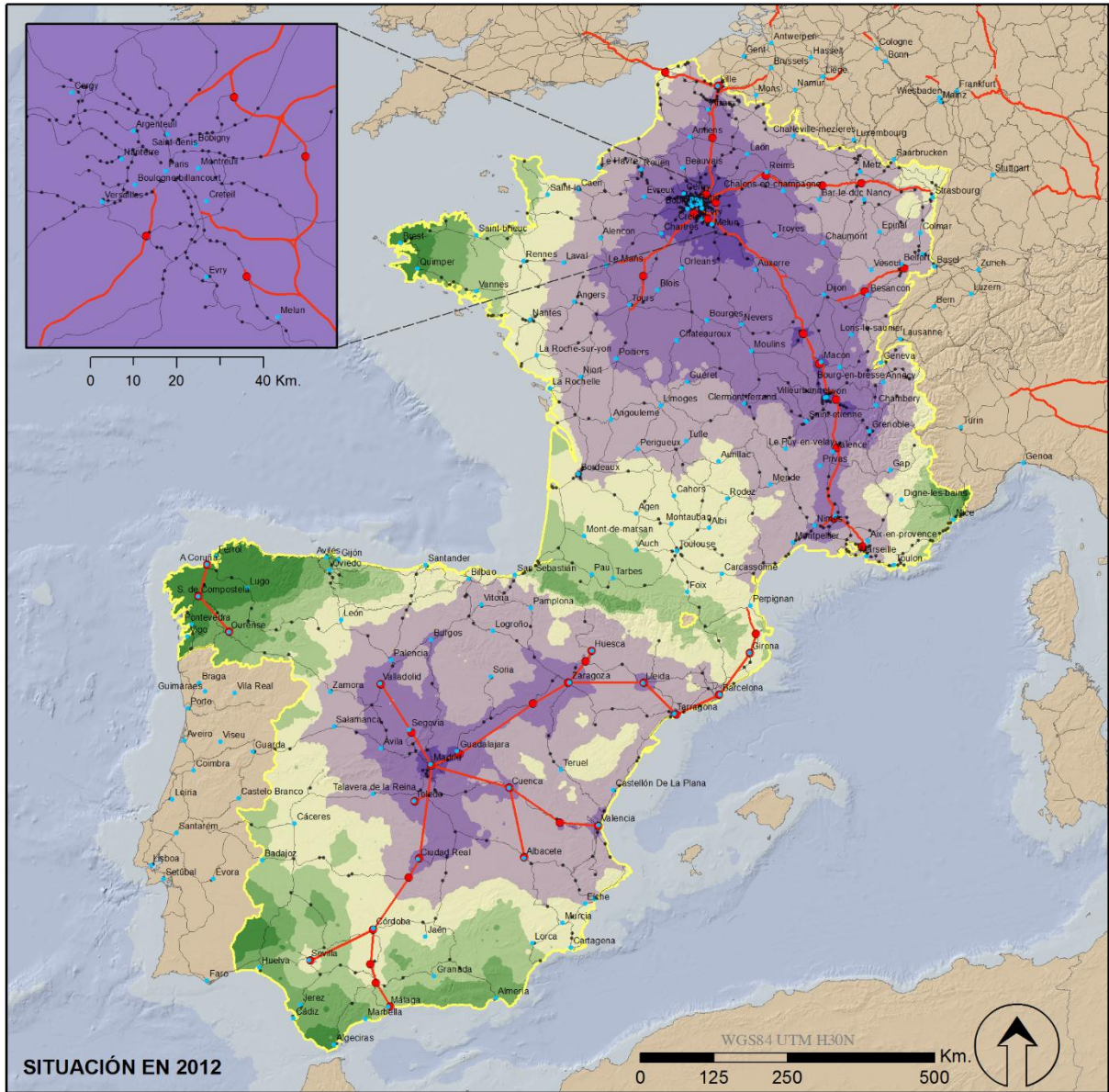
**Gráfico 1:** Superficie cubierta por niveles de isócronas. *Elaboración propia.*

En el Mapa 6, donde se representa el indicador de localización para ambos países, podemos ver como la red multimodal francesa ofrece unos tiempos de viaje más eficientes que la española, conectando mayor parte de su territorio en un tiempo medio inferior a las 4 horas. También se observa la influencia distorsionadora que producen las líneas de alta velocidad sobre las isócronas en ambos países, generando corredores e islas en zonas servidas por las estaciones.

Las zonas costeras de la periferia comparten los peores tiempos en ambos casos, salvo algunas excepciones donde la presencia de estaciones de alta velocidad equipara los tiempos

con los de la zona centro. Otras barreras físicas como la cordillera pirenaica suponen una clara limitación para el transporte terrestre, incrementando el tiempo del desplazamiento.

**INDICADOR DE LOCALIZACIÓN  
COMPARATIVA ESPAÑA - FRANCIA**



SITUACIÓN EN 2012

**Promedio del tiempo de acceso**

- < 3,5 horas
- 3,5 - 4 horas
- 4 - 4,5 horas
- 4,5 - 5 horas
- 5 - 5,5 horas
- 5,5 - 6 horas
- > 6 horas

- Centros Atractores
- Estaciones Alta Velocidad
- Estaciones FFCC
- Líneas de Alta Velocidad
- Red FFCC Convencional

**Mapa 6: Comparativa del indicador de localización en España y Francia.**  
Elaboración propia.

## IV.2 Indicador de potencial económico

El indicador de potencial económico expresa la mejora en las infraestructuras de manera inversamente proporcional a la distancia, por lo que aquellos municipios que estén más cerca y mejor comunicados con los centros de actividad económica registraran mayores niveles de potencial económico. Por otra parte, cuando tenemos varios centros de actividad económica bien comunicados entre sí, se tienden a formar corredores de mayor potencial económico.

A continuación se presentan los resultados obtenidos.

### IV.2.1 España

#### ❖ Situación 2005

En el Mapa 7 se aprecia claramente la influencia que ejercen las grandes ciudades sobre este indicador en dos sentidos, por un lado concentran gran cantidad de población, además están rodeadas de numerosos municipios con buena conexión y bajos tiempos de acceso. Esto hace que se formen islas de elevado potencial allí donde se producen estos dos fenómenos. Es el caso de Madrid, Barcelona, Valencia, Murcia, Zaragoza, Bilbao y Sevilla.

También vemos como los niveles de accesibilidad sufren una variación muy rápida de valores altos a moderados en distancias relativamente cortas.

Allí donde las infraestructuras son mejores se crean corredores de mayor potencial económico que conectan a los centros de actividad. Lo podemos apreciar en el eje de AVE que une Sevilla con Lleida, o en las conexiones desde Madrid con País Vasco y el Levante.

Las zonas periféricas cuentan con los niveles de potencial más bajo, a excepción de la costa Mediterránea. Las mayores zonas con niveles bajos de potencial las encontramos en Extremadura, Galicia, Asturias, Cantabria y Andalucía Oriental.

#### ❖ Situación 2012

Las ampliaciones en la red de alta velocidad realizadas entre 2005 y 2012 apenas varían los resultados obtenidos anteriormente. Si observamos la Tabla 3 comprobamos como la gran mayoría de las capitales obtienen mejoras muy tímidas, apenas llegando al 1%.

Las capitales gallegas rozan el 0,5% de incremento de potencial después de mejorar su conexión interna. Valladolid y Segovia incrementan su potencial en un 10% y un 4,5% respectivamente con la nueva línea entre Madrid y Valladolid. Palencia, al estar cerca de Valladolid, es sensible a la mejora en la infraestructura y suma un incremento del 6,5%. En el

nuevo eje Madrid-Valencia Cuenca es la ciudad más favorecida, mejorando en un 10%, por ser la más cercana a Madrid. Albacete apenas llega al 1,5% de incremento y Valencia mejora su anterior registro alrededor del 4%.

Si observamos el mapa de cambios entre 2005 y 2012 vemos que se repite el mismo patrón que en el indicador de localización aunque con matices diferentes, pues ambos indicadores responden a las mismas mejoras en la red.

#### ❖ ***Situación 2024***

Las nuevas líneas de alta velocidad influyen de manera clara en el potencial económico de todo el territorio. En el Mapa 7 vemos como surgen nuevos corredores de mayor potencial económico entre ciudades menos densamente pobladas. Es el caso de la meseta norte, donde aparecen nuevos pasillos de mayor potencial que conectan el centro peninsular con Galicia, Asturias y Cantabria. En Extremadura también se forma un corredor que tiende a continuar hacia Sevilla.

La densa red planificada para Andalucía conecta todas las capitales provinciales creando pasillos de mayor potencial económico y mejorando notablemente los registros de 2012.

Por el contrario, aquellas zonas que ya gozaban de valores de potencial elevados son las menos sensibles a la mejora en las infraestructuras, tal y como se aprecia en la Tabla 3 y en el mapa de cambios 2012-2024. Si observamos este mapa, apreciamos como la zona más favorecida por las nuevas líneas de alta velocidad es el noroeste peninsular, registrando incrementos superiores al 10% en su nivel de potencial económico. Alicante, Murcia y la costa del Mar de Alborán también suman valores significativos, al igual que la provincia de Jaén y la región de Extremadura.

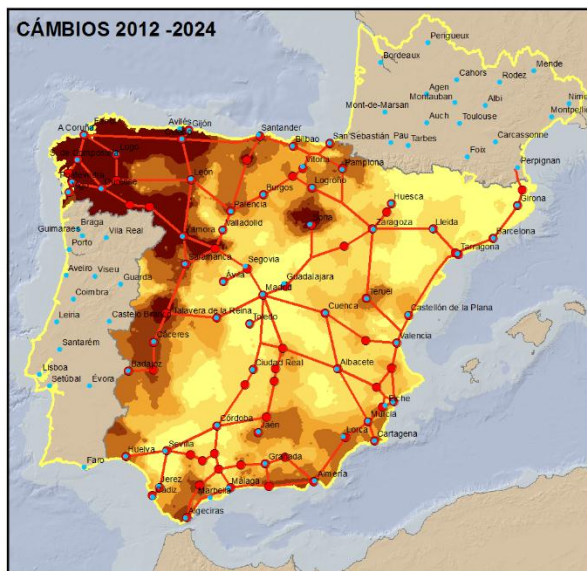
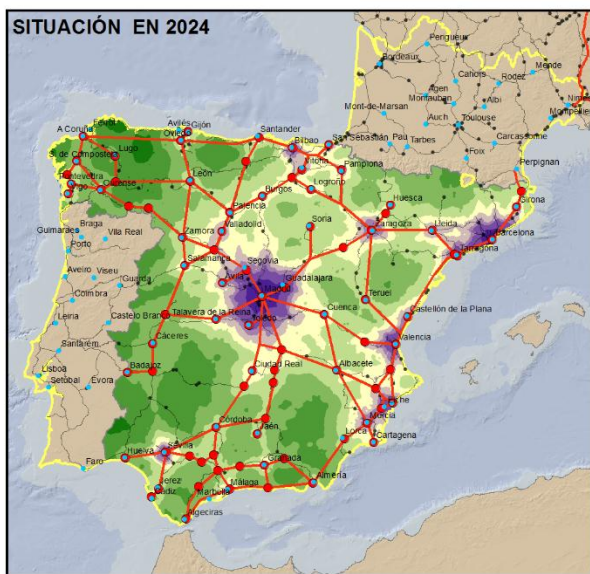
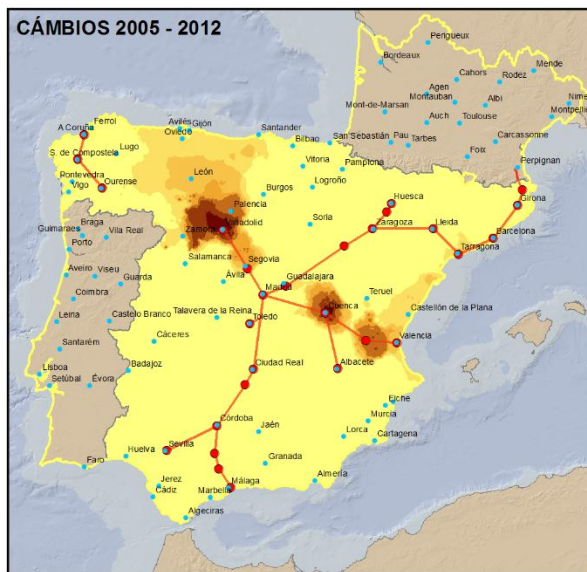
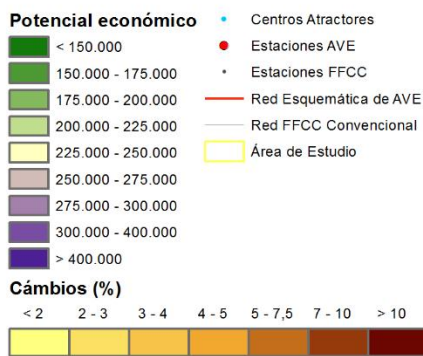
En los resultados numéricos queda de manifiesto la clara mejoría de A Coruña, Lugo, Soria y Zamora en un 12%, Ourense y Pontevedra con un 14% y Oviedo con un 15%.

Indicador de Potencial Económico Resultados en los principales centros de actividad económica					
CIUDAD	2005	2012	2024	Diferencias (%) 2005 - 2012	Diferencias (%) 2012 - 2024
A Coruña	173.686	174.537	196.141	0,49	12,38
Albacete	217.937	221.152	226.093	1,48	2,23
Alicante	287.425	287.965	299.131	0,19	3,88
Almería	190.130	190.345	205.854	0,11	8,15
Ávila	254.079	256.875	263.818	1,10	2,70
Badajoz	169.480	170.090	181.057	0,36	6,45
Barcelona	596.240	601.298	606.271	0,85	0,83
Bilbao	296.102	297.247	312.116	0,39	5,00
Burgos	233.140	235.352	246.280	0,95	4,64
Cáceres	179.293	180.040	195.323	0,42	8,49
Cádiz	201.028	202.136	210.608	0,55	4,19
Castellón de la Plana	268.181	275.315	286.523	2,66	4,07
Ciudad Real	234.453	237.422	243.155	1,27	2,41
Córdoba	202.631	204.577	208.980	0,96	2,15
Cuenca	209.889	230.508	238.647	9,82	3,53
Girona	253.685	256.445	260.345	1,09	1,52
Granada	223.116	223.393	231.828	0,12	3,78
Guadalajara	387.032	392.325	398.691	1,37	1,62
Huelva	177.095	178.002	189.247	0,51	6,32
Huesca	219.174	220.242	225.317	0,49	2,30
Jaén	196.239	196.530	206.773	0,15	5,21
León	193.081	199.482	217.325	3,32	8,94
Lleida	258.347	258.929	266.172	0,23	2,80
Logroño	225.350	226.943	242.338	0,71	6,78
Lugo	154.107	155.060	173.899	0,62	12,15
Madrid	673.814	680.369	686.941	0,97	0,97
Málaga	244.808	246.284	253.202	0,60	2,81
Murcia	270.880	272.311	284.722	0,53	4,56
Ourense	176.299	177.195	202.358	0,51	14,20
Oviedo	195.360	199.562	230.688	2,15	15,60
Palencia	217.212	231.150	247.403	6,42	7,03
Pamplona	241.591	243.076	261.863	0,61	7,73
Pontevedra	197.784	198.491	225.361	0,36	13,54
Salamanca	219.213	221.245	238.774	0,93	7,92
San Sebastián	247.946	248.827	265.234	0,36	6,59
Santander	212.385	217.188	238.114	2,26	9,63
Segovia	274.484	286.417	296.231	4,35	3,43
Sevilla	304.132	305.709	309.410	0,52	1,21
Soria	200.887	202.728	225.186	0,92	11,08
Tarragona	300.746	310.341	317.720	3,19	2,38
Teruel	191.586	194.411	205.887	1,47	5,90
Toledo	308.021	310.494	314.832	0,80	1,40
Valencia	375.462	389.330	399.793	3,69	2,69
Valladolid	243.274	267.449	274.585	9,94	2,67
Vitoria	248.449	249.781	262.021	0,54	4,90
Zamora	197.051	202.942	228.235	2,99	12,46
Zaragoza	286.045	290.064	300.246	1,41	3,51

**Tabla 3:** Resultados del indicador de potencial económico en España.  
Elaboración propia.



**INDICADOR DE POTENCIAL ECONÓMICO**

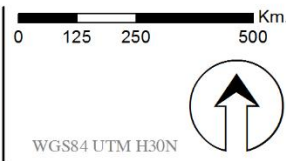


FORMULACIÓN:

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

↑ Valor del indicador  
↑ Accesibilidad

TR<sub>ij</sub>: Tiempo real de viaje entre los nodos i y j  
P<sub>j</sub>: Población del centro de actividad económica en destino



