



# Análisis de los escenarios de emisiones derivados de la explotación de la Travesía Central de los Pirineos



**Noviembre 2009**





## INDICE

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> _____	<b>5</b>		
<b>MEMORIA</b> _____	<b>10</b>		
<b>1. Introducción</b> _____	<b>13</b>		
1.1. Antecedentes _____	15		
1.2. Alcance y Objetivos _____	15		
1.3. Metodología _____	16		
<b>2. Encaje funcional de la Travesía Central de los Pirineos</b> _____	<b>19</b>		
2.1. Introducción _____	20		
2.2. Análisis de flujos internacionales _____	20		
2.3. Principales polos logísticos europeos _____	25		
2.4. Red ferroviaria Transeuropea _____	26		
<b>3. Escenarios de explotación</b> _____	<b>41</b>		
3.1. Introducción _____	42		
3.2. Composiciones ferroviarias de mercancías _____	43		
3.3. Escenarios de demanda potencial _____	53		
3.4. Análisis de los principales corredores _____	62		
<b>4. Cuantificación del ahorro de emisiones</b> _____	<b>65</b>		
4.1. Parámetros de cálculo _____	67		
4.2. Ahorro de emisiones por corredores _____	74		
4.3. Ahorro de emisiones para escenarios agregados _____	75		
<b>5. Valoración económica del ahorro de emisiones</b> _____	<b>81</b>		
5.1. Prognosis del coste de las emisiones _____	83		
5.2. Coste de las emisiones para escenarios agregados _____	85		
<b>6. Conclusiones</b> _____	<b>87</b>		



# Análisis de los escenarios de emisiones derivados de la explotación de la Travesía Central de los Pirineos

## **RESUMEN EJECUTIVO** Noviembre 2009





## 1. Antecedentes

---

Según el Observatorio hispano-francés de Tráfico en los Pirineos, las toneladas que atravesaron la frontera en 2006 alcanzaron los 114,4 millones de toneladas, de las cuales sólo el 3,9% lo hicieron por modo ferroviario. El 87% de los 7,3 millones de camiones que atravesaron la frontera en 2006 lo hicieron a través de las autopistas de Irún y la Junquera.

Entre 2001 y 2006, las toneladas transportadas han crecido a un ritmo del 4,6% anual. Más allá de la ralentización puntual que se espera que suponga la actual crisis económica y en un contexto de apertura económica de España al exterior, los análisis apuntan a que el crecimiento del transporte terrestre a través de los Pirineos experimentado en la última década se mantendrá, llegando a incrementarse, el volumen total transportado, por encima del doble.

El modo ferroviario debe incrementar su cuota para evitar el colapso de los pasos viarios y los efectos ambientales asociados al aumento del tráfico transpirenaico, especialmente graves en este entorno natural. Toma especial urgencia la compleción del corredor ferroviario central para mercancías y su conexión con Francia a través de la Travesía Central de los Pirineos, definido como Proyecto Prioritario N°16 de la TEN-T.

## 2. Alcance y Objetivos

---

El objetivo planteado por el presente estudio es dotar al Gobierno de Aragón de un **balance y argumentario sobre el ahorro que los posibles escenarios de explotación de la Travesía Central de los Pirineos supondrían en las**

**emisiones de CO2** provocadas en el tránsito transpirenaico. Asociado a este análisis se plantea también la **cuantificación económica que este ahorro supondría en un futuro escenario de pago por emisiones** asociado al sector de los transportes.

## 3. Escenarios de captación

---

La mejora de las conexiones ferroviarias internacionales atribuible a las nuevas líneas, de alta velocidad y ancho mixto, se espera que contribuya a un cambio de tendencia en el transporte ferroviario transfronterizo, dando inicio a una etapa de crecimiento mantenido. No obstante, a medio plazo esta solución presenta incertidumbres derivadas de:

- El incremento de las circulaciones de pasajeros y la **reducción de la capacidad máxima de las líneas** como consecuencia de su explotación para tráfico mixtos, que supondrá la **limitación de las circulaciones de mercancías**.
- Las **condiciones de diseño y explotación adoptadas** (pendientes máximas de 18 milésimas, peaje) que **repercutirán desfavorablemente en la rentabilidad del servicio**, especialmente para mercancías pesadas y de poco valor añadido.

Se estima que el ferrocarril deberá llegar a absorber entre 50 y 60 millones de las toneladas que atravesarán anualmente los Pirineos, ante el aumento de estos flujos internacionales terrestres, que podrían superar los 250 millones de toneladas entre 2025 y 2030.

En esta perspectiva, el escenario base, de referencia, estima una capacidad de crecimiento de los corredores ferroviarios costeros hasta un 460% de lo

que transportan en la actualidad. Esto permitiría alcanzar una cuota del 8,5%, que resultaría ser inferior a las expectativas.

A partir de esta situación se analizan dos escenarios de superación de la situación de congestión descrita en el Escenario Base, gracias a la apertura de la Travesía Central, hasta alcanzar dos horizontes de cuota ferroviaria: 22% (escenario 1) y 17% (escenario 2).

#### 4. Cuantificación del ahorro de emisiones

Cada uno de los escenarios se plantea para dos conjuntos de hipótesis de explotación y factores de emisión que aproximen la evolución del sector ferroviario, agrupadas bajo la denominación de condiciones de explotación ferroviaria favorables y moderadas.

##### Escenario 1

- ✗ Por la Travesía Central de los Pirineos circularían anualmente 62.600 trenes de mercancías, que **transportarían 34 millones de toneladas considerando ambos sentidos.**
- ✗ Permitiría eliminar de la carretera **anualmente 2,54 millones de camiones.**
- ✗ Estos camiones supondrían, anualmente, **932 millones de veh·km que dejarían de realizarse en España** y 2.388 millones de veh·km en el conjunto de Europa.
- ✗ Este escenario supondría **un ahorro sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas de 462.000 toneladas en España, y de 1.200.000 toneladas en el conjunto de Europa**, para una condiciones de explotación ferroviaria favorables:

	Emisiones anuales de CO2 (ton)	
	Cond. Mod.	Cond. Fav.
<b>ESPAÑA</b>	<b>397.700</b>	<b>461.800</b>
<b>CONJUNTO DE EUROPA</b>	<b>1.073.700</b>	<b>1.178.800</b>

##### Escenario 2

- ✗ Por la Travesía Central de los Pirineos circularían anualmente unos 40.000 trenes de mercancías, que **transportarían 21,7 millones de toneladas, considerando ambos sentidos.**
- ✗ Permitiría eliminar de la carretera **anualmente 1,61 millones de camiones.**
- ✗ Estos camiones supondrían, anualmente, **588 millones de veh·km que dejarían de realizarse en España** y 1.500 millones de veh·km en el conjunto de Europa.
- ✗ Este escenario supondría **un ahorro sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas de 289.000 toneladas en España, y de 713.000 toneladas en el conjunto de Europa**, para una condiciones de explotación ferroviaria favorables.

	Emisiones anuales de CO2 (ton)	
	Cond. Mod.	Cond. Fav.
<b>ESPAÑA</b>	<b>284.100</b>	<b>289.000</b>
<b>CONJUNTO DE EUROPA</b>	<b>705.900</b>	<b>713.100</b>

## 5. Evaluación económica del ahorro de emisiones

De acuerdo al vigente Sistema de Negociación de Derechos de Emisión de Dióxido de Carbono, las previsiones existentes de la posible evolución del precio de los derechos de emisión por tonelada de CO<sub>2</sub>, a largo plazo muestran una alta variabilidad. Del análisis de los mismos, cabe adoptarse, al horizonte 2030, una hipótesis de variación en el entorno de los 38 – 48 €/t·CO<sub>2</sub>

La aplicación de este módulo sobre el ahorro de emisiones derivado de los escenarios anteriores, arroja que **la Travesía Central podría llegar a suponer un ahorro anual para España en compra de derechos de emisión de 22,2 millones de euros.**

Analizado **para el conjunto de Europa**, el total de las emisiones que se ahorrarían por el efecto de la Travesía Central de los Pirineos **podrían llegar a alcanzar un valor en el mercado de derechos de emisión de 56,6 millones de euros.**

En un escenario menos optimista, el valor del ahorro de las emisiones en el mercado de emisiones sería de 11 millones, considerando las emitidas en territorio español, o de 27,1 millones de euros para el conjunto de Europa.

## 6. Cifras de referencia

- ✘ Por cada tonelada y kilómetro recorrido en tren por la Travesía Central de los Pirineos en un itinerario internacional, se emitirá un 88% menos de CO<sub>2</sub> que si se transportase en camión.
- ✘ Las toneladas totales de CO<sub>2</sub> que se dejarían de emitir en España atribuibles a la Travesía Central de los Pirineos, supondrían 1,6 veces más que lo que emite Renfe en el total de las operaciones de mercancías en España, o el 50% de total de toneladas para el conjunto de sus servicios, según su memoria ambiental del año 2007.
- ✘ La estrategia de Renfe plantea reducir sus emisiones en 115.000 toneladas de CO<sub>2</sub>. El efecto de la Travesía Central en la reducción de las emisiones para el conjunto de España podría llegar a suponer cuatro veces este objetivo, o 10 veces considerando el conjunto de Europa.
- ✘ Según el Inventario Nacional de Emisiones de 2006 desagregado para Aragón, las emisiones de CO<sub>2</sub> atribuibles al conjunto del sector transportes fueron de 3,74 millones de toneladas en Aragón. El ahorro estimado para Europa gracias a la construcción de la Travesía Central, supone el 31% de las toneladas atribuibles al sector transportes en Aragón
- ✘ La movilidad en la ciudad de Zaragoza supuso en 2005 la emisión de 526.000 toneladas de CO<sub>2</sub>, según el Inventario de emisiones de Zaragoza de 2005. La reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> atribuible a la Travesía Central, en España, supondría un ahorro del 88% de las atribuibles a la movilidad en Zaragoza.

# Análisis de los escenarios de emisiones derivados de la explotación de la Travesía Central de los Pirineos

NOVIEMBRE 2009



Institut  Cerdà





## 1. Introducción

1.1 Antecedentes

1.2 Alcance y Objetivos

1.3 Metodología

1.4 Calendario



## 1.1. Antecedentes

Según el Observatorio hispano-francés de Tráfico en los Pirineos, las toneladas que atravesaron la frontera en 2006 alcanzaron los 114,4 millones de toneladas, de las cuales sólo el 3,9% lo hicieron por modo ferroviario. El 87% de los 7,3 millones de camiones que atravesaron la frontera en 2006 lo hicieron a través de las autopistas de Irún y la Junquera.

Entre 2001 y 2006, las toneladas transportadas han crecido a un ritmo del 4,6% anual. Más allá de la ralentización puntual que se espera que suponga la actual crisis económica y en un contexto de apertura económica de España al exterior, los análisis apuntan a que el crecimiento del transporte terrestre a través de los Pirineos experimentado en la última década se mantendrá, llegando a incrementarse, el volumen total transportado, por encima del doble.

Iniciadas las obras de conexión ferroviaria con Francia, en ancho internacional, por ambos extremos de la cordillera, toma especial urgencia la compleción del corredor ferroviario central para mercancías y su conexión con Francia a través del paso central de los Pirineos, definido como Proyecto Prioritario Nº16 de la TEN-T.

La ubicación estratégica de Aragón, que **enlaza los corredores Atlántico y Mediterráneo**, le confiere una orientación idónea hacia el movimiento de mercancías de intercambio con Francia y cuya **apuesta por el modo ferroviario**, en consonancia con las políticas europeas, debe permitir:

- **Descongestionar los pasos viarios** transfronterizos, y en especial el oriental y occidental, cuyas ampliaciones infraestructurales en marcha agotan sus posibilidades.

- Contribuir al cumplimiento de los compromisos en materia medioambiental con la **reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>**.
- Favorecer el desarrollo de los **servicios ferroviarios de pasajeros en los nuevos corredores** sometidos a fuerte presión poblacional.

Este proyecto, en consonancia con los Proyectos Prioritarios de la TEN-T, se incorpora en el Plan Estratégico de Infraestructuras del Transporte, elaborado por el Ministerio de Fomento de España y aprobado para el periodo 2005 – 2020.

Con el fin de dinamizar y orientar la materialización de este proyecto, el Gobierno de Aragón encargó, con fechas de 2001 y 2005, la elaboración de dos estudios iniciales que sirven de base al presente estudio:

- Estudio Económico del Proyecto de la Travesía Central de los Pirineos, de las alternativas de financiación del proyecto y de los instrumentos jurídicos aplicables. Abril 2005
- Estudio Informativo de la Travesía Central de los Pirineos. Agosto 2001.

## 1.2. Alcance y Objetivos

El objetivo planteado por el presente estudio dotar el Gobierno de Aragón de un **balance y argumentario sobre el ahorro que los posibles escenarios de explotación de la Travesía Central de los Pirineos (TCP) supondría en las emisiones de CO<sub>2</sub> y contaminantes** provocadas en el tránsito transpirenaico. Asociado a este análisis se plantea también la **cuantificación económica que este ahorro supondría en un futuro escenario de pago por emisiones** asociado al sector de los transportes.

Rebasa los objetivos del presente estudio la modelización de la demanda potencial del corredor, para lo cual se adopta como punto de partida los escenarios planteados por otros estudios realizados. De estos estudios se incorpora como base, también, sus conclusiones relativas a la viabilidad funcional, económica y financiera de la travesía.

Se ha pretendido que el análisis **sirva como metodología aplicable a los distintos escenarios de pronóstico de captación de demanda**, actualmente en elaboración, o a sus revisiones futuras. Para ello los resultados obtenidos plantean los ahorros que se conseguirían por trayectos potenciales y tipos de mercancía transportada, frente a un escenario viario alternativo o ferroviario sin Travesía Central.

Este estudio permite cuantificar, tanto por corredores y tipos de mercancía como, a modo orientativo, como resultado agregado, para los distintos escenarios planteados:

- Ahorros comparados de emisiones entre escenarios de ejecución y no ejecución de la Travesía Central.
- Ahorros económicos derivados del diferencial de emisiones entre los escenarios de explotación de la Travesía Central

### 1.3. Metodología

Centrados en el análisis de la Travesía Central desde el punto de vista de las emisiones, las mercancías que discurran por ella en el año horizonte de explotación corresponderán a uno de los siguientes supuestos:

- Mercancías viarias captadas hacia el modo ferroviario gracias al aumento de capacidad que supone la apertura de la Travesía Central de los Pirineos.
- Mercancías transportadas por modo ferroviario captadas por la Travesía Central Pirenaica para las que la TCP supone una mejora en las distancias transportadas.