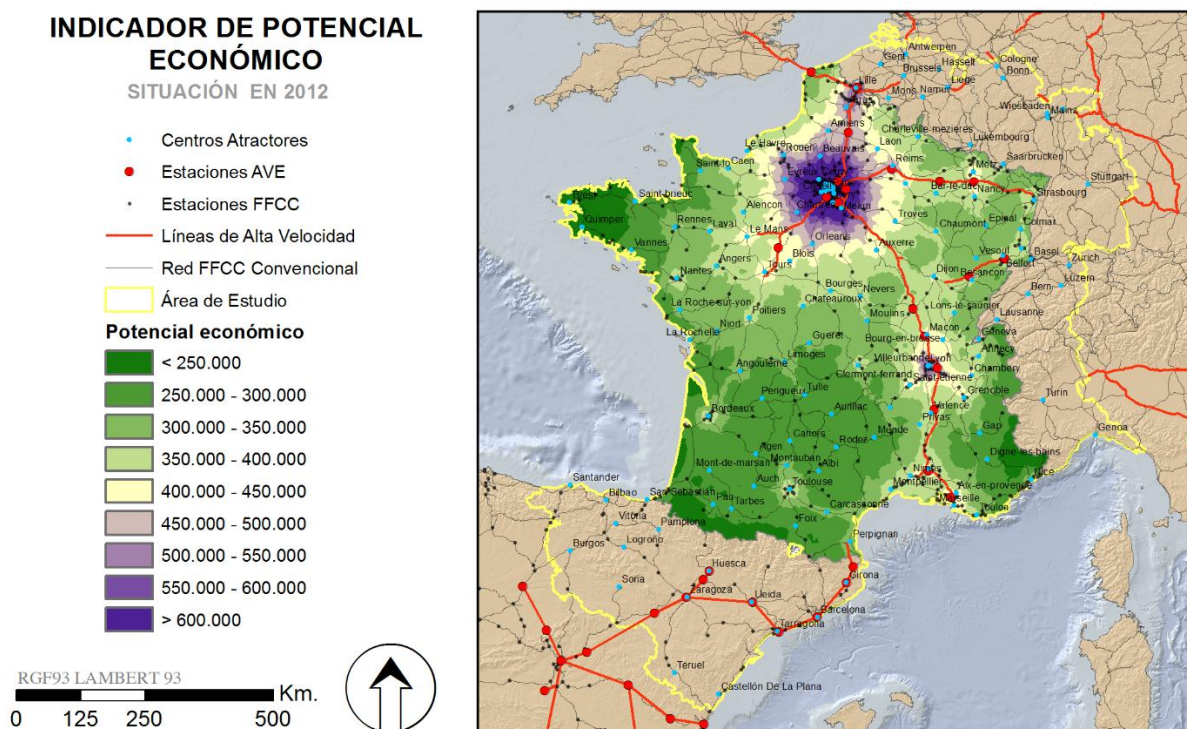
Mapa 7: Indicador de potencial económico en España. Elaboración propia.

#### IV.2.2 Francia

En el Mapa 8 se muestran los resultados obtenidos en Francia para el indicador de potencial económico. Se aprecia una gran isla de alto potencial alrededor de París y otra isla más pequeña en Lyon, las dos zonas más densamente pobladas de Francia. Al contrario que para el caso de España, donde encontrábamos varias zonas con elevado potencial, en Francia la situación está más polarizada ya que solamente tenemos un centro de actividad económica muy grande y otro mucho más pequeño. Este hecho es debido a que París posee muy buena conexión con otros centros de actividad económica que le son cercanos, además esta región representa el 20% del factor de peso considerado, la población residente en áreas metropolitanas.

Desde París hacia el norte aparece un corredor de alto potencial que une la capital con Lille. Otros corredores menos marcados los encontramos hacia el este, sobre la línea de alta velocidad París-Estrasburgo y hacia el sur, acompañando a la línea París-Marsella.

Al igual que sucede en el indicador de localización, las regiones que registran menor potencial son el extremo oeste de Bretaña, la zona de los Pirineos y las estribaciones de los Alpes al suroeste del país.



**Mapa 8:** Indicador de potencial económico en Francia.  
*Elaboración propia.*

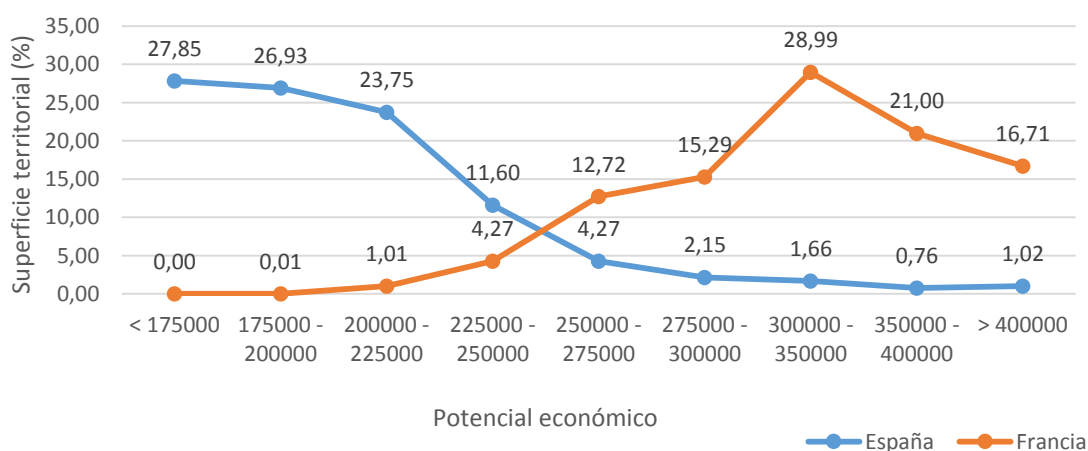
### IV.2.3 Comparativa de la situación actual

Al comparar gráficamente los registros de ambos países bajo una misma escala de potencial se aprecia claramente la diferencia cuantitativa que existe entre ambos, según el indicador de potencial económico que se presenta en el Mapa 9. Esta diferencia se produce en todos los niveles de potencial y a escala nacional.

Debemos tener en cuenta los siguientes factores a la hora de interpretar los resultados.

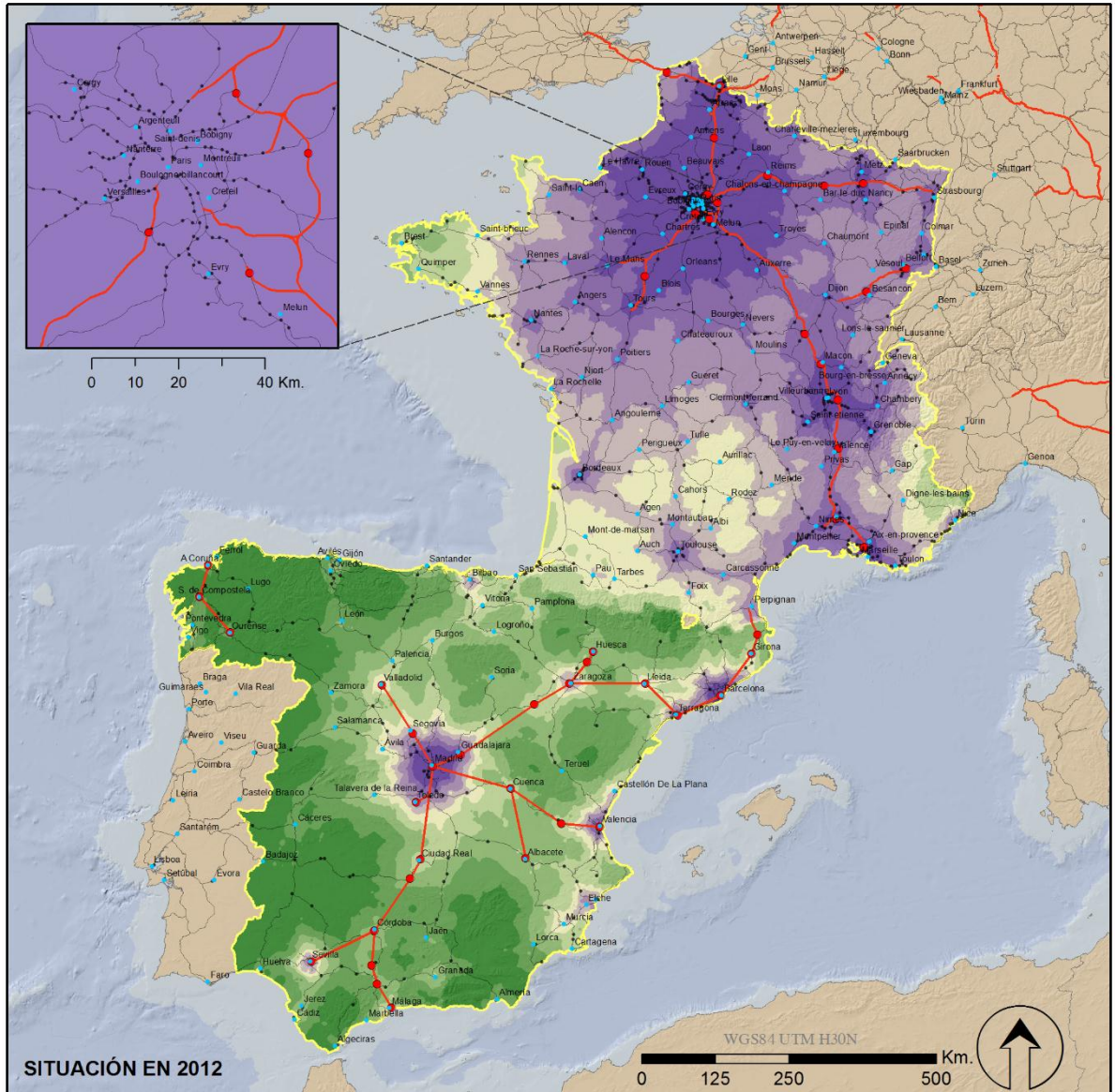
Para la situación de 2012 ambos países cuentan con similar número de kilómetros de alta velocidad, aunque la red de ferrocarril convencional en Francia es mucho más densa que en España. En cuanto a carreteras, la red española es algo más densa que la francesa, tanto en vías convencionales como de gran capacidad. Por otra parte, la distribución de los centros de actividad económica es más homogénea en Francia que en España, encontrándose más cerca unos de otros y distribuyendo mejor el potencial por todo el territorio. Esto hace que los municipios franceses, algo más de 36.000, sumen un mayor número de rutas cortas y medias que los municipios españoles, cerca de 8.000, los cuales muchas veces se localizan en zonas alejadas de los centros de actividad económica considerados. En estos casos, el “*distance decay*” hace que el sumatorio de los tiempos de viaje ponderados sea muy bajo, mientras que los municipios con varios centros de actividad económica relativamente cerca obtienen valores elevados.

Tras estos razonamientos y basándonos en los resultados del indicador de localización, que como vimos no presentaba tantas diferencias entre ambos países, podemos afirmar que el “*distance decay*” es un factor determinante a la hora de comparar el nivel de potencial de dos países, sin olvidar que el peso total, la población, será diferente en cada país.



**Gráfico 2:** Superficie cubierta por niveles de potencial económico.  
Elaboración propia.

### INDICADOR DE POTENCIAL ECONÓMICO COMPARATIVA ESPAÑA - FRANCIA



**Mapa 9:** Comparativa del indicador de potencial económico en España y Francia.  
Elaboración propia.

### IV.3 Indicador de potencial turístico

Este indicador tiene las mismas características que el de potencial económico, pues ambos responden a la misma formulación, pero en este caso la atracción pasa a estar en los puntos turísticos y su factor de peso es la capacidad hotelera.

En el Anexo 1 se adjunta el Mapa 20, en el que se describe cuantitativamente la capacidad hotelera de los puntos de interés turístico en la zona de estudio.

#### IV.3.1 España

##### ❖ Situación 2005

En el Mapa 10 podemos apreciar cómo aparece una gran isla de potencial turístico alrededor de Madrid, Toledo y Guadalajara, pues concentran gran número de plazas de hotel. Al incluir los sitios costeros con mayor poder de atracción para el turismo, vemos como se forma una franja de elevado potencial en toda la costa mediterránea, intensificándose en Cataluña, Valencia, Alicante y la Costa del Sol. Algunas islas de potencial turístico más pequeñas se localizan en Zaragoza, Sevilla y Granada.

En rasgos generales, la franja este peninsular cuenta con mejores niveles de potencial turístico que la franja oeste, siendo las regiones del noroeste de Castilla y León, Galicia y Asturias las que registran los niveles más bajos.

En el Mapa 22 del Anexo 1 se aprecia claramente como el centro de gravedad de la actividad turística está desplazado hacia la franja mediterránea.

##### ❖ Situación 2012

En 2012 no se producen grandes cambios para el indicador de potencial turístico, siendo Castilla León la región más beneficiada por la ampliación de la red de AVE. La región de Cataluña apenas incrementa su potencial turístico con el nuevo tramo de alta velocidad, puesto que ya contaba con un nivel muy elevado en toda su franja costera. Cuenca, al estar a media distancia entre Madrid y Valencia, incrementa su potencial turístico notablemente al contar con conexión de AVE con ambos puntos turísticos.

Si nos fijamos en los valores numéricos de la Tabla 4 comprobamos como la mayor parte de los puntos de interés turístico suman mejoras inferiores al 1%. Destacan ligeramente Santander, Valencia, Gijón y Oviedo con mejoras que oscilan entre el 2 y el 3%.

❖ **Situación 2024**

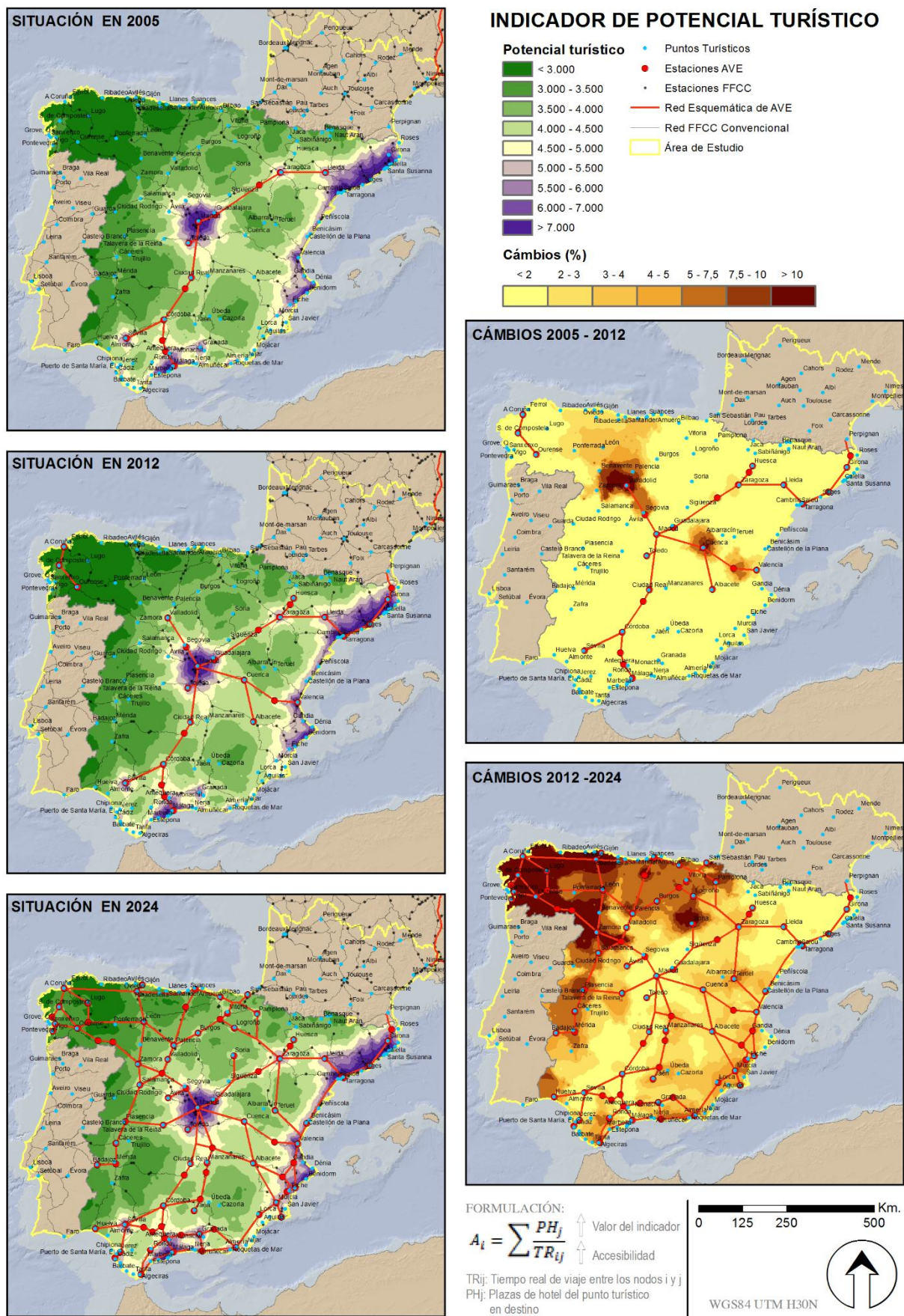
En el Mapa 10 vemos que la nueva configuración de la red de alta velocidad diluye en cierta medida las diferencias centro periferia que encontrábamos en la franja oeste peninsular con el anterior estado de la red. De este modo, aparecen corredores desde Madrid hacia los sitios turísticos de Galicia, Asturias, Cantabria y Extremadura. En el este peninsular no se producen grandes cambios, pues la mayor parte del potencial turístico se concentraba en la costa mediterránea.