El estudio se inicia en el análisis de las redes ferroviarias existentes y planificadas tanto de España, Francia y resto de Europa en lo que afecte a los objetivos del estudio.

Posteriormente se identifican aquellos orígenes y destinos por los que se concentran los flujos internacionales, obteniendo la matriz de distancias tanto para el modo ferroviarios, con y sin TCP, como para el modo viario.

A continuación, se aproximan las condiciones de explotación futuras tanto ferroviarias como viarias y se aplican, para la determinación de los módulos de emisiones característicos, las metodologías europeas EconTransit, para el modo ferroviario, y Corinair para el modo viario.

Sobre esta base, se analiza para cada uno de ellos cuál es el ahorro en emisiones por cada tonelada transportada y tipo de mercancía respecto a los dos escenarios de referencia:

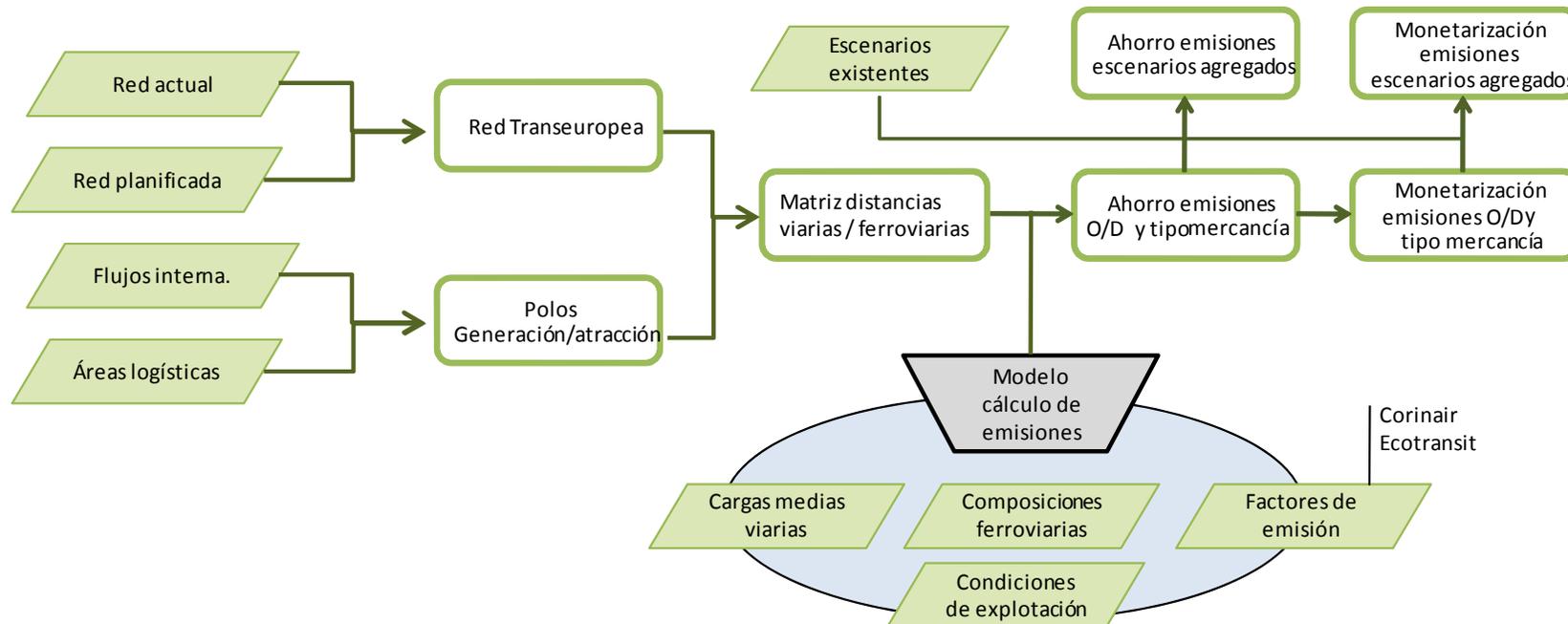
- Respecto a su alternativa por modo viario.

- Respecto a su itinerario ferroviario alternativo a la Travesía Central.

Estos resultado sirven de base para obtener un escenario agregado, orientado por los estudios de demanda potencial de referencia, que de una aproximación al ahorro global de emisiones de CO<sub>2</sub> y contaminantes que conllevará la ejecución de la Travesía Central.

Por último se cuantifica lo que este ahorro podría suponer en términos económicos ante un escenario de pago por emisiones relativas al sector de los transportes, tanto segregado por O/D y tipos de mercancías, como agregado.

Este proceso se resume en el esquema siguiente.





## 2. Encaje funcional de la Travesía Central de los Pirineos

### 2.1 Introducción

### 2.2. Análisis de flujos internacionales

### 2.3 Principales polos logísticos europeos

### 2.4 Red ferroviaria Transeuropea

## 2.1. Introducción

El presente estudio pretende aportar argumentaciones a los estudios informativos previos referentes a la Travesía Central de los Pirineos desde el punto de vista medioambiental derivado del escenario de explotación de la infraestructura.

El estudio parte del análisis de las principales rutas de intercambio internacional, sobre las que se perfila el papel que el ferrocarril tiene y, especialmente, que podría llegar a alcanzar.

Se ha pretendido que el análisis sirva como metodología aplicable a los distintos escenarios de prognosis de captación de demanda, actualmente en elaboración, o a sus revisiones futuras.

El capítulo se estructura en dos apartados:

- En el primero se analizan los principales puntos de atracción o generación de mercancías de ámbito internacional de influencia para la península, en base a las fuentes estadísticas disponibles.
- En el segundo se presenta la red Transeuropea tanto en su estado actual como planificado, incluyendo el estado actual planificado de la Travesía Central Pirenaica, como base de los distintos escenarios de asignación de los flujos de mercancías a la red.

## 2.2. Análisis de flujos internacionales

En 2006, según el Observatorio hispano-francés de Táfico en los Pirineos, atravesaron la frontera 113,8 millones de toneladas de las cuales sólo 4,5 millones los hicieron por modo ferroviario.

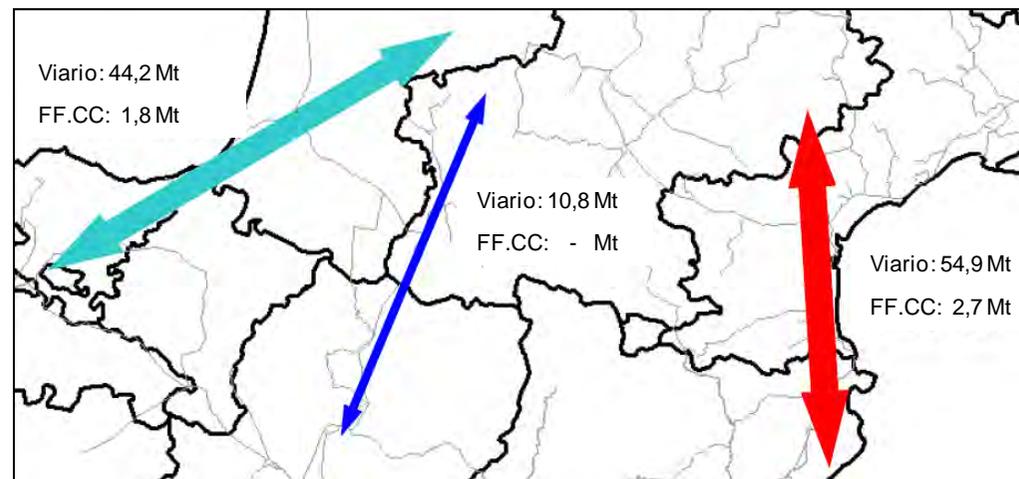


Figura 1. Reparto de mercancías por viarias y ferroviarias a través de los Pirineos

Fuente: Observatorio hispano-francés de Tráfico en los Pirineos 2006.