En el mapa de cambios 2012-2024 encontramos grandes mejoras en Galicia, Asturias, Cantabria, País Vasco, Castilla León y Extremadura. En el extremo este, las regiones de costa salen más beneficiadas que las de la franja interior.

En la Tabla 4 vemos como los puntos turísticos más beneficiados tras las nuevas conexiones de alta velocidad son A Coruña, Gijón, Oviedo, Santiago de Compostela, Santander, Sanxenxo y Vigo, con incrementos que oscilan entre el 10 y el 15%.

Indicador de Potencial Turístico Resultados en los principales puntos de interés turístico.					
CIUDAD	2005	2012	2024	Diferencia (%) 2005 - 2012	Diferencia (%) 2012 - 2024
A Coruña	2.826	2.843	3.227	0,60	13,49
Alicante	6.506	6.514	6.753	0,13	3,66
Almería	5.128	5.132	5.421	0,06	5,65
Almonte	3.875	3.893	3.995	0,46	2,64
Almuñécar	5.205	5.211	5.457	0,11	4,73
Barcelona	12.298	12.373	12.460	0,61	0,70
Benalmádena	7.816	7.840	7.975	0,31	1,72
Benidorm	8.023	8.032	8.183	0,11	1,88
Bilbao	3.892	3.923	4.244	0,81	8,16
Córdoba	4.357	4.389	4.466	0,73	1,75
Calella	10.678	10.680	10.757	0,02	0,72
Cambrils	8.935	9.047	9.184	1,25	1,52
Cartagena	4.812	4.822	5.042	0,21	4,55
Chiclana de la Frontera	4.995	5.013	5.163	0,35	2,99
Conil de la Frontera	4.776	4.793	4.958	0,35	3,44
Estepona	4.952	4.973	5.165	0,42	3,85
Fuengirola	7.892	7.916	8.048	0,30	1,66
Gandía	5.868	5.943	6.063	1,28	2,02
Gijón	3.351	3.428	3.913	2,28	14,14
Granada	5.620	5.623	5.777	0,06	2,72
Lloret de Mar	10.359	10.361	10.429	0,02	0,66
Madrid	10.500	10.601	10.717	0,97	1,09
Malgrat de Mar	11.199	11.201	11.275	0,02	0,66
Marbella	6.435	6.457	6.587	0,35	2,00
Mojácar	4.631	4.643	4.801	0,25	3,41
Málaga	7.223	7.247	7.378	0,34	1,80
Murcia	4.947	4.969	5.215	0,43	4,96
Nerja	5.351	5.365	5.557	0,26	3,57
Oviedo	3.375	3.457	3.960	2,42	14,57
Peñíscola	5.517	5.603	5.736	1,54	2,38
Platja d'Aro	6.860	6.865	6.927	0,07	0,91
Roquetas de Mar	5.301	5.304	5.593	0,06	5,44
Roses	4.992	5.057	5.121	1,30	1,27
Santiago de Compostela	3.272	3.302	3.718	0,92	12,60
Salamanca	4.069	4.103	4.416	0,84	7,61
Salou	9.202	9.330	9.464	1,39	1,44
San Sebastián	3.595	3.617	3.964	0,61	9,60
Santa Susanna	10.934	10.937	11.011	0,02	0,68
Santander	3.540	3.638	4.050	2,75	11,33
Sanxenxo	3.479	3.491	3.971	0,36	13,75
Sevilla	5.721	5.748	5.815	0,46	1,17
Sitges	8.815	8.858	8.962	0,49	1,17
Toledo	5.435	5.478	5.553	0,80	1,36
Torremolinos	7.770	7.795	7.930	0,32	1,73
Tossa de Mar	9.104	9.107	9.173	0,03	0,73
Valencia	6.358	6.556	6.765	3,11	3,20
Vigo	3.204	3.218	3.619	0,41	12,46
Zaragoza	5.191	5.283	5.462	1,78	3,38

**Tabla 4:** Resultados del indicador de potencial turístico en España.  
Elaboración propia.



Mapa 10: Indicador de potencial turístico en España. Elaboración propia.

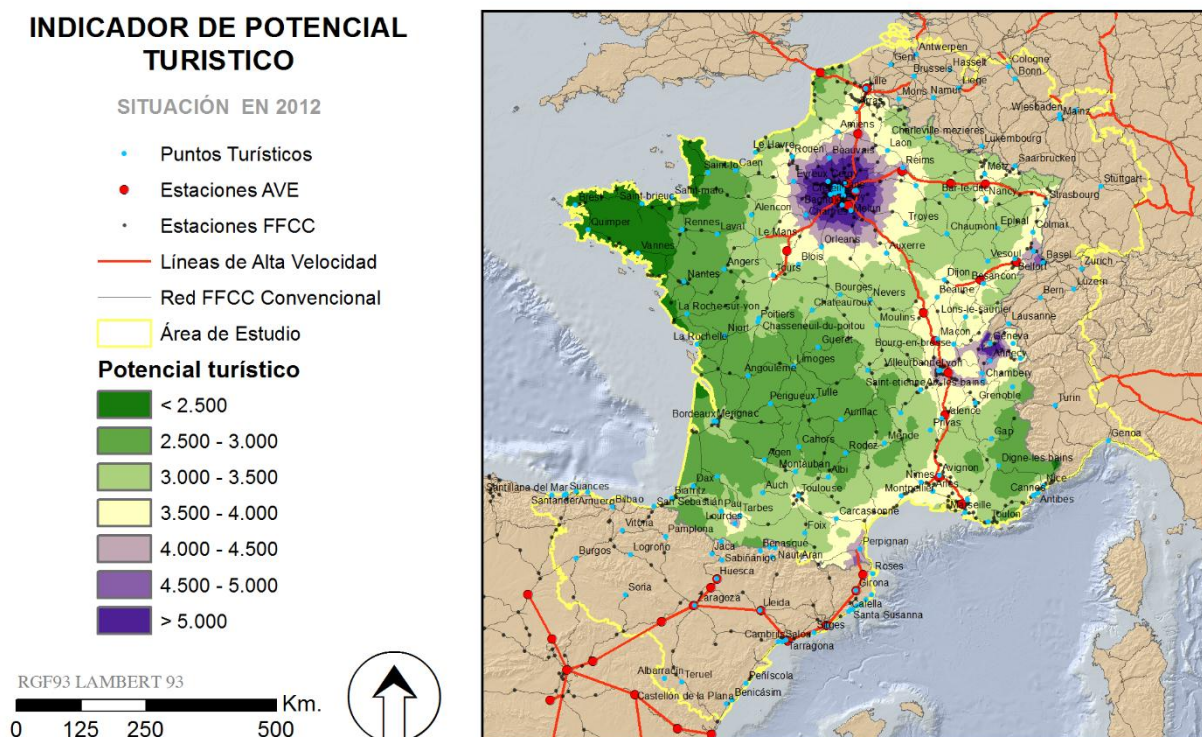
### IV.3.2 Francia

Para el caso de Francia vemos como el potencial turístico se concentra alrededor de París, que acapara la demanda turística en el país. Encontramos otro foco de mayor potencial cerca de Ginebra, en la frontera franco-suiza. Esto se debe a que las ciudades suizas son centros importantes para el turismo de congresos y para la práctica de deportes de invierno, por eso poseen una elevada capacidad hotelera.

Las líneas de alta velocidad aportan potencial turístico a las zonas por las que discurren, formando un corredor desde París hacia los puntos turísticos de la costa azul. También vemos islas de mayor potencial producidas por las estaciones de las líneas París-Estrasburgo y París-Lille.

La costa atlántica registra niveles de potencial turístico muy bajos a diferencia de la costa mediterránea, la cual muestra mayor potencial turístico debido a la influencia de los puntos turísticos en la costa catalana.

Debemos tener en cuenta que los puntos de interés turístico considerados en Francia cuentan con escasa capacidad hotelera en muchos casos porque la demanda turística de estos puntos es baja.



**Mapa 11:** Indicador de potencial turístico en Francia.  
*Elaboración propia.*

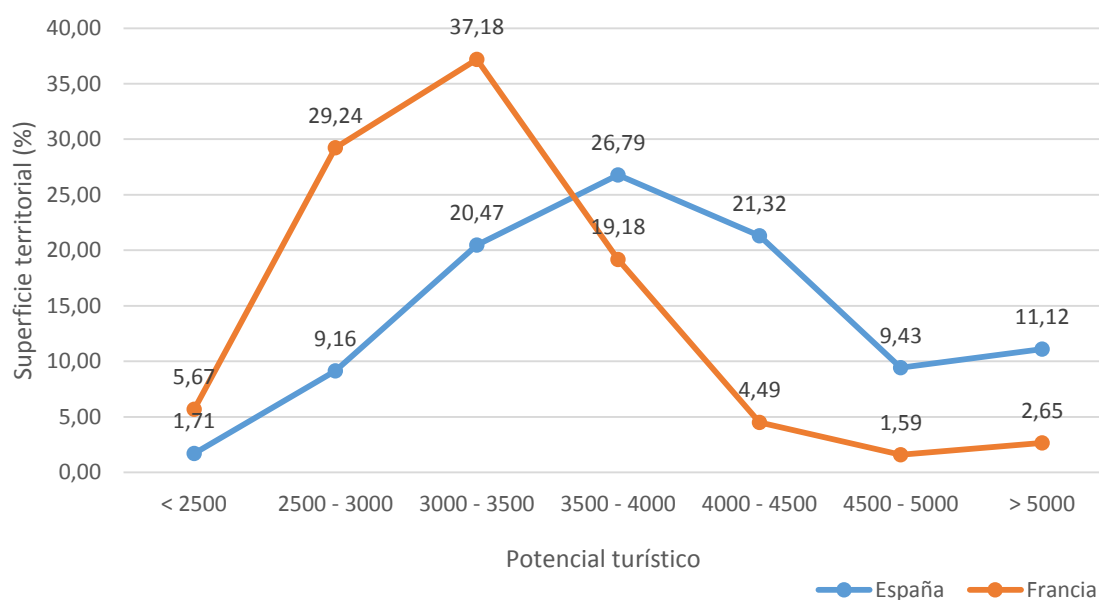
### IV.3.3 Comparativa de la situación actual

En el Mapa 12 podemos ver como el indicador de potencial turístico arroja resultados opuestos al indicador de potencial económico. En este caso España muestra unos niveles de accesibilidad muy superiores a los de Francia en la mayor parte del territorio. Esto sucede porque en España existen varios grupos de puntos de interés turístico que se concentran en el centro, en la capital, en el sur, en Andalucía y a este, a lo largo de la costa mediterránea. Esto hace que más zonas del país tengan buena conexión con algún punto de interés turístico, elevando de esta forma su potencial.

Por el contrario, en Francia solo encontramos un gran punto de potencial turístico alrededor de París y otro foco más pequeño en los Alpes franceses. Por tanto la mayoría de zonas no encuentran puntos turísticos de relevancia que les sean cercanos.

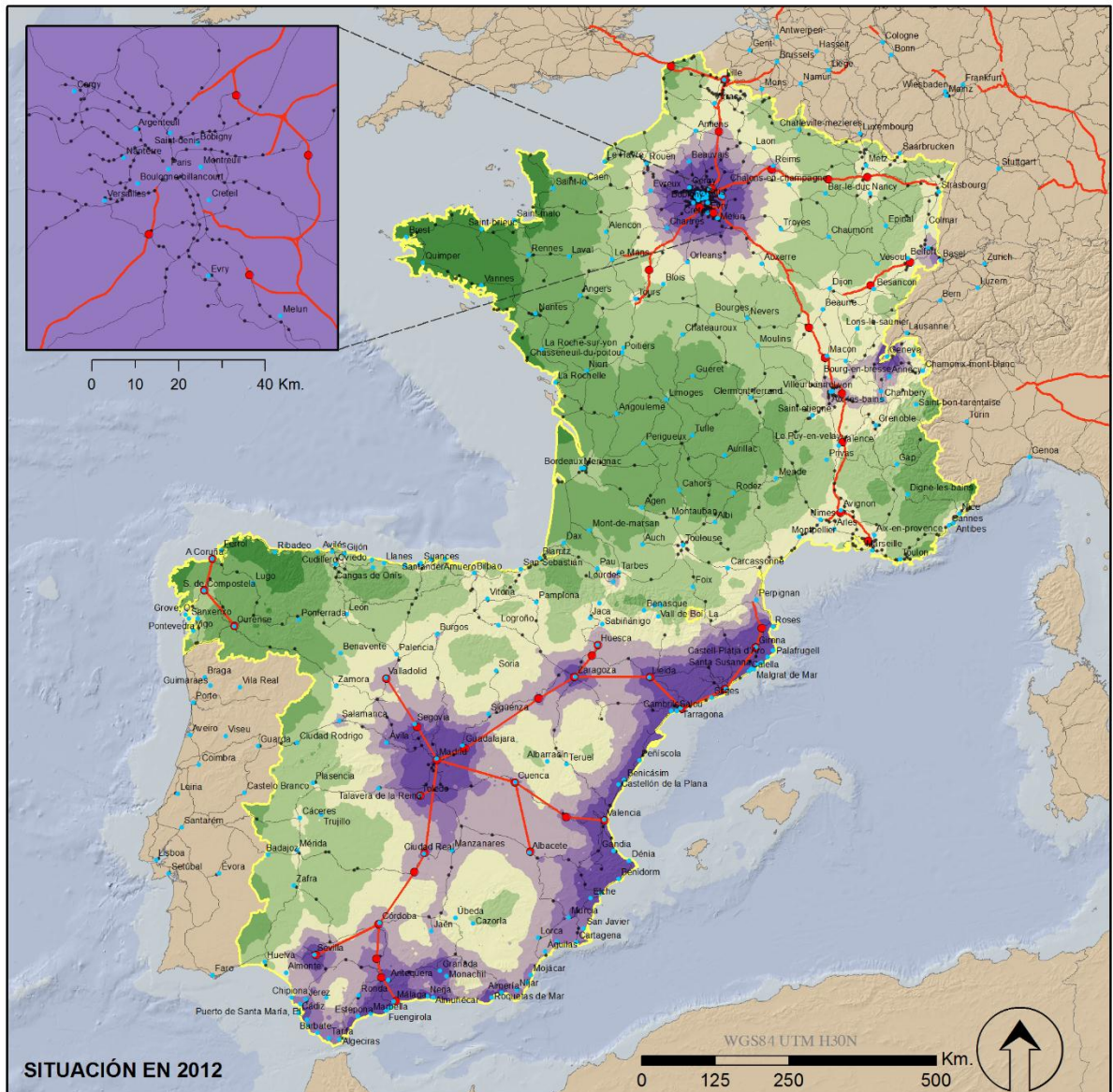
En el Mapa 12 se aprecia como las líneas de alta velocidad tienden a potenciar aquellas zonas que ya tienen alto potencial turístico, debido a que la demanda de uso hace que se acometan en primer lugar aquellas infraestructuras que conectan a la capital con las grandes zonas turísticas del país. Es el caso de toda la costa mediterránea en ambos países, la cual tiene una excelente conexión hacia Madrid o París.

El siguiente gráfico representa la superficie relativa cubierta por cada nivel de potencial turístico en ambos países.



**Gráfico 3:** Superficie cubierta por niveles de potencial turístico.  
Elaboración propia.

### INDICADOR DE POTENCIAL TURÍSTICO COMPARATIVA ESPAÑA - FRANCIA



**Mapa 12:** Comparativa del indicador de potencial turístico en España y Francia.  
Elaboración propia.

#### **IV.4 Indicador de accesibilidad diaria para negocios**

El indicador de accesibilidad diaria contabiliza para cada municipio la población de los centros de actividad económica que le son accesibles en un máximo de 3 horas, con el fin de medir de algún modo el número de oportunidades acumuladas en ese tiempo. Se pretenden simular los posibles viajes por negocios con ida y vuelta en un mismo día. Los centros de actividad económica que queden fuera de esa franja temporal no se tendrán en cuenta, por lo que la elección del umbral de tiempo condiciona fuertemente el resultado del indicador.

Hay que tener en cuenta que muchas zonas no mejorarán sus niveles de accesibilidad diaria aun cuando dispongan de mejores infraestructuras. Esto sucede cuando los tiempos de acceso a los centros de actividad económica mejoran pero se mantienen por encima del límite de tiempo fijado.

##### **IV.4.1 España**

###### **❖ Situación 2005**

En el Mapa 13 se aprecia claramente como las zonas situadas en una posición intermedia entre dos o más centros importantes de actividad económica gozan de los mayores niveles de accesibilidad diaria. Es el caso de Zaragoza y Huesca, que forman un área de máxima accesibilidad diaria al situarse en una posición privilegiada entre Madrid y Barcelona. Ocurre lo mismo en algunas zonas de Castilla la Mancha como Toledo y Ciudad Real. La Comunidad Valenciana también goza de una situación privilegiada en este sentido.

En rasgos generales las mesetas norte y sur de la península presentan unos niveles de accesibilidad aceptables al estar bajo la influencia de Madrid. También en la costa mediterránea encontramos unos niveles de accesibilidad por encima de la media, debido a que esta franja costera está más densamente poblada que la franja oeste peninsular. Por el contrario, las regiones de Andalucía en el sur y la cornisa cantábrica junto con Galicia en el norte presentan los peores registros de accesibilidad diaria.

Sobre el mapa también se aprecia la influencia que ejerce el eje de alta velocidad Málaga-Lleida, conformando un corredor de elevada accesibilidad diaria y formando islas de mayor accesibilidad alrededor de varias estaciones.

### ❖ **Situación 2012**

Para la situación de 2012 la línea Madrid - Valencia produce un aumento de la accesibilidad diaria en las provincias de Valencia y Cuenca, ya que el tiempo de ese trayecto en AVE es inferior a 3 horas. Hacia el norte, en la línea Madrid – Valladolid, también encontramos un aumento significativo de la accesibilidad alrededor de la estación de Segovia y al norte de Castilla León.

En el mapa de cambios entre 2005 y 2012 podemos observar la clara influencia que ejercen las nuevas líneas de alta velocidad sobre este indicador, puesto que reducen considerablemente los tiempos de viaje entre los distintos centros de actividad económica.

En la Tabla 5 vemos como se producen aumentos muy significativos en varias ciudades. La ciudad más beneficiada es León, que aumenta su nivel de accesibilidad diaria en un 94% seguida de Valencia, con un 53% y Castellón con un 41%. Otras ciudades que suman alrededor de un 20% son Cuenca, Guadalajara, Segovia y Teruel. Madrid suma un 15% con las nuevas líneas radiales construidas. Por el contrario, un gran número de ciudades no sufren cambios con respecto a la anterior situación por no alcanzar nuevos centros de actividad económica en la franja temporal definida.

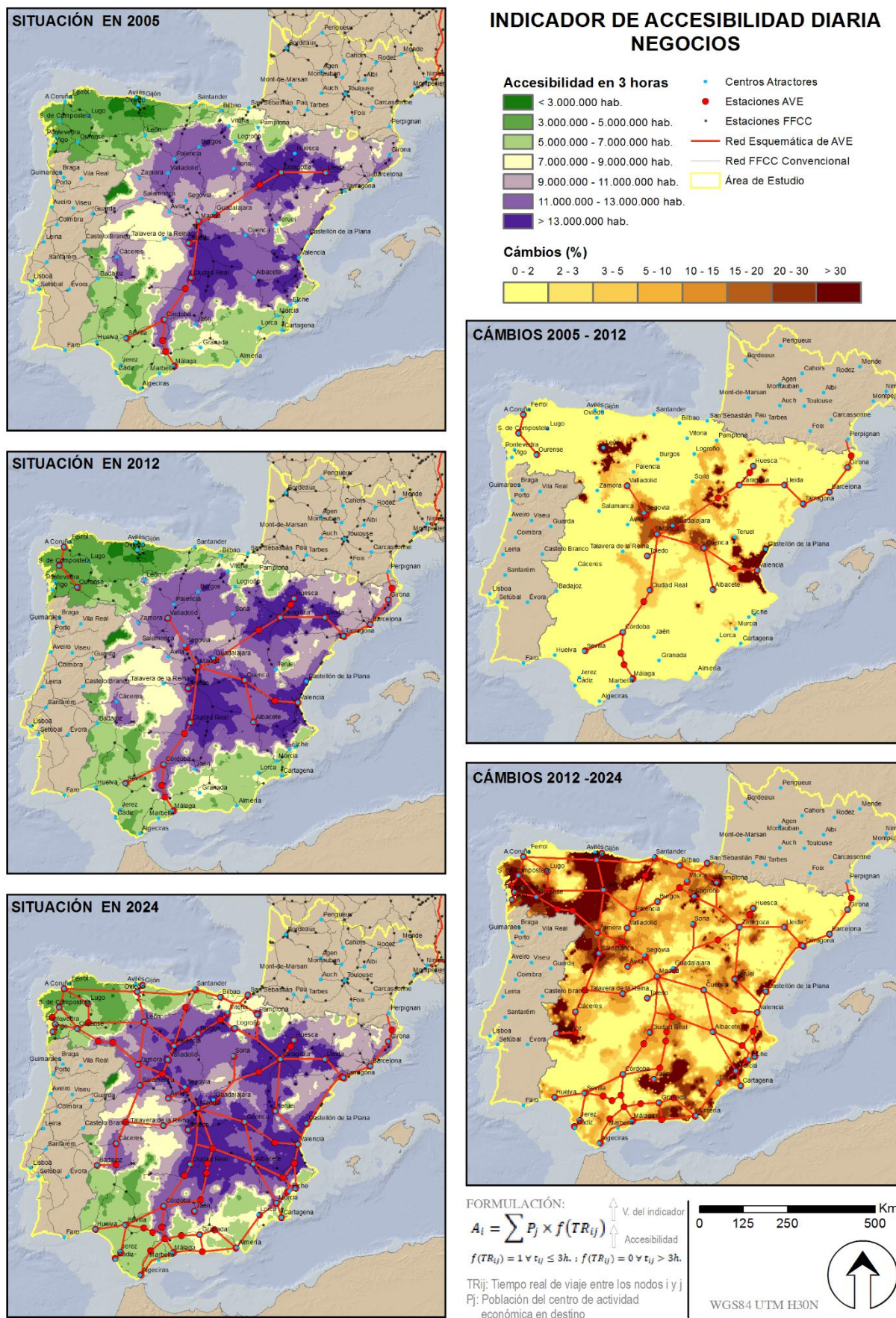
### ❖ **Situación 2024**

Basándonos en el mapa de cambios 2012 - 2024, encontramos que la mejora en las infraestructuras de alta velocidad supone un incremento de la accesibilidad diaria para muchas regiones periféricas de la península. El caso más significativo lo vemos en el noroeste peninsular, donde amplias zonas de Galicia, Asturias y Castilla León incrementan su accesibilidad diaria notablemente. Otras ciudades claramente beneficiadas son Pamplona, Mérida, Badajoz, Jaén y las ciudades costeras del levante y del sur peninsular.

En la tabla de resultados observamos como Oviedo aumenta en un 117% su nivel de accesibilidad diaria, es decir, dobla el nivel de oportunidades que poseía en 2012. Otras ciudades con registros similares son Logroño, Pamplona y Murcia, las cuales suman incrementos en torno al 80%. En general vemos que con la nueva planificación la mayoría de las ciudades se ven beneficiadas en mayor o menor medida. Las únicas ciudades donde el nivel de accesibilidad diaria permanece invariable son Girona y Barcelona.

Indicador de Accesibilidad Diaria - Negocios Resultados en los principales centros de actividad económica (habitantes)					
CIUDAD	2005	2012	2024	Diferencias (%) 2005 - 2012	Diferencias (%) 2012 - 2024
A Coruña	4.609.332	4.609.332	4.865.907	-	5,57
Albacete	12.773.112	12.827.446	13.279.262	0,43	3,52
Alicante	7.287.871	7.287.871	10.787.618	-	48,02
Almería	5.757.007	5.757.007	7.914.801	-	37,48
Ávila	9.914.095	9.914.095	10.590.355	-	6,82
Badajoz	5.605.371	5.605.371	7.808.931	-	39,31
Barcelona	10.066.592	10.066.592	10.066.592	-	-
Bilbao	6.918.019	6.918.019	7.688.862	-	11,14
Burgos	12.792.441	12.792.441	13.508.989	-	5,60
Cáceres	11.359.868	11.359.868	11.909.674	-	4,84
Cádiz	5.095.288	5.095.288	5.400.690	-	5,99
Castellón de la Plana	11.619.586	16.460.727	17.356.416	41,66	5,44
Ciudad Real	15.098.218	15.640.689	17.473.320	3,59	11,72
Córdoba	11.821.907	11.862.298	12.165.564	0,34	2,56
Cuenca	11.468.686	13.668.284	14.095.934	19,18	3,13
Girona	10.619.822	11.385.511	11.385.511	7,21	-
Granada	7.959.906	7.959.906	8.265.061	-	3,83
Guadalajara	10.607.560	13.002.235	13.080.036	22,58	0,60
Huelva	5.568.258	5.568.258	6.286.781	-	12,90
Huesca	16.184.023	16.188.331	17.753.960	0,03	9,67
Jaén	10.392.330	10.392.330	12.318.607	-	18,54
León	5.702.011	11.074.137	13.080.424	94,21	18,12
Lleida	16.060.225	16.060.225	17.320.408	-	7,85
Logroño	6.735.723	6.820.566	12.306.825	1,26	80,44
Lugo	4.737.745	4.737.745	5.301.535	-	11,90
Madrid	11.266.814	12.988.975	14.220.251	15,29	9,48
Málaga	5.847.118	5.847.118	6.452.442	-	10,35
Murcia	6.550.073	6.806.703	12.798.920	3,92	88,03
Ourense	4.379.469	4.379.469	5.984.290	-	36,64
Oviedo	3.356.734	3.356.734	7.282.544	-	116,95
Palencia	12.043.567	12.274.059	14.237.219	1,91	15,99
Pamplona	7.206.813	7.224.798	14.222.097	0,25	96,85
Pontevedra	3.748.497	3.748.497	5.502.807	-	46,80
Salamanca	9.475.676	9.475.676	12.307.362	-	29,88
San Sebastián	8.083.356	8.083.356	9.484.500	-	17,33
Santander	5.605.168	5.605.168	8.785.598	-	56,74
Segovia	10.206.714	12.457.221	14.281.950	22,05	14,65
Sevilla	5.630.663	5.630.663	6.066.057	-	7,73
Soria	11.300.071	11.461.892	12.263.955	1,43	7,00
Tarragona	10.716.954	11.627.295	14.387.058	8,49	23,74
Teruel	8.692.624	10.539.061	12.746.223	21,24	20,94
Toledo	13.383.189	13.389.724	13.458.126	0,05	0,51
Valencia	11.784.431	18.073.314	18.690.034	53,37	3,41
Valladolid	12.452.958	13.137.154	13.662.684	5,49	4,00
Vitoria	8.618.815	8.618.815	9.562.560	-	10,95
Zamora	11.085.480	11.104.228	12.280.275	0,17	10,59
Zaragoza	18.807.176	19.106.662	19.635.782	1,59	2,77

**Tabla 5:** Resultados del indicador de accesibilidad diaria para negocios en España.  
Elaboración propia.



Mapa 13: Indicador de accesibilidad diaria para negocios en España. Elaboración propia.

#### IV.4.2 Francia

En Francia vemos como el gran conglomerado de centros de actividad económica alrededor de la capital conforma un área de máxima accesibilidad, con un valor superior a 30 millones de habitantes. Siguiendo el patrón marcado por las líneas de alta velocidad, se extiende desde el centro un área de alta accesibilidad a lo largo de estas que se expande hacia el suroeste hasta Tours, hacia el sureste hasta Lyon y hacia el este hasta la frontera con Luxemburgo.

La franja atlántica y el suroeste del país presentan los niveles más bajos de accesibilidad diaria. Precisamente son éstas las zonas que aún no cuentan con conexión de alta velocidad hacia la capital. Al este del país vemos como el macizo de los Alpes supone una barrera natural que aumenta el coste del desplazamiento, pues el resto de zonas cercanas a la frontera en el norte del país mantiene unos niveles de accesibilidad elevados, debido a la cercanía de importantes centros de actividad económica en Bélgica, Alemania y Luxemburgo.

En la frontera de los Pirineos podemos afirmar que la franja mediterránea goza de mejor nivel de accesibilidad que la atlántica.

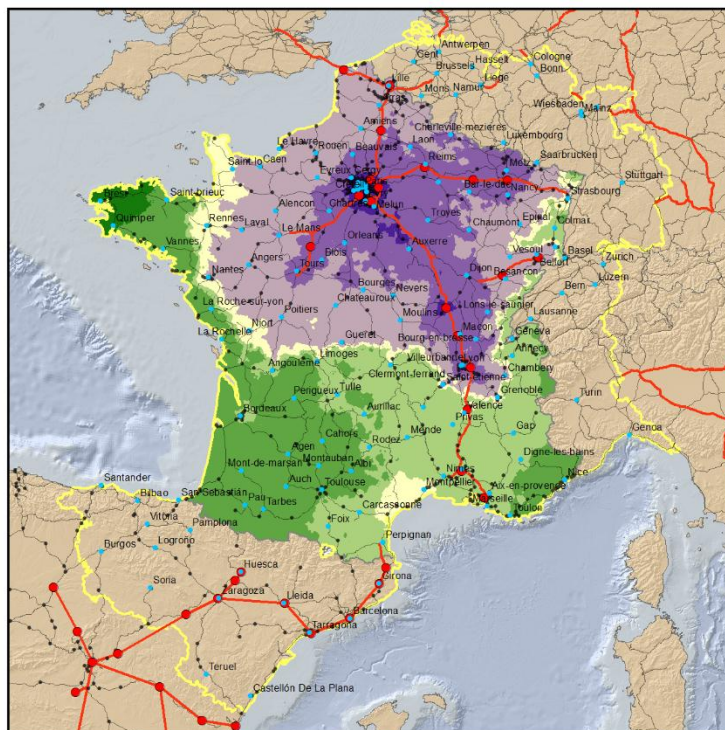
#### INDICADOR DE ACCESIBILIDAD DIARIA - NEGOCIOS

SITUACIÓN EN 2012

- Centros Atractores
  - Estaciones AVE
  - Estaciones FFCC
  - Líneas de Alta Velocidad
  - Red FFCC Convencional
  - Área de Estudio
- Accesibilidad en 3 horas**
- < 5.000.000 hab.
  - 5.000.000 - 10.000.000 hab.
  - 10.000.000 - 15.000.000 hab.
  - 15.000.000 - 20.000.000 hab.
  - 20.000.000 - 25.000.000 hab.
  - 25.000.000 - 30.000.000 hab.
  - > 30.000.000 hab.

RGF93 LAMBERT 93

0 125 250 500 Km.



**Mapa 14:** Indicador de accesibilidad diaria para negocios en Francia.  
Elaboración propia.

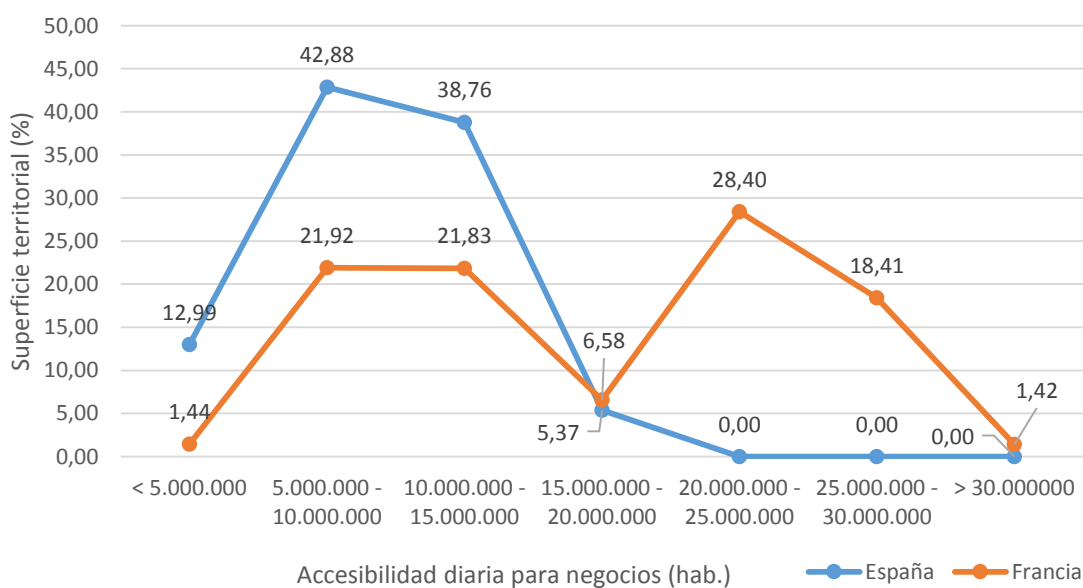
#### IV.4.3 Comparativa de la situación actual

En el Mapa 15 podemos apreciar los valores de accesibilidad en ambos países bajo la misma escala. Al igual que ocurría con el indicador de potencial económico Francia presenta un mayor nivel de accesibilidad diaria para negocios, mayoritariamente en toda la franja norte del país. El sur de Francia registra niveles de accesibilidad diaria equiparables a los que encontramos en el territorio español. Esta clara diferencia es debida a que Francia está más densamente poblada que España, sobre todo hacia el norte del país donde se concentra más del 50% de la población total. Cabe destacar que el conglomerado de ciudades formado por París y el resto de capitales departamentales cercanas suman cerca del 20% de la población considerada para Francia.