	Francia	Resto de la UE-15 (menos Francia)	Resto de Europa	TOTAL
Carretera	55,6	47,7	6,0	109,3
Ferrocarril	1,7	2,7	0,1	4,5
<b>TOTAL</b>	<b>57,3</b>	<b>50,4</b>	<b>6,1</b>	<b>113,8</b>

Tabla 1. Millones de toneladas a través de los Pirineos por modos terrestres

Fuente: Observatorio hispano-francés de Tráfico en los Pirineos 2006.

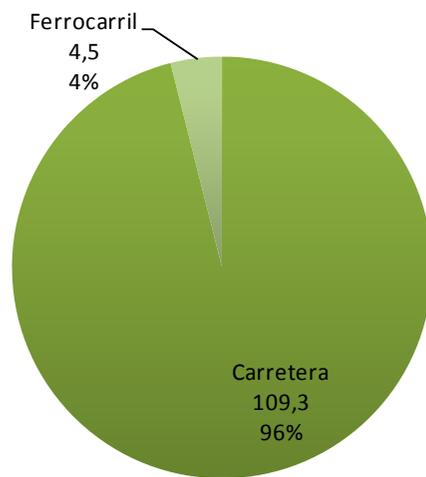


Figura 2. Cuota de modos transporte  
Fuente: Observatorio hispano-francés de Tráfico en los Pirineos 2006.

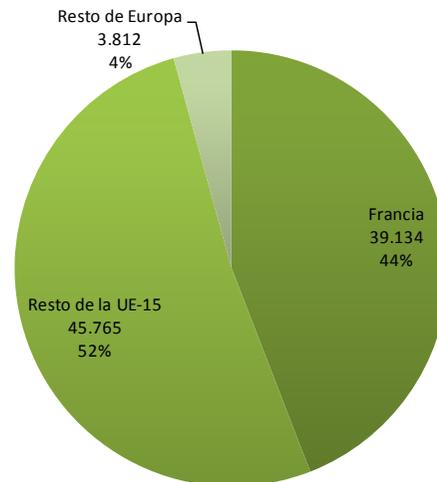


Figura 3. Distribución por orígenes destinos  
Fuente: Observatorio hispano-francés de Tráfico en los Pirineos 2006.

Los Pirineos han supuesto una frontera natural al tránsito de personas y mercancías desde la Península Ibérica hacia el resto de Europa, con especial impacto para el transporte ferroviario por sus mayores exigencias sobre las pendientes del trazado. Este aislamiento se ha reforzado a causa de la adopción de distinto ancho en la red ferroviaria española que ha acrecentado los problemas de interoperabilidad presentes en el resto de conexiones transfronterizas.

Estos condicionantes, en un contexto de contención generalizada del uso del modo ferroviario en España, quedan patentes en la progresiva pérdida de cuota del modo ferroviario en los flujos internacionales año a año. Evidencian, por tanto, el constante alejamiento de los objetivos marcados por la política común europea en materia de transportes que planteaba la revitalización del modo ferroviario como uno de sus ejes fundamentales

como recogía el Libro Blanco, actualmente en revisión. Este objetivo fue plenamente asumido en la formulación del Plan Estratégico de Infraestructuras del Transporte 2005 – 2020, aprobado por el Ministerio de Fomento.

Esta deficiencia en la interconexión ferroviaria queda patente en el hecho de que el 36% de las toneladas que llegaron, en 2006, al norte de los Pirineos por modo ferroviario cambiaron al modo viario para atravesar la frontera en las terminales de Baiona, Denadaia, Perinyà-San Carles y Rivesaltes.

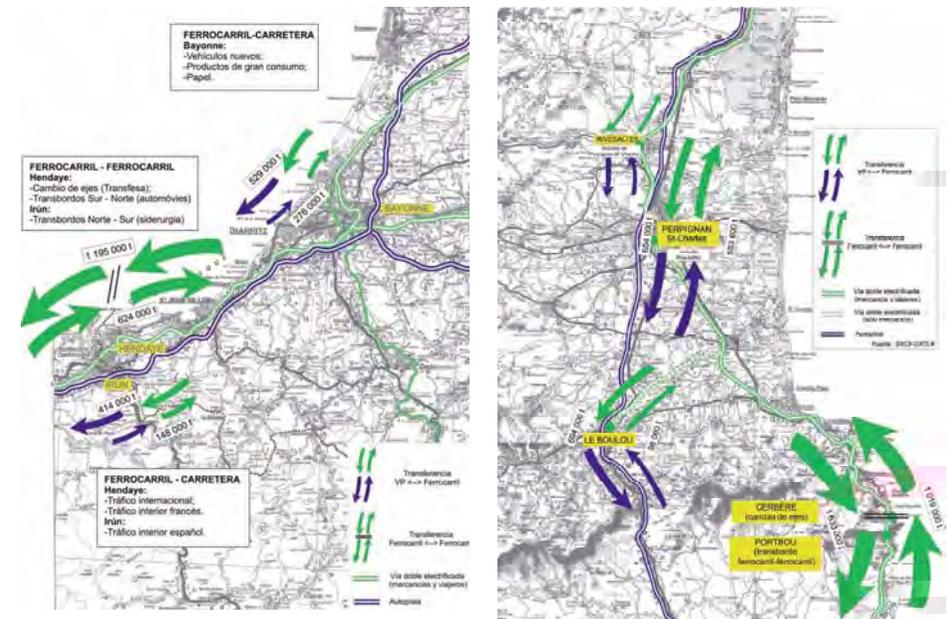


Figura 4. Tráfico de ferrocarril-ferrocarril y ferrocarril-carretera en la vertiente mediterránea (año 2006)

Fuente: Observatorio hispano-francés de Tráfico en los Pirineos 2006

### 2.2.1. Principales polos de generación/atracción de flujos internacionales

El análisis de las mercancías que atraviesan, por modos terrestres, la frontera hispano-francesa puede estudiarse a partir de las siguientes fuentes:

- Observatorio hispano-francés de Tráfico en los Pirineos
- Encuesta Permanente del Transporte de Mercancías por Carretera del Ministerio de Fomento (EPTMC).
- Base de datos de RENFE
- Cinta de aduanas del Ministerio de Economía y Hacienda

Dada la baja cuota ferroviaria, los flujos terrestres de mercancías quedan prácticamente determinados a partir del análisis de los flujos viarios internacionales. Estos son cuantificados y estudiados cada cinco años por la encuesta Transit realizada por el Observatorio hispano-francés de Tráfico en los Pirineos, siendo el 2004 el último año con resultados publicados.

#### Flujos internacionales por modo viario

En 2004, las importaciones y exportaciones por modo viario de Cataluña, Comunidad Valenciana, País Vasco, Madrid, Andalucía y Aragón supusieron más del 70% de los tránsitos viarios internacionales totales de la Península Ibérica.