En España no llegamos a niveles de accesibilidad diaria tan elevados, encontrando los focos más significativos en Zaragoza, Huesca y Valencia, con valores superiores a los 15 millones de habitantes.

En ambos casos observamos como la franja mediterránea obtiene mayor nivel de accesibilidad que la franja atlántica. Este hecho, que se repite en todos los indicadores analizados, responde a que las infraestructuras que conectan el centro con la periferia en ambos países son mejores hacia las costas mediterráneas que hacia las costas atlánticas.

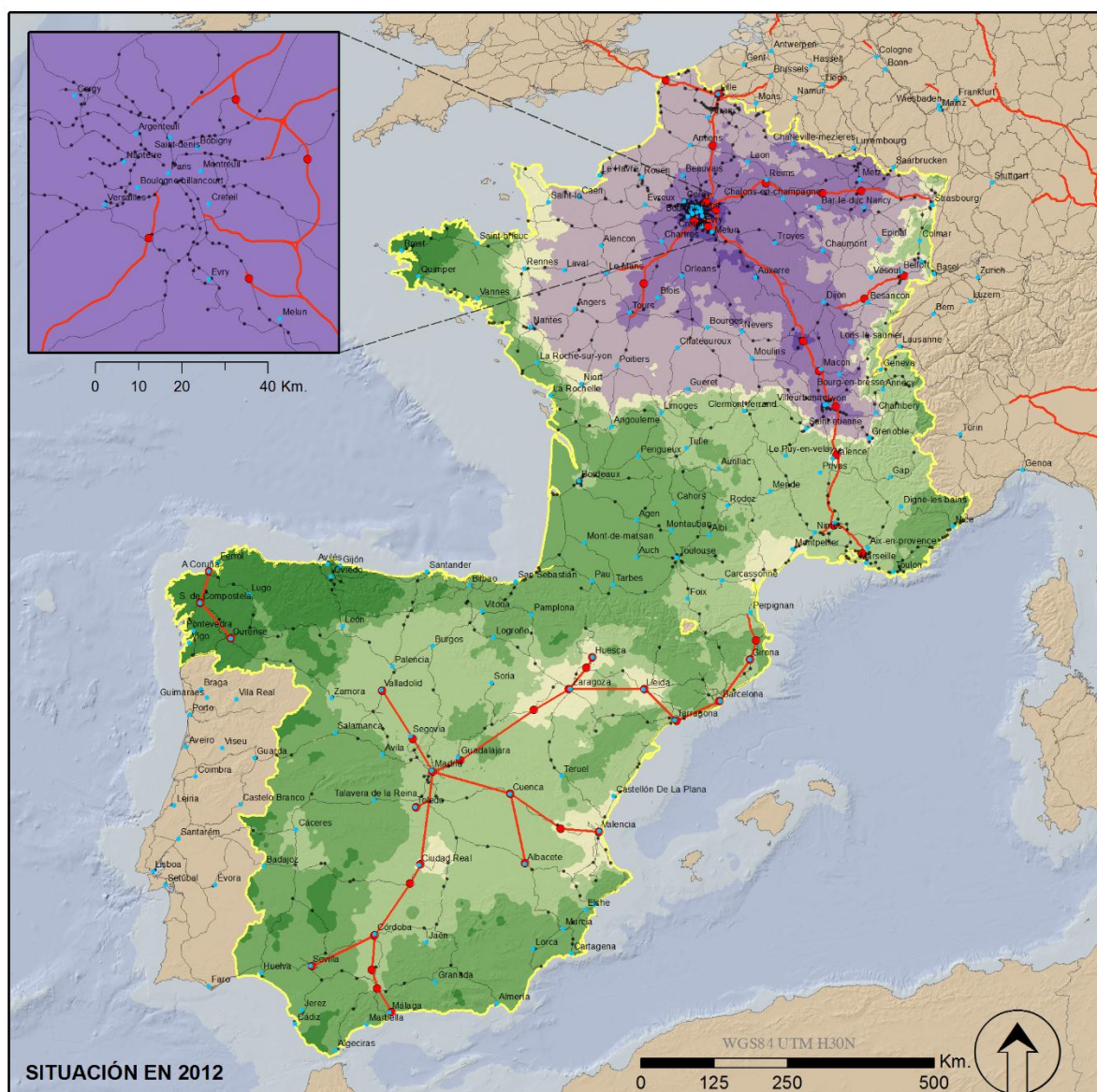
El siguiente gráfico muestra la superficie relativa de cada país cubierta por los diferentes niveles de accesibilidad diaria para negocios.



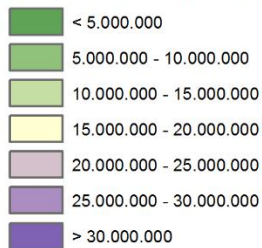
**Gráfico 4:** Superficie cubierta por niveles de accesibilidad diaria para negocios.

*Elaboración propia.*

### INDICADOR DE ACCESIBILIDAD DIARIA COMPARATIVA ESPAÑA - FRANCIA



#### Accesibilidad en 3 horas



- Centros Atractores
- Estaciones Alta Velocidad
- Estaciones FFCC
- Líneas de Alta Velocidad
- Red FFCC Convencional

**Mapa 15:** Comparativa del indicador de accesibilidad diaria para negocios en España y Francia.  
Elaboración propia.

#### **IV.5 Indicador de accesibilidad diaria para turismo**

Para aplicar este indicador al ámbito turístico se ha supuesto que cuanto mayor capacidad hotelera posea un punto turístico, mayor número de visitas recibirá y por tanto mayor será su nivel de oportunidades, o dicho de otro modo, suscitará mayor interés entre los turistas.

Por tanto en este caso el indicador suma para cada municipio la cantidad de camas de hotel que son accesibles en un tiempo igual o inferior a 3 horas, de modo que se pueda ir y volver en un mismo día para visitar algún punto de interés.

Puede parecer que capacidad hotelera y accesibilidad diaria son términos opuestos, pero lo que se pretende es valorar de alguna manera la capacidad de atracción de cada punto turístico.

##### **IV.5.1 España**

###### **❖ Situación 2005**

Si observamos el Mapa 16 podemos apreciar como el mayor nivel de accesibilidad diaria lo encontramos en las costas de Cataluña y la Comunidad Valenciana. También encontramos valores muy elevados en Lleida, Zaragoza y Huesca, ya que estas ciudades se encuentran a menos de 3 horas de los sitios turísticos de la costa levantina. Murcia, Andalucía y Castilla la Mancha gozan de niveles de accesibilidad medios y altos, ya que también encontramos sitios de gran interés turístico en estas comunidades.

Por el contrario la franja oeste peninsular y en especial la cornisa cantábrica y Galicia registran los peores niveles de accesibilidad diaria turística.

###### **❖ Situación 2012**

Para el escenario 2012 apreciamos cierta mejora con la línea Madrid - Valencia, sobre todo en las provincias costeras. Lo mismo sucede con la línea Madrid - Valladolid, la cual conforma un pasillo de mayor accesibilidad que una la zona de Madrid con la meseta norte.

El patrón de cambios que encontramos para este indicador es similar al obtenido para el caso de viajes de negocios, pues ambos indicadores parten de la misma formulación. En el mapa de cambios también se aprecia un claro aumento en el nivel de accesibilidad de Madrid, Guadalajara y el este de Castilla León.

En la Tabla 6 aparecen los resultados numéricos obtenidos en los principales puntos turísticos. En ella podemos ver como los más beneficiados son Valencia y Gandía, con

incrementos alrededor del 30%. A continuación tenemos a Madrid, con un 15% y Salou y Murcia con un 2%. El resto de puntos turísticos presentan mínima o nula mejoría, siendo estos la gran mayoría.

#### ❖ **Situación 2024**

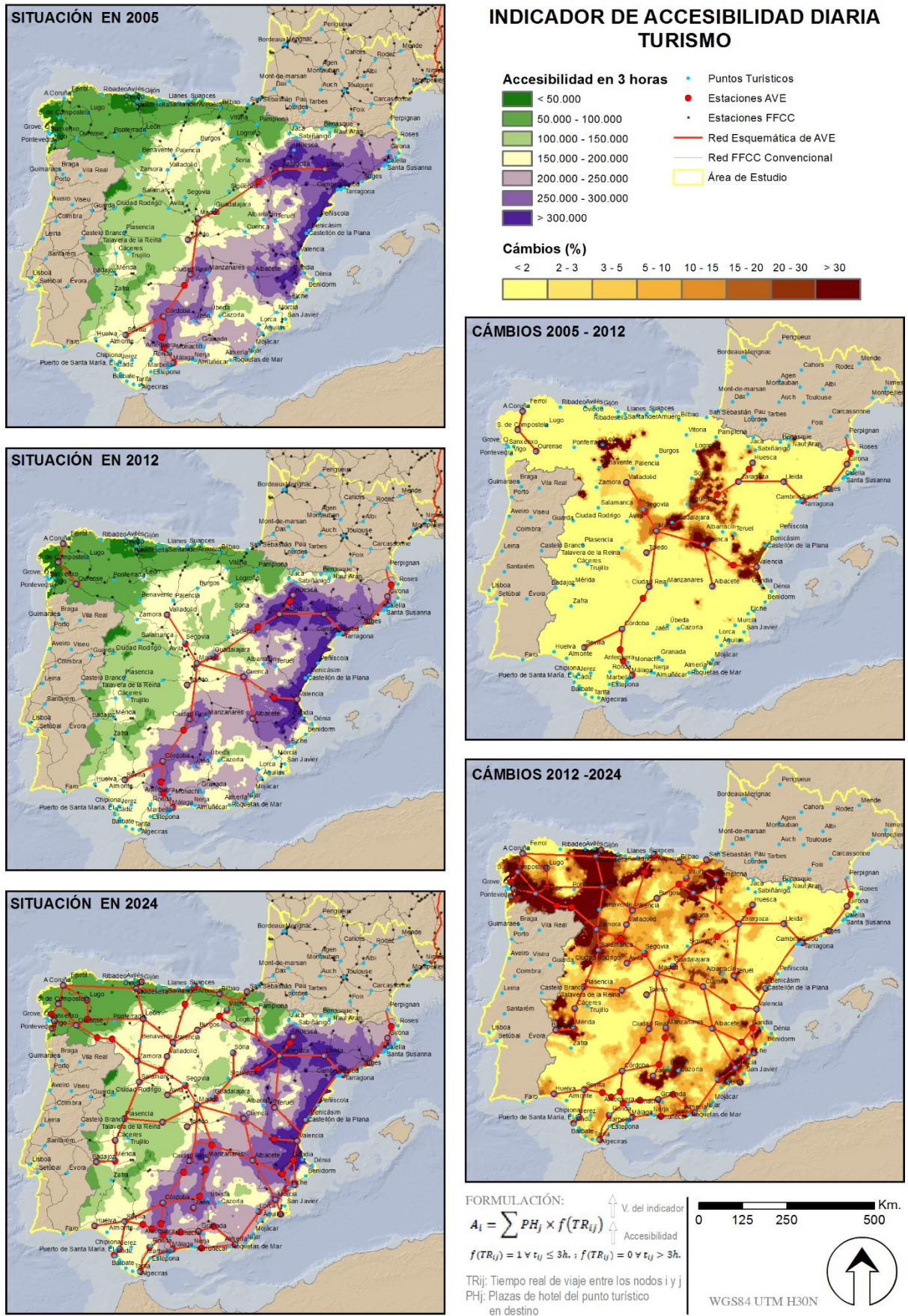
Con la nueva planificación para 2024 encontramos cambios muy significativos en amplias regiones de la península. Empezando por el norte, encontramos grandes mejoras en los niveles de accesibilidad de Galicia, Asturias, Navarra y Castilla León. Otras regiones altamente beneficiadas por la llegada de la alta velocidad son Alicante, Murcia, Jaén, y Badajoz, todas ellas con incrementos superiores al 30%.

Donde menos se nota la influencia de las nuevas líneas de AVE es en Cataluña y Aragón. Si observamos la tabla de resultados vemos como la mayoría de los puntos turísticos catalanes no aumentan su nivel de accesibilidad diaria. Esto es debido a su ubicación periférica y a que ya contaban con buenas conexiones hacia otros puntos turísticos.

En general la mayoría de puntos turísticos aumentan su nivel de accesibilidad, destacando entre ellos Oviedo con un 94%, Gijón 81%, Santander 69% y Murcia con un 56%. En la costa andaluza se aprecia una clara mejora en los sitios turísticos de Almería, Granada y Cádiz. Por el contrario el resto de provincias costeras no registra grandes cambios.

Indicador Accesibilidad Diaria - Turismo Resultados en los principales puntos de interés turístico (plazas de hotel).					
CIUDAD	2005	2012	2024	Diferencia(%) 2005 - 2012	Diferencia (%) 2012 - 2024
A Coruña	60.449	60.449	67.976	-	12,45
Alicante	204.362	204.362	261.975	-	28,19
Almería	210.920	210.920	241.548	-	14,52
Almonte	176.244	176.244	178.212	-	1,12
Almuñécar	211.535	211.535	221.583	-	4,75
Barcelona	268.523	268.523	268.523	-	-
Benalmádena	205.605	205.605	208.431	-	1,37
Benidorm	175.075	175.075	187.553	-	7,13
Bilbao	78.121	78.121	88.193	-	12,89
Córdoba	274.014	274.820	283.695	0,29	3,23
Calella	260.139	260.139	260.139	-	-
Cambrils	326.315	330.169	342.715	1,18	3,80
Cartagena	159.178	160.581	179.065	0,88	11,51
Chiclana de la Frontera	172.059	172.059	176.817	-	2,77
Conil de la Frontera	172.261	172.261	178.875	-	3,84
Estepona	191.132	191.132	193.712	-	1,35
Fuengirola	204.122	204.122	205.927	-	0,88
Gandía	245.210	325.914	338.142	32,91	3,75
Gijón	52.798	52.798	95.643	-	81,15
Granada	225.142	225.142	230.208	-	2,25
Lloret de Mar	259.686	259.686	259.686	-	-
Madrid	157.504	181.380	194.047	15,16	6,98
Malgrat de Mar	260.361	260.361	260.361	-	-
Marbella	198.943	198.943	200.251	-	0,66
Mojácar	208.315	208.315	228.574	-	9,73
Málaga	206.471	206.471	209.841	-	1,63
Murcia	170.096	173.706	271.828	2,12	56,49
Nerja	208.141	208.141	215.456	-	3,51
Oviedo	53.693	53.693	104.229	-	94,12
Peñíscola	316.185	317.419	322.555	0,39	1,62
Platja d'Aro	233.325	233.325	233.325	-	-
Roquetas de Mar	192.728	192.728	232.727	-	20,75
Roses	226.511	226.511	226.511	-	-
Santiago de Compostela	49.826	49.826	69.526	-	39,54
Salamanca	137.312	137.312	184.732	-	34,54
Salou	326.315	333.382	396.929	2,17	19,06
San Sebastián	82.755	82.755	100.603	-	21,57
Santa Susanna	260.339	260.339	260.339	-	-
Santander	68.632	68.632	116.143	-	69,23
Sanxenxo	47.038	47.038	70.201	-	49,24
Sevilla	184.647	184.647	190.960	-	3,42
Sitges	268.995	268.995	269.264	-	0,10
Toledo	174.407	174.461	175.959	0,03	0,86
Torremolinos	206.063	206.063	209.452	-	1,64
Tossa de Mar	253.833	254.215	254.215	0,15	-
Valencia	279.746	364.238	371.315	30,20	1,94
Vigo	48.616	48.616	66.453	-	36,69
Zaragoza	331.716	336.283	347.461	1,38	3,32

**Tabla 6:** Resultados del indicador de accesibilidad diaria para turismo en España.*Elaboración propia.*



Mapa 16: Indicador de accesibilidad diaria para turismo en España. Elaboración propia.

#### IV.5.2 Francia

En el Mapa 17 se distinguen dos zonas de mayor accesibilidad, una al este en la frontera con Luxemburgo y Alemania y otra al sur, en la costa mediterránea. La región mediterránea cercana a la frontera de los Pirineos se ve claramente influenciada por la atracción de los puntos turísticos españoles, presentando incluso mayor nivel de accesibilidad que la Costa Azul. En el norte y oeste encontramos capitales con una elevada capacidad hotelera por lo que el centro de masas turístico se ve desplazado en esa dirección.

La región central de Francia así como el extremo oeste de Bretaña registran los niveles más bajos de accesibilidad, pues apenas destaca ningún punto de interés turístico en dichas zonas. En la frontera con Navarra y País Vasco encontramos un ligero aumento de la accesibilidad debido a la presencia de la ciudad de Lourdes y otros puntos turísticos en la costa cantábrica.

El patrón radial de las infraestructuras de alta velocidad, más desarrollado en la mitad este de Francia, favorece a las regiones con mayor poder de atracción turística.

#### INDICADOR DE ACCESIBILIDAD DIARIA - TURISMO

SITUACIÓN EN 2012

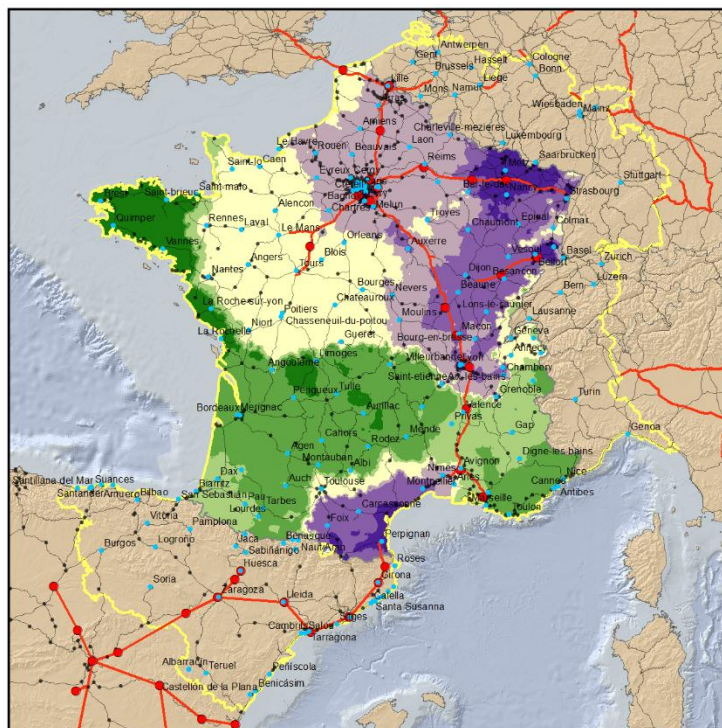
- Puntos Turísticos
- Estaciones AVE
- Estaciones FFCC
- Líneas de Alta Velocidad
- Red FFCC Convencional
- Área de Estudio

#### Accesibilidad en 3 horas

- < 40.000
- 40.000 - 80.000
- 80.000 - 120.000
- 120.000 - 160.000
- 160.000 - 200.000
- 200.000 - 250.000
- > 250.000

RGF93 LAMBERT 93

0 125 250 500 Km.



Mapa 17: Indicador de accesibilidad diaria para turismo en Francia.

Elaboración propia.

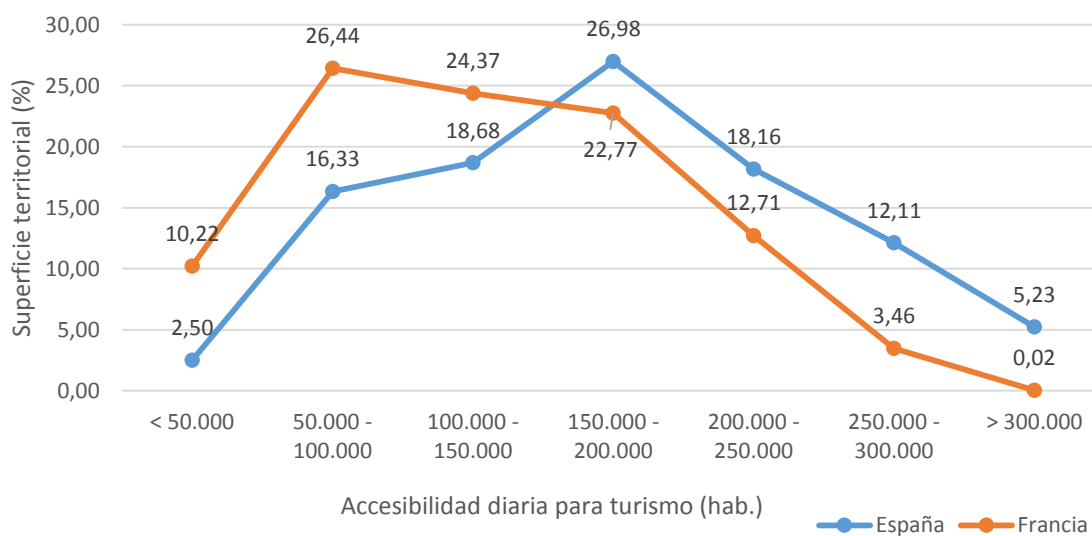
### IV.5.3 Comparativa de la situación actual

Al apreciar el indicador de forma conjunta vemos como España registra mejor situación que Francia, al igual que sucede en el indicador de potencial turístico. Encontramos el mayor nivel de accesibilidad en Cataluña, Aragón y la costa mediterránea.

Tal y como comentamos anteriormente, en el caso de España observamos una situación muy polarizada, con niveles bajos en la franja atlántica y altos en la franja mediterránea. En Francia encontramos una polarización parecida entre el norte y el sur.

Tanto en París como en Madrid se alcanzan niveles medios de accesibilidad debido a la atracción turística de ambas capitales.

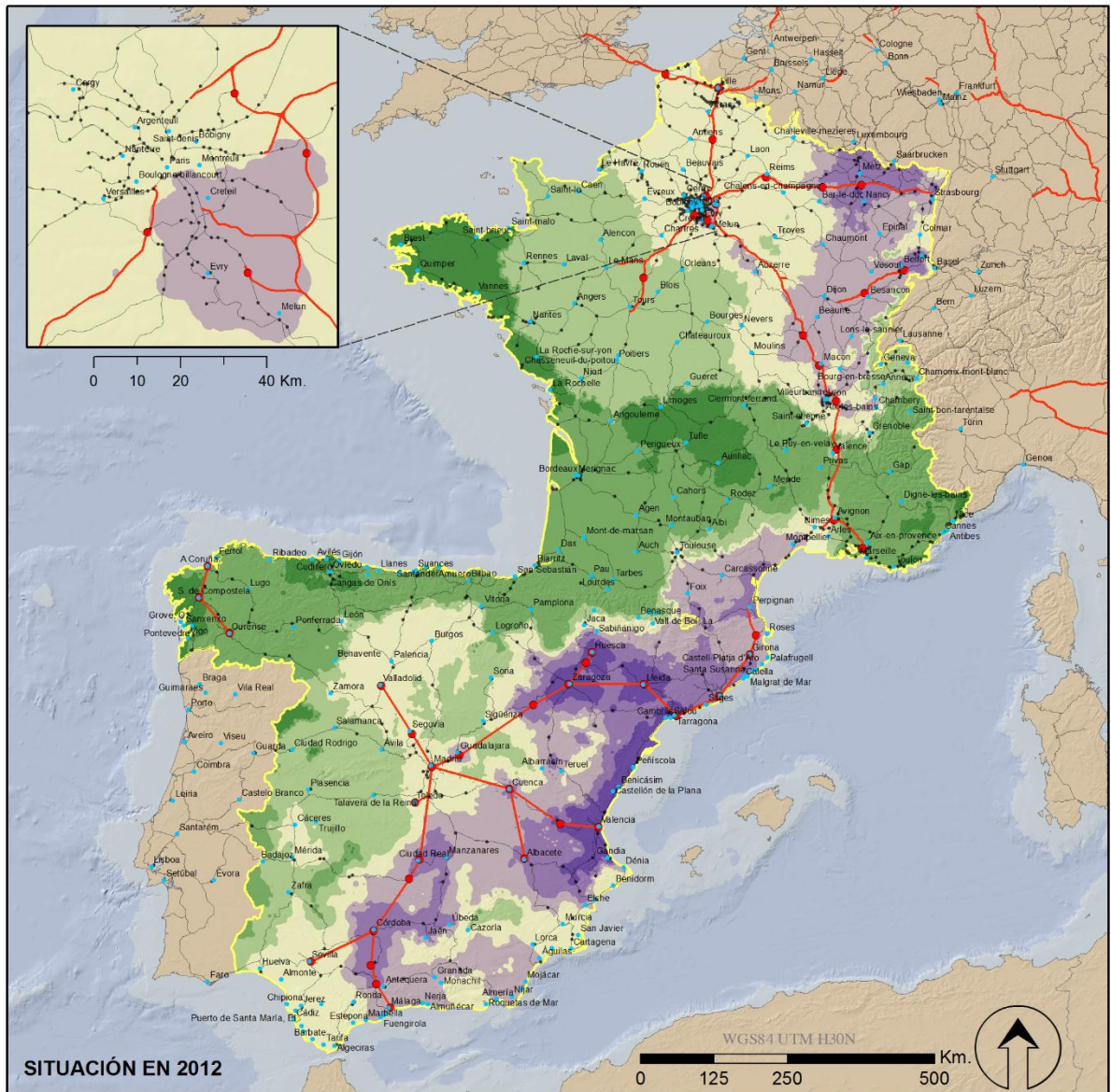
En el siguiente gráfico se muestra el área cubierta por cada nivel de accesibilidad.



**Gráfico 5:** Superficie cubierta por niveles de accesibilidad diaria para turismo.

*Elaboración propia.*

**INDICADOR DE ACCESIBILIDAD DIARIA - TURISMO**  
COMPARATIVA ESPAÑA - FRANCIA



**Mapa 18:** Comparativa del indicador de accesibilidad diaria para turismo en España y Francia.  
Elaboración propia.

## V. VALORACIÓN DE LOS CAMBIOS EN LOS NIVELES DE ACCESIBILIDAD

La construcción de nuevas infraestructuras de transporte provoca que todas las regiones experimenten una mejora en sus niveles de accesibilidad, pero esta mejora puede tener impactos desiguales en las distintas regiones, de modo que se acrecienten las diferencias entre ellas en lugar de disminuir. Es por ello por lo que se plantea a continuación un análisis global de los resultados obtenidos en el caso de España, para ver en qué medida las nuevas actuaciones contribuyen a reducir las disparidades entre las regiones, de modo que podamos evaluar los impactos sobre la equidad territorial.

En la Tabla 2 se exponen los valores medios alcanzados por los indicadores en los tres escenarios analizados. Estos valores medios han sido calculados a partir de los registros de accesibilidad obtenidos en los 7958 municipios españoles, ponderando cada uno de ellos por su población.

Indicadores de accesibilidad	2005	2012	2024	Cambios (%) 2005-2012	Cambios (%) 2012-2024
Localización <sup>A</sup>	4,62	4,52	4,18	-2,06	-7,52
Potencial económico <sup>B</sup>	320.164	323.646	333.133	1,09	2,93
Potencial turístico <sup>C</sup>	6.144	6.202	6.377	0,93	2,83
Accesibilidad diaria para negocios <sup>D</sup>	9,1	9,8	10,7	7,52	9,90
Accesibilidad diaria para turismo <sup>E</sup>	188.551	198.003	213.446	5,01	7,80

<sup>A</sup> horas <sup>BC</sup> unidades de potencial <sup>D</sup> millones de habitantes <sup>E</sup> plazas de hotel

**Tabla 7:** Valores medios de los indicadores de accesibilidad en España (2005-2012-2024).  
*Elaboración propia.*

Las actuaciones en materia de alta velocidad ferroviaria acometidas en el periodo 2005-2012 han supuesto una mejora más o menos significativa en todos los indicadores estudiados, tal y como se refleja en la Tabla 2.

Se ha producido una reducción del 2,06% en los tiempos medios de viaje a los principales centros de actividad económica. Por otra parte el potencial económico del territorio peninsular se ha incrementado de media en un 1,09%, al igual que el potencial turístico que ha aumentado un 0,93%. Los indicadores de accesibilidad diaria han experimentado un aumento del 7,52% en el caso de los viajes de negocios y un 5,01% para el supuesto de visitas turísticas.

Para la proyección realizada al año 2024 todos los indicadores de accesibilidad muestran un notable aumento en sus valores medios. Se estima una reducción del 7,52% en los tiempos de viaje con respecto a la situación en 2012. Del mismo modo, la futura red ferroviaria aportaría

un incremento del 2,93% en potencial económico y del 2,83% en potencial turístico. Los indicadores de accesibilidad diaria serían los que experimentarían un mayor incremento, aumentando de media un 9,90% en el ámbito de los viajes de negocios y un 7,80% en el ámbito turístico.

A partir de estos resultados preliminares podemos concluir que, desde el punto de vista de la eficacia, entendida ésta como mejora de los valores medios, las actuaciones realizadas en la red ferroviaria de alta velocidad a lo largo del periodo 2005-2012 han tenido un efecto positivo sobre los niveles de accesibilidad del territorio, produciéndose una leve mejoría en todos los indicadores analizados. Se prevé que las actuaciones programadas en el PITVI para el periodo 2012-2024 produzcan un aumento más notable en los niveles de accesibilidad, estimándose las mejoras superiores al 7% en los indicadores de localización y accesibilidad diaria.

Mayor interés, desde el punto de vista de la cohesión, tiene el estudio de los índices de dispersión de los distintos indicadores y su evolución en el tiempo. Con el fin de analizar los resultados obtenidos en términos de cohesión se ha calculado el coeficiente de variación de los distintos indicadores analizados.

El coeficiente de variación proporciona información acerca de la proximidad de la mayoría de las regiones con respecto al valor medio de la variable, en este caso el valor medio del indicador ponderado por la población de cada municipio. Por lo tanto podemos relacionar este índice con la cohesión entre regiones: valores bajos indican una buena cohesión y valores altos indican desigualdades territoriales. El coeficiente de variación se calcula como el cociente entre la desviación típica y la media, expresándose en este caso como porcentaje respecto de ésta última.

En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos para el coeficiente de variación en los distintos indicadores de accesibilidad.

Índice de dispersión / Indicador de accesibilidad	2005	2012	2024	Cambios (%) 2005-2012	Cambios (%) 2012-2024	
Localización	13,505	13,902	12,027	2,94	-13,48	
<b>Coefficiente de variación</b>	Potencial económico	37,398	37,207	-0,51	-2,98	
	Potencial turístico	38,240	37,885	-0,93	-3,30	
	Accesibilidad diaria negocios	35,382	35,702	32,538	0,90	-8,86
	Accesibilidad diaria turismo	41,042	41,081	37,054	0,10	-9,80

**Tabla 8:** Coeficiente de variación de los indicadores de accesibilidad (2005-2012-2024).  
Elaboración propia.

Para interpretar los resultados es conveniente recordar que cada indicador de accesibilidad ofrece una información distinta y complementaria:

- El indicador de localización refleja los contrastes entre centro y periferia.
- El indicador de potencial económico resalta los contrastes entre las grandes aglomeraciones urbanas y las zonas rurales más despobladas.
- El indicador de potencial turístico refleja los contrastes entre las zonas con gran atractivo turístico y aquellas que cuentan con una oferta turística escasa.
- El indicador de accesibilidad diaria para negocios muestra contrastes entre las regiones con buena accesibilidad a aglomeraciones urbanas y las zonas rurales más alejadas o remotas.
- El indicador de accesibilidad diaria para turismo muestra contrastes entre las regiones con buena accesibilidad a puntos de interés turístico y aquellas más alejadas de la actividad turística.

Bajo estas consideraciones, los cambios en el coeficiente de variación arrojan resultados distintos dependiendo del periodo considerado.

Los cambios registrados en el periodo 2005-2012 sugieren que las actuaciones realizadas en materia de alta velocidad ferroviaria aumentan los contrastes entre centro y periferia (indicador de localización), entre regiones con buena accesibilidad a aglomeraciones urbanas y regiones remotas (indicador de accesibilidad diaria para negocios) y entre regiones con buena accesibilidad a puntos de interés turístico y regiones alejadas de zonas turísticas (indicador de accesibilidad diaria para turismo). Esto significa que por término medio los municipios centrales y con buena accesibilidad a aglomeraciones urbanas y zonas turísticas mejoran más que los municipios periféricos y con peor accesibilidad, lo que significa una disminución de la cohesión. Por el contrario se percibe un ligero aumento en términos de cohesión según los indicadores de potencial económico y potencial turístico.