Francia concentró el 51% de las toneladas totales intercambiadas por modo viario entre la Península Ibérica y Europa a través de los Pirineos.

		Norte-Sur	Sur-Norte	TOTAL
Cataluña	ES51	15.221	11.649	26.870
Comunidad Valenciana	ES52	4.591	6.078	10.669
País Vasco	ES21	4.812	4.763	9.575
Madrid	ES30	5.438	1.952	7.389
Andalucía	ES61	1.627	3.171	4.798
Aragón	ES24	2.372	1.763	4.134
Castilla y León	ES41	1.898	2.002	3.900
Murcia	ES62	849	2.201	3.050
Otras		9.461	8.867	18.327
<b>Total Península</b>		<b>46.269</b>	<b>42.446</b>	<b>88.712</b>

Tabla 2. Península: principales O/D de los flujos viarios internacionales. Miles de toneladas  
Fuente: Encuesta Transit 2004

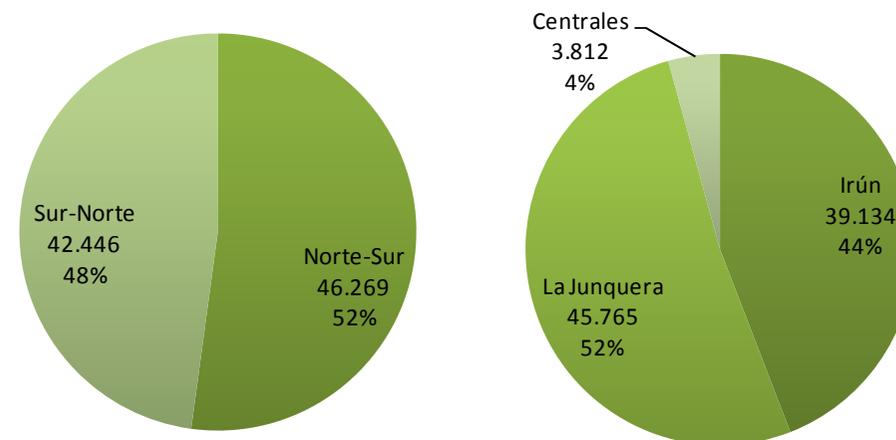


Figura 5. Equilibrio de flujos Norte – Sur  
Fuente: Encuesta Transit 2004

Figura 6. Distribución por los pasos  
Fuente: Encuesta Transit 2004

Nueve provincias francesas concentran el 80% de los intercambios de Francia con la Península Ibérica:

		Norte-Sur	Sur-Norte	TOTAL
Aquitània	FR61	6.312	3.507	9.819
Languedoc-Rosellón	FR81	3.559	4.626	8.185
Midi Pirineos	FR62	2.868	1.463	4.331
Isla de Francia	FR10	1.211	1.942	3.154
Ródano-Alpes	FR71	1.436	1.627	3.063
Provenza-Alpes-Costa Azul	FR82	1.364	1.298	2.662
Norte-Paso de Calais	FR30	1.448	704	2.152
País del Loira	FR51	697	971	1.668
Centro	FR24	530	676	1.206
<i>Otras</i>				
<b>Total Francia</b>		<b>24.721</b>	<b>20.555</b>	<b>45.275</b>

Tabla 3. Intercambios Francia – Península Ibérica por carretera. Miles de toneladas  
Fuente: Encuesta Transit 2004

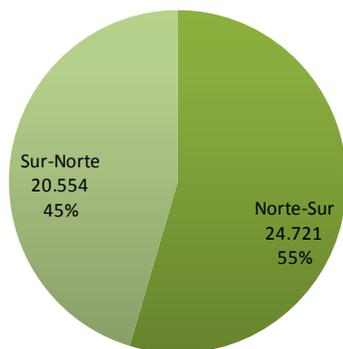


Figura 7. Equilibrio de flujos Norte – Sur  
Fuente: Encuesta Transit 2004

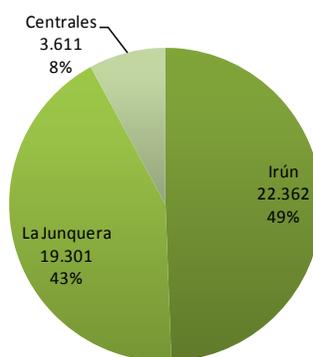


Figura 8. Distribución por los pasos  
Fuente: Encuesta Transit 2004

Para el resto de Europa, los intercambios de la Península Ibérica con las regiones recogidas en la tabla siguiente concentran el 50% del .:

		Norte-Sur	Sur-Norte	TOTAL
Noroeste	ITC	2.577	2.530	5.107
Norterhein-westfalen	DEA	1.956	2.096	4.052
Noreste	ITD	1.451	1.446	2.897
Vlaams Gewest	BE2	1.759	715	2.473
Baden-württemberg	DE1	1.340	1.081	2.421
West-nederland	NL3	1.308	910	2.217
Bayern	DE2	1.088	850	1.938
Centro (i)	ITE	672	696	1.368
Zuid-nederland	NL4	678	466	1.145
<i>Otras</i>		<b>8.718</b>	<b>11.099</b>	<b>19.818</b>
<b>Total Resto Europa</b>		<b>21.547</b>	<b>21.888</b>	<b>43.437</b>

Tabla 4. Intercambios Resto Europa – Península Ibérica por carretera. Miles de toneladas  
Fuente: Encuesta Transit 2004

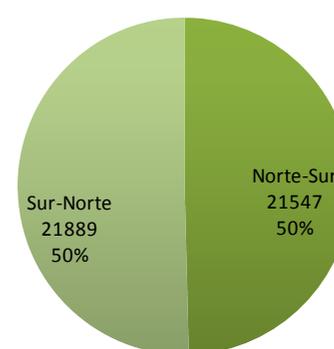


Figura 9. Equilibrio de flujos Norte – Sur  
Fuente: Encuesta Transit 2004

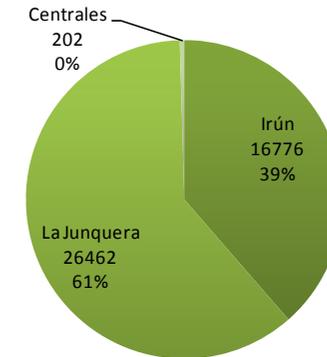


Figura 10. Distribución por los pasos  
Fuente: Encuesta Transit 2004

### 2.2.2. Flujos internacionales por modo ferroviario

Respecto al tráfico ferroviario, se resalta una mayor concentración de los tráficos.

Para las exportaciones, las 10 terminales con más tráfico una media de un 72,32% del total de las expediciones, según los datos publicados por el Observatorio del ferrocarril correspondientes a 2006.