Los cambios estimados para el periodo 2012-2024 prevén una disminución significativa de los contrastes según la totalidad de los indicadores de accesibilidad. Así, los municipios periféricos mejorarán más que los centrales, las áreas rurales mejorarán en mayor medida que las grandes aglomeraciones urbanas y las zonas con peor nivel de accesibilidad registrarán mejoras superiores a aquellas que gozan de un buen nivel de accesibilidad. Por lo tanto podemos concluir que las actuaciones previstas en alta velocidad ferroviaria para el periodo 2012-2024 contribuyen significativamente a aumentar la cohesión territorial en la España peninsular.

## VI. CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo ha consistido en definir una serie de indicadores que nos permitan medir el impacto que causan las infraestructuras de alta velocidad ferroviaria sobre los niveles de accesibilidad. Se han utilizado estos indicadores para comparar los niveles de accesibilidad que presentan España y Francia, diferenciando entre el ámbito económico y el ámbito turístico. Por último se ha realizado una valoración de los resultados obtenidos para España en términos de cohesión.

Como resumen de los resultados obtenidos, pueden establecerse las siguientes conclusiones:

- Tanto España como Francia presentan una fuerte estructura radial en su red de alta velocidad, debido al prematuro nivel de desarrollo en el que se encuentra este medio de transporte. Este hecho favorece la polarización de los niveles de accesibilidad entre centro y periferia. Generalmente se registran valores elevados en la zona centro y valores modestos en la periferia. Encontramos excepciones a esta polarización en la costa mediterránea, donde las ciudades importantes cuenta con conexiones de altas prestaciones hacia la zona centro.
- Las características de los indicadores de accesibilidad reflejan situaciones más o menos polarizadas dependiendo de su formulación. Así los indicadores de potencial y accesibilidad diaria presentan distribuciones más polarizadas, frente al indicador de localización que muestra unos resultados más equitativos por el diferente trato que hace de la distancia.
- Las actuaciones sobre la red de alta velocidad ejecutadas hasta 2012 en España favorecen a aquellas regiones más densamente pobladas y con mayor nivel de actividad económica y turística, con lo que se produce una disminución de la cohesión territorial. El desarrollo de la nueva planificación, cuya culminación está prevista para el año 2024, dejará atrás el esquema radial de la red, lo que significa que las regiones periféricas del sur, el norte y oeste peninsular serán las más beneficiadas aumentando notablemente sus niveles de accesibilidad, lo que también provocará un mayor nivel de cohesión.
- A partir de los resultados obtenidos para el indicador de localización tanto en España como en Francia, podemos concluir que la red de transporte francesa es de mayor calidad que la española, pues presenta tiempos medios de acceso más eficientes.

- En el ámbito económico Francia presenta un mayor potencial de oportunidades que España, en parte debido a su mejor red de transporte intermodal. En el ámbito turístico España obtiene mejores resultados gracias al poder de atracción de los destinos turísticos en la costa mediterránea. Estos resultados están en concordancia con la situación real de ambos países, aunque no debemos olvidar que la calidad del sistema de transporte es solo uno de entre los muchos factores que contribuyen al desarrollo de una región.

En el contexto global del tema de estudio podemos apuntar varias consideraciones para futuras líneas de investigación:

- El estudio de la accesibilidad desde un punto de vista intermodal se aproxima más al modelo actual de tráfico de viajeros. Dadas las múltiples opciones de transporte el usuario utilizará el servicio más eficiente, o la combinación de ellos que menos coste temporal requiera para viajar de un origen a un destino.
- El ferrocarril de alta velocidad genera beneficios sociales como el ahorro de tiempo, el aumento de la fiabilidad, el confort y la seguridad, y la reducción de la congestión y los accidentes en los modos alternativos. Liberar capacidad en la red convencional, la cual puede ser utilizada para el transporte de mercancías, es un beneficio adicional de la inversión en la construcción de nuevas líneas de alta velocidad.
- Una cuestión clave consiste en determinar si los mencionados beneficios sociales son mayores que los costes económicos en los que incurre la sociedad para llevar a cabo la construcción y explotación de líneas de alta velocidad. En otras palabras, la cuestión no es si nos gusta el tren de alta velocidad, sino si estamos dispuestos a pagar sus costes. La red ferroviaria de alta velocidad puede ser desarrollada gradualmente, añadiendo nuevas líneas una vez que la evaluación económica de los proyectos ofrezca algunas garantías de la rentabilidad social de la inversión.
- La evaluación económica de las nuevas líneas debe tener en cuenta diversos factores como el ahorro de tiempo, la interconexión con otros medios de transporte, la predisposición de los usuarios a pagar el precio del servicio, o cualquier otro beneficio adicional que pueda generarse.

Este proyecto de investigación pretende contribuir a dichos objetivos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### PÁGINAS WEB:

- <http://www.renfe.com/> Operadora de la Red Nacional de Ferrocarriles Españoles
- <http://www.adif.es/> Administrador de Infraestructuras Ferroviarias Españolas
- <http://www.ffe.es/> Fundación de los Ferrocarriles Españoles
- <http://www.sncf.com/> Sociedad Nacional de Caminos Férreos Franceses
- <http://www.ign.es/> Instituto Geográfico Nacional de España
- <http://www.ign.fr/> Instituto Geográfico Nacional de Francia
- <http://www.ine.es/> Instituto Nacional de Estadística de España
- <http://www.insee.fr/> Instituto Nacional de Estadística y de Estudios Económicos de Francia
- <http://www.fomento.es/> Ministerio de Fomento de España
- <http://www.errac.org/> The European Rail Research Advisory Council
- [http://ec.europa.eu/transport/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/index_en.htm) European Commission - Mobility and Transport
- <http://energy.jrc.ec.europa.eu/transtools/> Tools for Transport Forecasting and Scenario Testing

### PUBLICACIONES:

- Adif (2013): *“Declaración sobre la red 2013”*. Administrador de Infraestructuras Ferroviarias. Ministerio de Fomento. Madrid.
- Alberich González, J. y Ajenjo Cosp, M. (2005-1): *“Aplicación de un Sistema de Información Geográfica al estudio retrospectivo de la accesibilidad. Cataluña. 1986-2001”*, Cuadernos Geográficos, 36, Universidad de Granada, pp. 456-477.
- Barrón, I., Campos, J., Gagnepain, P., Nash, C., Ulied, A., Vickerman, R. (2009): *“Economic analysis of high speed rail in Europe”*. Fundación BBVA. Bilbao.
- Bosque, J. y Moreno, A. (2004): *“Sistemas de Información Geográfica y localización de instalaciones y equipamientos”*. Ra-Ma editorial. Madrid.
- Chang, J. y Lee, J.H. (2008): *“Accessibility Analysis of Korean High-speed Rail: A Case Study of the Seoul Metropolitan Area”*. Transport Reviews, Vol. 28, 1, pp. 87-103.
- Deichmann, U. (1997): *“Accessibility indicators in GIS”*. United Nations Statistics Division, Department for Economic and Policy Analysis. New York.
- Dundon-Smith, D.M. y Gibb, R.A. (1994): *“The Channel Tunnel and regional economic development”*. Journal of Transport Geography 2 (3), pp. 178-189.
- Goerlich, F.J. (1998): *“Desigualdad, diversidad y convergencia: (algunos) instrumentos de medida”*. Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas. Valencia.
- Goodall, B. (1987): *“The Penguin Dictionary of Human Geography”*. Penguin Books. Londres.

Gutiérrez, J. (2001): *"Location, economic potential and daily accessibility: an analysis of the accessibility impact of the high-speed line Madrid-Barcelona-French border"*. Journal of Transport Geography 9 (4), pp. 229-242.

Gutiérrez, J., González, R. y Gómez, G. (1996): *"The European high-speed train network: predicted effects on accessibility patterns"*. Journal of Transport Geography 4 (4), pp. 227-238.

Gutiérrez, J. y Urbano, P. (1996): *"Accessibility in the European Union: the impact of the Trans-European Road Network"*. Journal of Transport Geography 4 (1), pp. 15-25.

Gutiérrez, J., Monzón, A. y Piñero, J.M. (1992): *"Accesibilidad a los centros de actividad económica en España"*. Dirección General de Planificación Interregional de Grandes Infraestructuras. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Madrid.

Gutiérrez, J., Gómez, G., López, E., García, J.C., Revuelta, L. (2005): *"Indicadores de impacto de las infraestructuras de transporte sobre la equidad social y territorial"*. Centro de Investigación del Transporte. Ministerio de Fomento. Madrid.

Hansen, W.G (1959): *"How Accessibility shapes land-use"*. Journal of American Institute of Planners, vol. 25(2), pp. 73-76.

Linneker, B. y Spence, N.A. (1992): *"Accessibility measures compared in an analysis of the impact of the M25 London Orbital Motorway on Britain"*. Environment and Planning A, 24, pp. 1137-1154.

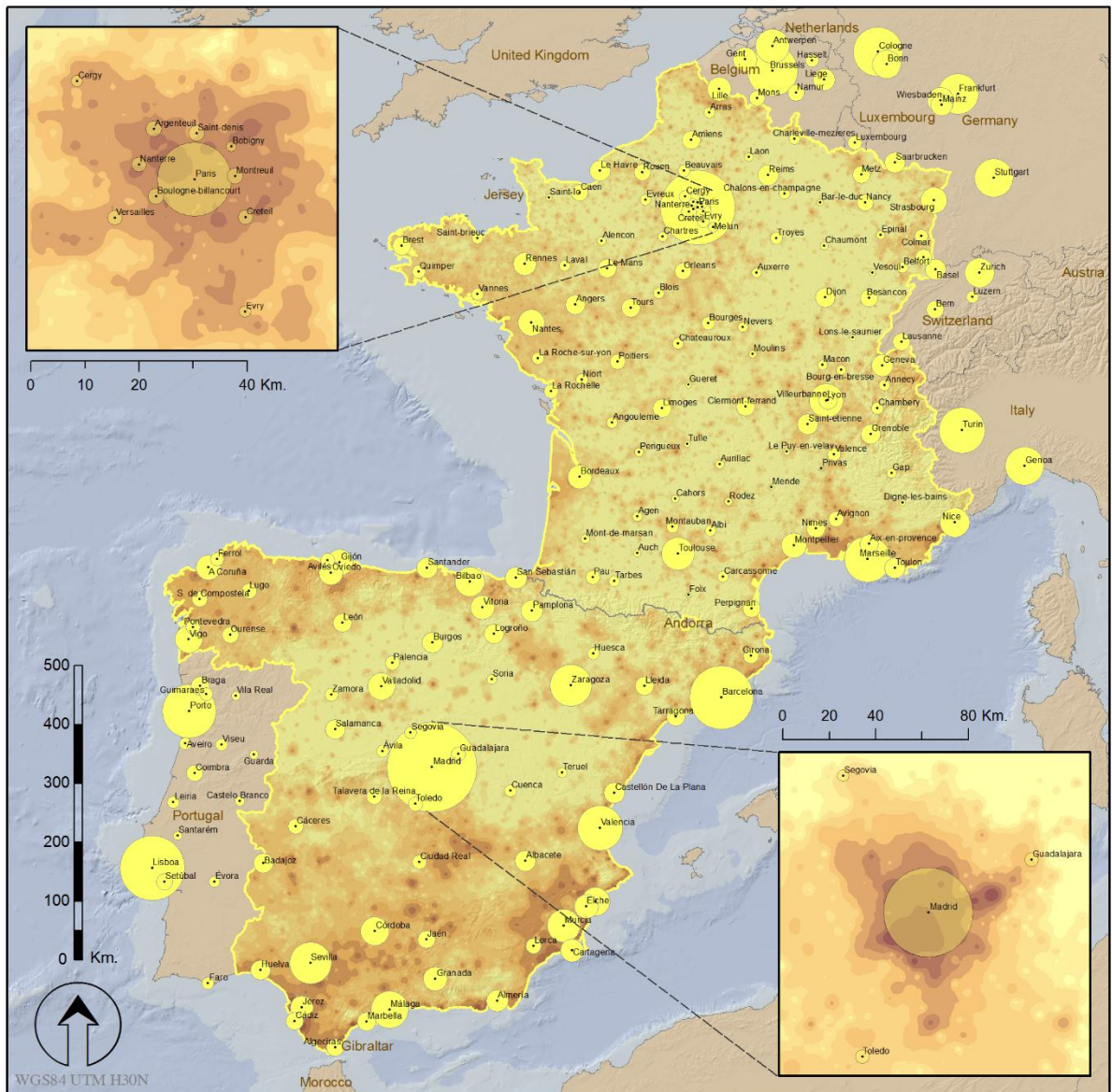
Martín, J., Gutiérrez, J. y Román, C. (2004): *"Data envelopment analysis (DEA) index to measure the accessibility impacts of new infrastructure investments: the case of the high-speed train corridor Madrid-Barcelona-French border"*. Regional Studies, 38, pp. 697-712.

Ministerio de Fomento (2012): *"Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, PITVI 2012-2024"*. Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda. Madrid.

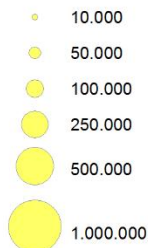
Ministerio de Fomento (2005): *"Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte, PEIT 2005-2020"*. Madrid.

## ANEXO 1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

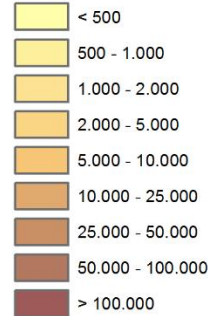
### DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN EN 2012 COMPARATIVA ESPAÑA - FRANCIA



Población en los Centros de Atracción (hab.)



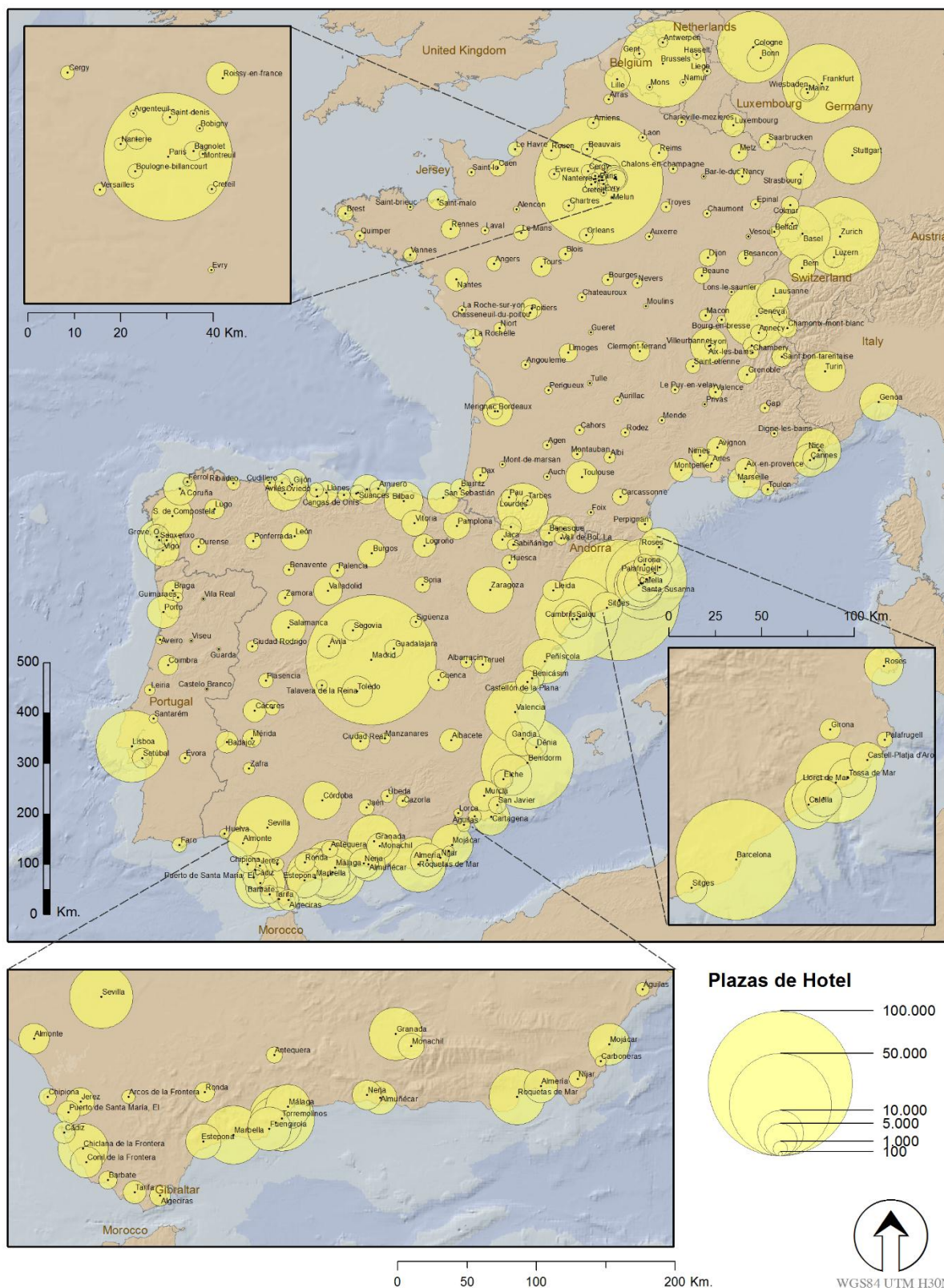
Tamaño del resto de núcleos urbanos (hab.)