2006	Toneladas	%	2006	TM TOTAL	%
la Carrera ( Valladolid)	272.368	13,49	Alemania	681.254	33,74
Silla-conte-Valencia	250.003	12,38	Portugal	473.174	23,43
Grisen	216.324	10,71	Francia	382.040	18,92
Tarragona-Constanti(contenedores)	173.498	8,59	Bélgica	185.211	9,17
Granollers-Contenedores	159.111	7,88	Gran Brtaña	136.761	6,77
Martorell-Seat	106.673	5,28	Italia	35.205	1,74
Irun-cargas	90.848	4,5	Eslovaquia	27.069	1,34
Sestao-Urbinaga	69.576	3,45	Austria	24.240	1,2
Landaben	65.864	3,26	Hungria	22.798	1,13
Zaragoza-contenedores	56.147	2,78	Dinamarca	9.712	0,48
Total 10	1.460.412	72,32	Holanda	8.452	0,42
Resto	558.981	27,68	Suiza	7.938	0,39
Total General	2.019.393	100	Luxemburgo	6.417	0,32
			Polonia	5.093	0,25
			Croacia	5.018	0,25
			Suecia	4.638	0,23
			Chequia	4.256	0,21
			Turquia	71	0
			Eslovenia	44	0
			Total general	2.019.393	100

Tabla 5. Tráficos de exportación por modo ferroviario  
Fuente: Observatorio del ferrocarril. 2008

Igualmente, en lo que respecta a las importaciones, las 10 primeras terminales alcanzan una participación media de un 62,28%:

2006			2006			2006		
Terminal	Toneladas total	%	TM TOTAL	%	TM TOTAL	%	TM TOTAL	%
Granollers-Contenedores	411.707,70	12,05	Alemania	1.193.322	34,91			
Irun-Algoposa- intermodal	302.147,46	8,84	Francia	965.031	28,23			
Tarragona-Constanti (conten.)	288.450,00	8,44	Bélgica	559.113	16,36			
Port- Bou Cadefer	284.295,31	8,32	Portugal	494.600	14,47			
La Carrera (Valladolid)	237.193,60	6,94	Gran Bretaña	112.647	3,3			
Silla Contenedores-Valencia	175.529,70	5,14	Austria	34.030	1			
Ford (Factoria)-Almussafes	149.300,80	4,37	Italia	26.502	0,78			
Irun-Cargas	128.133,06	3,75	Eslovaquia	12.378	0,36			
Murcia-Cargas	125.440,59	3,67	Hungria	11.257	0,33			
Grisén (General Motors)	99.571,16	2,91	Chequia	4.946	0,14			
<b>Total 10</b>	<b>2.201.769,38</b>	<b>64,42</b>	Luxemburgo	2.701	0,08			
<b>Resto</b>	<b>1.216.125,20</b>	<b>35,58</b>	Suiza	1.352	0,04			
<b>Total General</b>	<b>3.417.895</b>	<b>100</b>	Polonia	16	0			
			Holanda	0	0			
			Turquia	0	0			
			<b>Total General</b>	<b>3.417.895</b>	<b>100</b>			

Tabla 6. Tráficos de importación por modo ferroviario  
Fuente: Observatorio del ferrocarril. 2008

### 2.3. Principales polos logísticos europeos

El análisis anterior referente a los principales flujos de transporte internacional por orígenes y destinos, coincide, sensiblemente, con el de los principales corredores de mercancías, y principales agrupaciones de suelo logístico, cuyos planos se incluyen a continuación.



Figura 11. Principales corredores europeos de mercancías

Fuente: Institut Cerdà, sobre base del Ministère de l'Écologie de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire



Figura 12. Implantaciones logísticas en Europa

Fuente: Institut Cerdà y Samarcande

## 2.4. Red ferroviaria Transeuropea

Uno de los **ejes principales en la política común europea en materia de transportes es integrar los requisitos ambientales de manera transversal**. Para ello, busca conseguir un necesario reequilibrio modal que oriente el transporte hacia la comodidad, e impulsa directrices específicas dirigidas a la mejora de la eficiencia de los distintos modos: transporte por carretera, aéreo, ferroviario, marítimo, etc.

En esta búsqueda de la **eficiencia ambiental, y también económica, el transporte ferroviario para mercancías es una apuesta decidida** promovida desde el Libro Blanco del Transporte de 2001. En este periodo, el ferrocarril, y especialmente el transporte ferroviario de mercancías, ha aglutinado una buena parte del desarrollo legislativo derivado de esta política común, así como ayudas e inversiones asociadas a proyectos prioritarios.

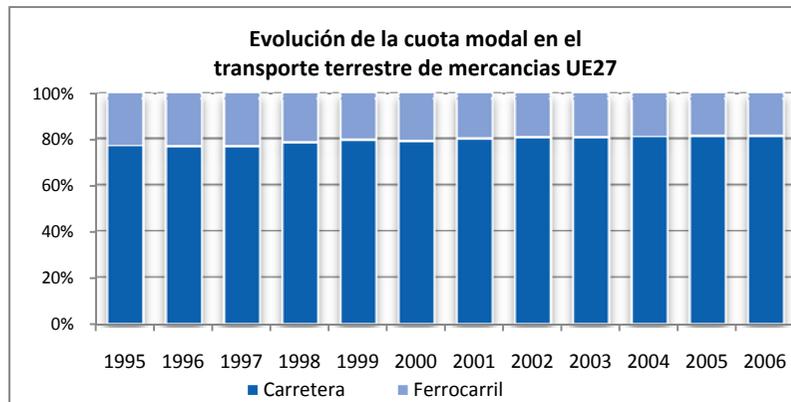


Figura 13. Evolución de la cuota modal en el transporte terrestre de mercancías en EU27

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Statistical pocketbook 2007/08

La evolución de las cuotas modales del transporte terrestre de mercancías en el territorio europeo en el período 1995-2006, muestran como la cuota del modo viario aumenta en más de cuatro puntos porcentuales, mientras que se presenta un retroceso de la misma magnitud en el modo ferroviario.

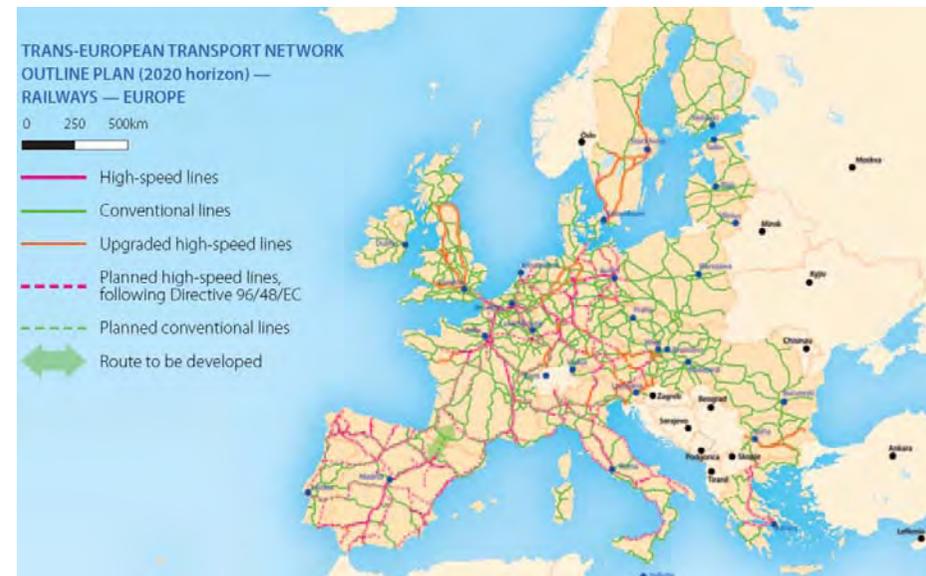


Figura 14. “Corredores Transeuropeos Ferroviarios”

Fuente: Comisión Europea. 2008

Desde la Comisión Europea, como respuesta a la pérdida de cuota del ferrocarril frente a la carretera y a la necesidad creciente de transferir mercancías al ferrocarril, se han diseñado un conjunto de acciones encaminadas a aumentar la competitividad del sector ferroviario. Entre ellas, se encuentran medidas encaminadas a la mejora de la gestión, como la puesta en funcionamiento de un nuevo marco liberalizado, o medidas encaminadas a favorecer la interoperabilidad entre las redes. Otro bloque de medidas aglutina las de carácter infraestructural, encaminadas a consolidar

una Red Transeuropea de Transporte (TEN-T por sus siglas en inglés) que de servicio a las necesidades de transporte en el interior de Europa y entre Europa y sus áreas de influencia.

En cuanto a las tendencias en los patrones del transporte que se dan en el territorio europeo, se resalta la tendencia mundial hacia una mayor contenerización de la carga, como consecuencia del peso creciente del modo marítimo en el transporte de mercancías, y el aumento de las distancias recorridas por las mercancías entre origen y destino<sup>1</sup>. Adicionalmente, cabe mencionar otros factores coyunturales que refuerzan las directrices impulsadas por las instituciones de la Unión Europea en materia de transportes como la mitigación del cambio climático, el creciente control medioambiental del conjunto de actividades económicas, la dependencia del petróleo, con un escenario futuro de fuertes incrementos de precios, o la misma congestión en puntos clave de la red viaria. En su conjunto, estas dinámicas configuran un escenario en el cual el transporte de mercancías por ferrocarril cuenta con las características necesarias para jugar un papel estructurante en el transporte internacional, como planteaba el Libro Blanco de la Unión Europea.

Las TEN-T son un conjunto de proyectos infraestructurales que tienen como objetivos garantizar la accesibilidad, cohesión, interconexión y la interoperabilidad de las redes de entre los países que componen la Unión Europea. Estos proyectos incluyen todos los modos de transporte (carretera, ferrocarril, aéreo, marítimo y la comodidad).

En su conjunto, los proyectos TEN-T buscan:

- Establecer y desarrollar las conexiones estratégicas y las interconexiones necesarias para eliminar las situaciones de cuellos de botella en la movilidad de pasajeros y mercancías.

- Finalizar los tramos, especialmente los transfronterizos, que permiten completar las principales rutas de transporte.
- Cruzar barreras naturales.
- Mejorar la interoperabilidad en las rutas principales.

Las TEN-T, además de los anteriores objetivos fundamentan su desarrollo en la interconexión e interoperabilidad de las redes nacionales de transporte.

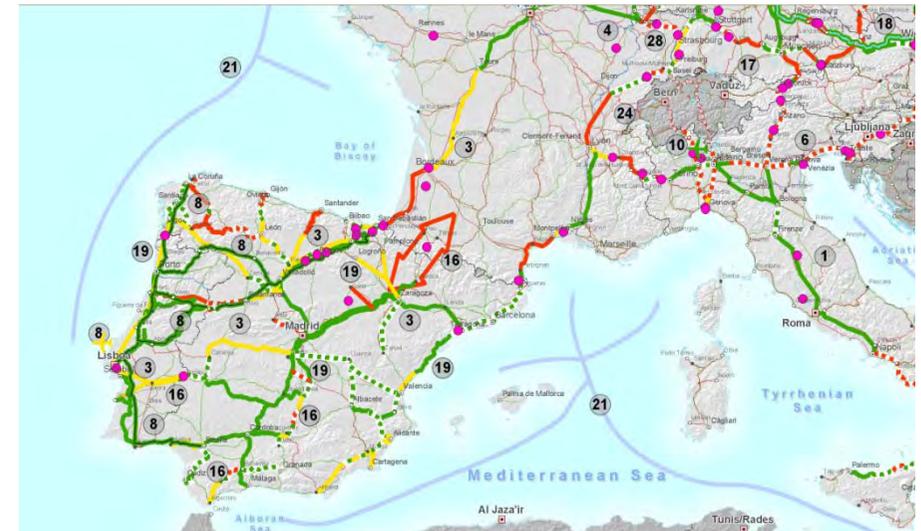


Figura 15. Proyectos prioritarios para consolidar una Red Transeuropea de Transporte. Fuente: Comisión Europea.

Dos proyectos prioritarios europeos (TEN-T) intervienen sobre la mejora en la interconexión ferroviaria entre la Península Ibérica y el resto de Europa. Son el Proyecto N°3, correspondientes al eje ferroviario de alta velocidad del suroeste de Europa, con mayor incidencia en el transporte de pasajeros, y el Proyecto N°16, que define el eje ferroviario de mercancías Sines/Algeciras-Madrid-París.

1 Modern Rail, Modern Europe. Dirección General de Energía y Transporte de la Comisión Europea (2008).

Este proyecto prioritario N°16, cuyo efecto sobre el ahorro de emisiones es objeto del presente estudio, debe desarrollar una vía ferroviaria de alta capacidad que una los puertos de Algeciras y Sines (en el sureste de Portugal) con el centro de Europa. El proyecto incluye la construcción de una nueva conexión de alta capacidad para mercancías a través de los Pirineos, conectando la red francesa y española. Las líneas ferroviarias serán construidas bajo los estándares europeos tanto en lo referente a ancho de vía como en lo que respecta a los sistemas de señalización y de seguridad, lográndose así la interoperabilidad física completa y suponiendo, en definitiva, una completa interconexión de las redes. Con este enlace ferroviario a través de los Pirineos, se completará una importante ruta de comercio entre Portugal y España y el resto de Europa.

### 2.4.1. La red ferroviaria planificada en España

Las políticas de desarrollo de infraestructuras de transporte para España en el período 2005-2020 se recogen en el Plan Estratégico de Infraestructuras de Transporte (PEIT).

El PEIT se aprobó en 2005 con una inversión prevista hasta el 2020 próxima a 250.000 millones de euros. En línea con las políticas activas europeas de promoción del modo ferroviario, **plantea una inversión para el ferrocarril del 49%, superando ampliamente al modo viario y rompiendo, así, con la tendencia de las últimas décadas en España.** La inversión en carreteras supone el 27% del total.

Una vez finalizada la construcción de las infraestructuras previstas en el PEIT, la red de transportes contará un incremento de 9.000 km de alta velocidad ferroviaria y 6.000 km de carreteras. El modelo ferroviario de altas prestaciones diseñado en el PEIT permitirá que, con sus 10.000 kilómetros operativos en el 2020, todas las capitales de provincia queden conectadas a la red, lo que supondrá que el 90% de la población esté a menos de 50 km de este servicio. La magnitud y el impacto territorial de esta red han provocado que otros países, como EE.UU., se interesen por este modelo con el fin de analizar la forma de adaptarlo a su realidad.

El PEIT incluye una priorización de actuaciones en 3 etapas del desarrollo de las infraestructuras ferroviarias:

- La primera de ellas comprendida entre 2005 y 2008, con los objetivos de finalizar los tramos en obras existentes, así como potenciar la coordinación de servicios y desarrollo de las obras que facilitarán la interoperabilidad con la red francesa. Hace hincapié en la introducción de mejoras orientadas a la explotación de la red.
- La siguiente fase, a partir del 2009, y hasta la finalización del Plan, desarrollará dos líneas de actuación principales: Interoperabilidad plena en el paso de frontera con la red francesa (incluidos tráficos de mercancías) y el inicio del proceso de cambio de ancho en el conjunto de la red, comenzando en el cuadrante Nordeste.
- Establece un tercer periodo que vincula su inicio a 2013 y para el que sus objetivos se establecerán en función *de los resultados obtenidos en el período anterior en cuanto a evolución de la participación modal del ferrocarril en el transporte de viajeros y mercancías.* **Es en este periodo en el que el PEIT recoge la TCP, como nuevo corredor**

**ferroviario transpirenaico especializado en el transporte de mercancías.**

La forma del sistema ferroviario resultante compuesta por una red de ejes de muy altas prestaciones exclusivos para el transporte de pasajeros y otros ejes de altas prestaciones, con mayor cobertura territorial y de tráfico mixto, se complementen con la red convencional, en progresiva transformación a ancho mixto como queda sintetizado en el plano de la página siguiente.