**Mapa 19:** Distribución de la población en España y Francia.

Elaboración propia.

**CAPACIDAD HOTELERA EN LOS PRINCIPALES PUNTOS TURÍSTICOS (2012)**  
COMPARATIVA ESPAÑA - FRANCIA



**Mapa 20: Capacidad hotelera en España y Francia.**  
*Elaboración propia.*

### CARACTERÍSTICAS ESPACIALES DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA COMPARATIVA ESPAÑA - FRANCIA



- Centros de actividad económica (España)    ● Centro de gravedad en España    ◻ Elipse de desviación estándar (1 STD)
- Centros de actividad económica (Francia)    ● Centro de gravedad en Francia    ◻ Elipse de desviación estándar (1 STD)

**Mapa 21:** Características espaciales de la actividad económica en España y Francia.  
*Elaboración propia.*

### CARACTERÍSTICAS ESPACIALES DE LA ACTIVIDAD TURÍSTICA COMPARATIVA ESPAÑA - FRANCIA



- Puntos de interés turístico (España)    ○ Centro de gravedad en España    ◻ Elipse de desviación estandar (1 STD)
- Puntos de interés turístico (Francia)    ○ Centro de gravedad en Francia    ◻ Elipse de desviación estandar (1 STD)

**Mapa 22:** Características espaciales de la actividad turística en España y Francia.  
*Elaboración propia.*

## ANEXO 2. FLUJOS DE TRABAJO EN MODEL BUILDER

A continuación se exponen los flujos de trabajo desarrollados para el cálculo de los indicadores de accesibilidad:

- Indicador de localización.

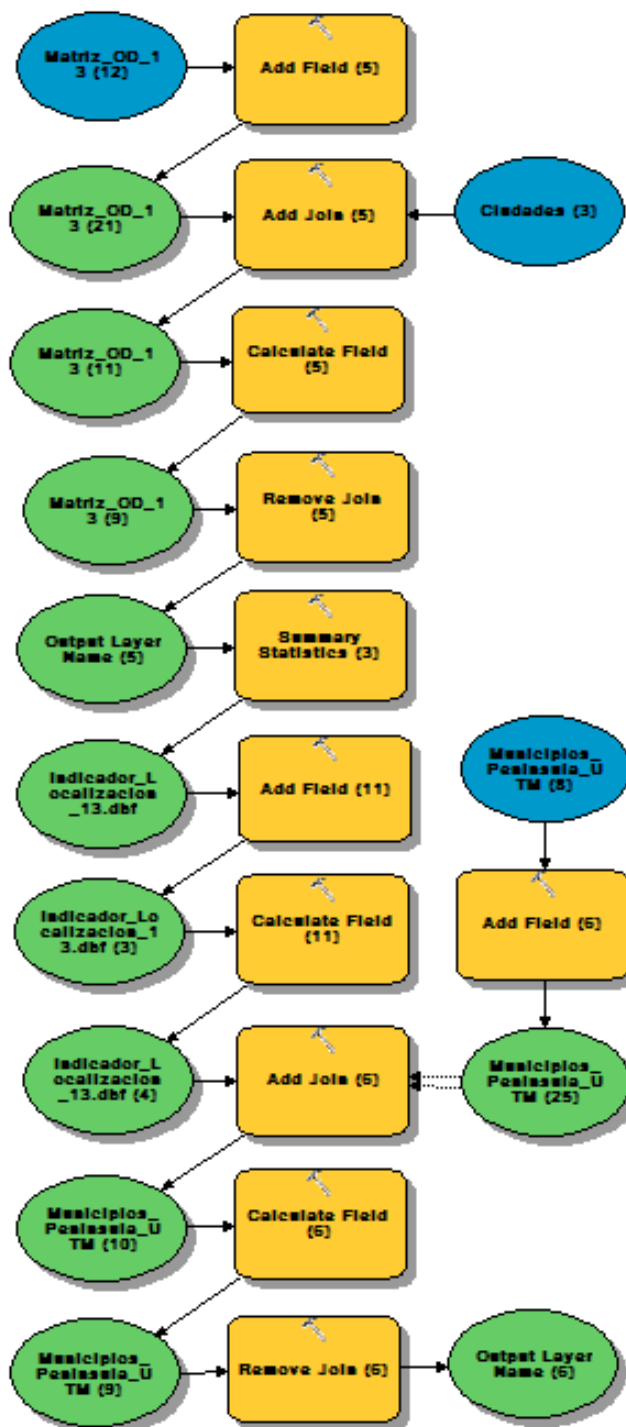


Figura 2: ModelBuilder - Indicador de localización.  
Elaboración propia.

- Indicador de potencial (económico y turístico): solamente se expone uno de los modelos pues ambos son idénticos, salvo por la formulación a aplicar en el cálculo del indicador.

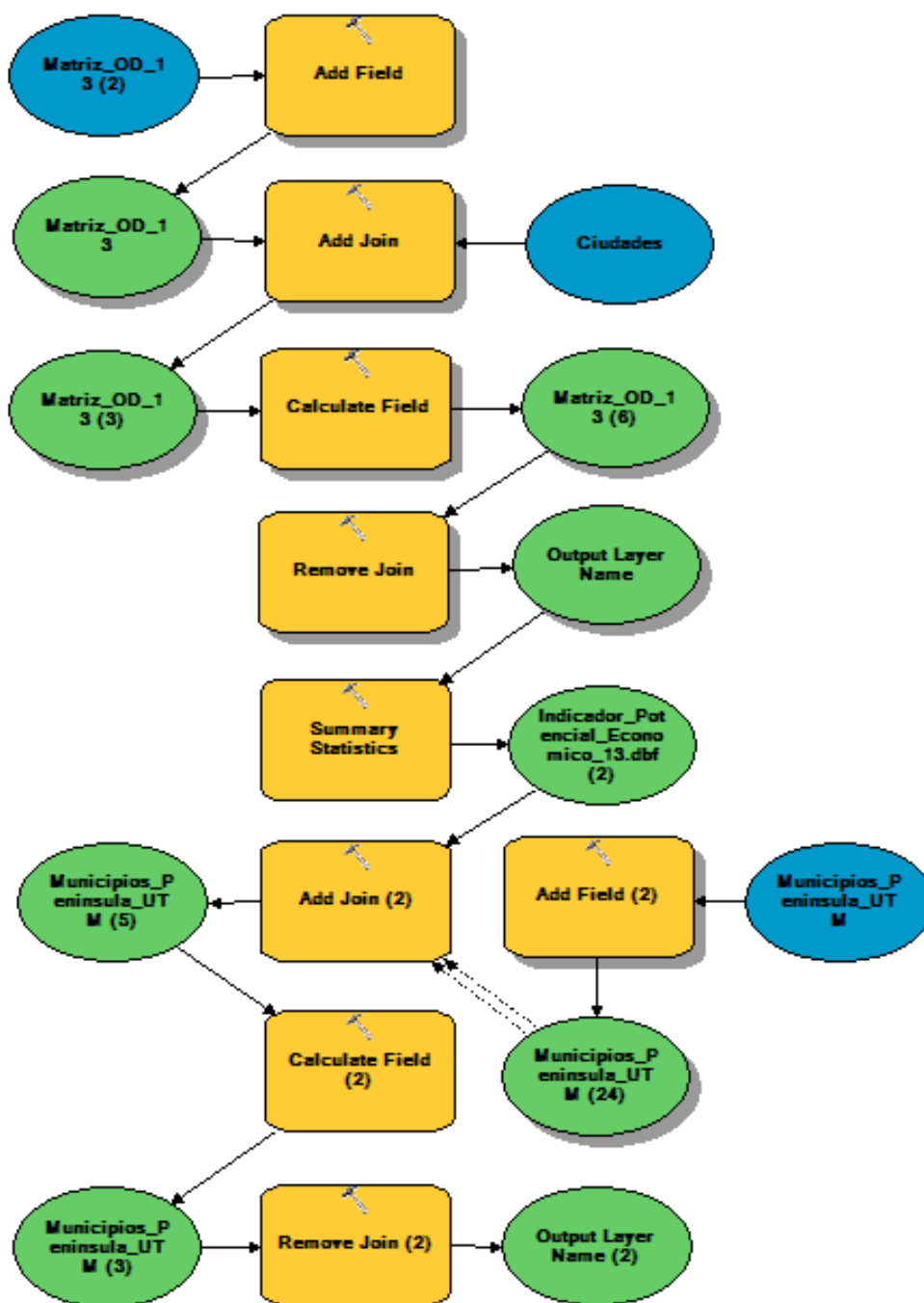


Figura 3: ModelBuilder - Indicador de potencial (económico y turístico).  
Elaboración propia.

- Indicador de accesibilidad diaria (negocios y turismo): del mismo modo que en el caso anterior se expone uno de los modelos utilizados.

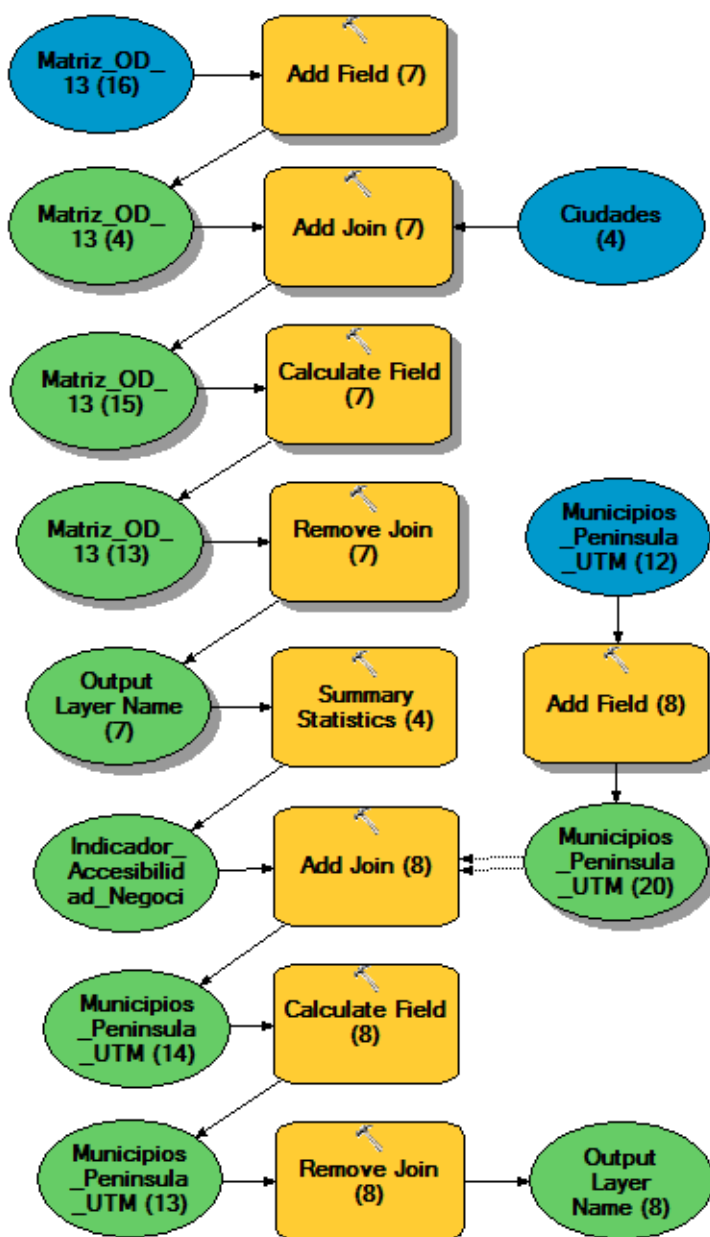
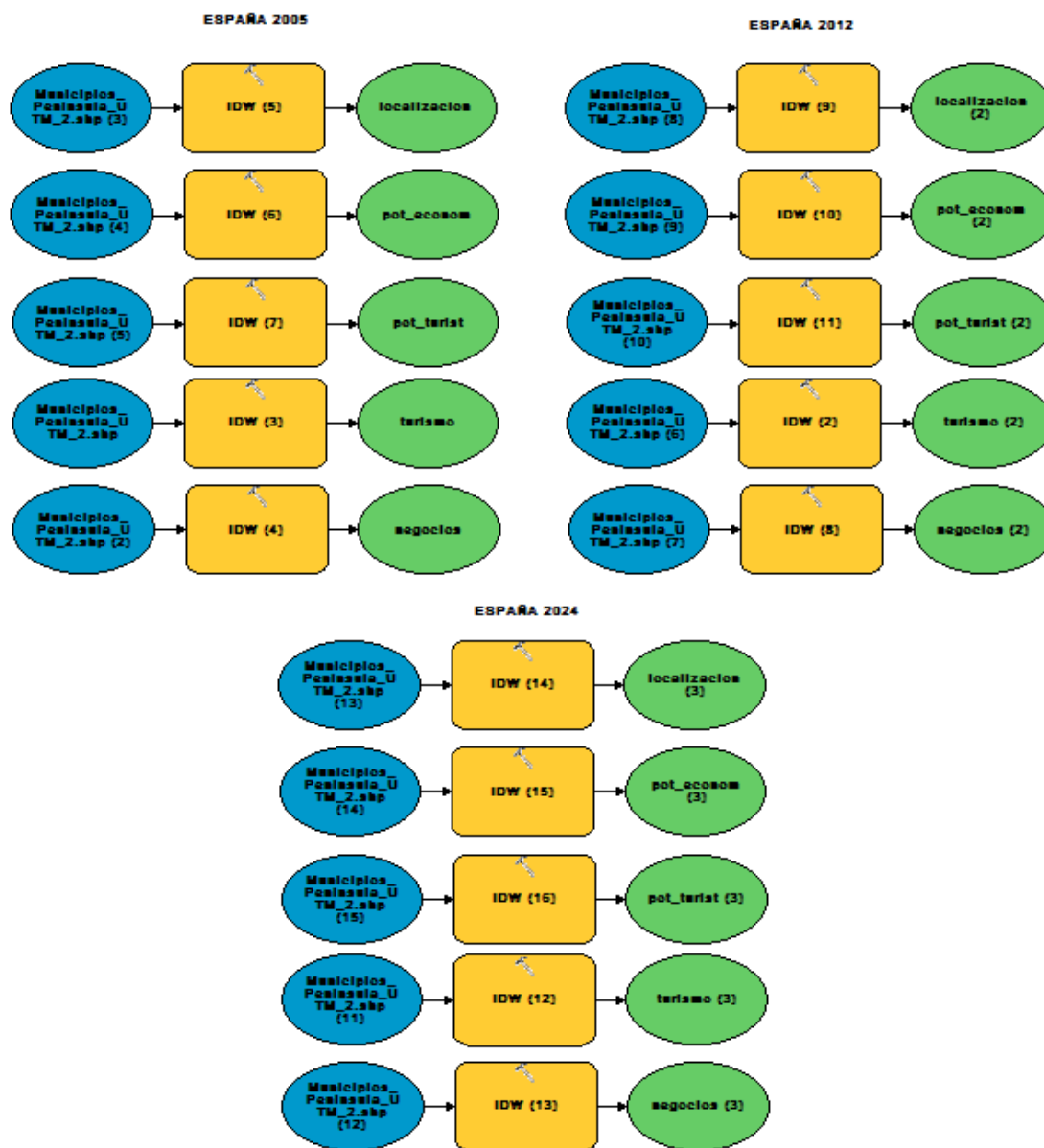


Figura 4: ModelBuilder - Indicador de accesibilidad diaria (negocios y turismo).  
Elaboración propia.

El siguiente modelo ha sido aplicado para obtener la cartografía de accesibilidad una vez calculados todos los indicadores en cada uno de los municipios y para cada escenario.



**Figura 5:** ModelBuilder – Cartografía de accesibilidad.  
Elaboración propia.

Estos mismos flujos de trabajo han sido adaptados y utilizados en el cálculo de los indicadores y la cartografía de accesibilidad de Francia.