El propio plan incluye dos periodos de revisión, el primero de los cuales se ha iniciado recientemente, con el objetivo de priorizar las actuaciones más importantes para cada uno de los modos. El siguiente corresponde hacerse a mediados de 2015.

Esta primera revisión, si bien es posible que incorpore alguna nueva actuación y replantee la prioridad de otras, en su conjunto, y según las líneas iniciadas por el Ministerio de Fomento, conservará las líneas estructurales del documento aprobado y vigente.

A los efectos del presente estudio, es destacable que el PEIT incorpora las actuaciones necesarias para el desarrollo, en el territorio del Estado, de las infraestructuras que componen los ejes definidos por la Unión Europea como prioritarios en el marco de la TEN-T. A continuación se describe con mayor detalle, el estado de ejecución de estas infraestructuras, así como del Corredor Cantábrico-Mediterráneo, recientemente iniciado su proceso administrativo, que concluirá esta infraestructura clave para el posicionamiento logístico de Aragón y del Corredor Central ferroviario para mercancías.



Figura 15. Red de ferrocarriles horizonte 2020  
Fuente: PEIT (2005).

### Ejes ferroviarios de alta velocidad de suroeste de Europa

Supondrá la conexión de la alta velocidad ferroviaria de la Península Ibérica (España – Portugal) con la red de alta velocidad europea. Para España, su desarrollo se enmarca dentro de la red ferroviaria de Alta Velocidad definida por el PEIT.



Figura 16. Eje prioritario Nº 3 TEN-T•  
Fuente: Comisión Europea

Concretamente, dentro del corredor prioritario europeo, caben distinguirse tres ejes constituyentes: Oporto – Lisboa – Madrid; Nîmes – Perpignan – Barcelona – Zaragoza – Madrid; y París – Tours – Bourdeaux – Vitoria – Madrid.

Pese a tratarse de corredores concebidos para la circulación de servicios de pasajeros, es destacable que sus tramos finales de conexión con la red europea sí permitirán su explotación mixta (pasajeros y mercancías). Son los pasos costeros: Mediterráneo, tramo Barcelona – Perpignan; y Atlántico, la denominada “Y” Vasca, Bilbao - Irún.

#### Conexión Barcelona – Perpignan:

Este tramo de la línea entre Barcelona – Perpignan permitirá la circulación mixta de pasajeros y mercancías, a través del túnel de le Pertús, construido en el marco de este corredor europeo a través de una sociedad interministerial constituida por los gobiernos de Francia y España.

En la actualidad todos los tramos que conforman esta conexión entre Barcelona y Perpignan están licitados y en obras pudiéndose prever su entrada en servicio para finales de 2012.

El tramo internacional Figueras – Perpiñán, de 44 km (24,6 km en Francia y 19,8 km en España) y ejecutado en régimen de concesión, fue recepcionado por la Comisión Intergubernamental hispano-francesa en febrero de 2009. Su entrada efectiva en servicio está condicionada a la compleción del resto de tramos en obras de la LAV entre Barcelona y Figueras.

El tramo de la línea de Alta Velocidad Barcelona – Perpignan será el primero de estas características en España que permita la circulación mixta de

pasajeros y mercancías. No obstante este modelo presenta ciertas incertidumbres para la circulación de mercancías derivadas de:

- La reducción de la capacidad de la línea para circulaciones de mercancías como consecuencia del incremento de circulaciones de pasajeros. Este aumento de circulaciones se espera que sea especialmente intenso a partir de 2020 que, previsiblemente, se complete la línea de alta velocidad con la terminación del tramo Montpellier – Perpignan, para el que el Gobierno Francés ha dado ya inicio al proceso de debate público.
- Los condicionantes de diseño de la línea que incluye varios tramos, de longitud limitada, con pendiente de 18 milésimas, lo que, sumado al peaje del paso por el túnel del Pertús, repercutirá en la rentabilidad del servicio, especialmente en el caso de mercancías pesadas y de poco valor añadido.

### Conexión Atlántica - “Y” Vasca

La “Y Vasca” es como se conoce el proyecto que unirá en red de alta velocidad Vitoria, Bilbao y San Sebastián, con el corredor internacional de Bourdeaux. Este proyecto se encuentra incluido en la planificación de escala española (PEIT 2005-2020) y forma parte de la Red Transeuropea de Transportes dentro de la cual es parte del eje prioritario número 3 (línea de alta velocidad suroeste de Europa).



Figura 17. “Y Vasca” dentro del sistema de ejes prioritarios de actuación en la Red Transeuropea de Transporte (TEN-T)

Fuente: Comisión Europea y [www.euskalyvasca.com](http://www.euskalyvasca.com)

Este proyecto, de 180 kilómetros y doble vía en ancho UIC, curvas de radio mínimo de 3,1 kilómetros y con pendientes máximas de 15 milésimas -con excepciones de 18 milésimas-, se destinará a tráfico tanto de pasajeros como de mercancías. Este diseño permite unas velocidades máximas para pasajeros de 220 km/h y de 120 km/h para mercancías. Además de la conexión con los centros urbanos de las ciudades, esta red permitirá conectar directamente sus principales zonas logísticas a la red principal.

En lo que se refiere a su estado de desarrollo, en la actualidad diez de los dieciocho tramos en que se encuentra dividida la línea, se encuentran

licitados. Según las previsiones del Ministerio de Fomento, a finales del 2009 estarán licitadas las obras en quince tramos a falta de los accesos urbanos a Vitoria y Bilbao y el nudo de Elorrio – Vergara.

Tramo licitado	Longitud	Fecha adjudicación	Plazo ejecución
Tolosa	3,79 km	-	-
Legorreta	3,58 km	-	-
Beasain Este	2,16 km	09/07/2009	32 meses
Beasain Oeste	1,87 km	-	-
Ordizia - Itsasondo	2,8 km	10/12/2007	31 meses
Arrazua/Ubarandia - Legutiano I	2,5 km	26/12/2007	20 meses
Arrazua/Ubarandia - Legutiano II	5,2 km	31/3/2006	24 meses
Legutiano - Eskoriatza II	2,4 km	26/12/2006	45 meses
Legutiano - Eskoriatza I	5 km	26/12/2006	45 meses
Eskoriatza - Aramaio	5,58 km	30/03/2007	29 meses
Aramaio - Arrasate/Mondragón	3,39 km	30/03/2007	30 meses
Arrasate/Mondragón - Elorrio	4,44 km	26/01/2007	33,5 meses
Abadiño - Durango	3,52 km	26/01/2007	21 meses
Durango - Amorebieta/Etxano	4,6 km	26/10/2007	30 meses
Amorebieta/Etxano - Amorebieta/Etxano	5,03 km	28/09/2007	27 meses
Amorebieta/Etxano - Lemoa	3,5 km	02/06/2009	28 meses
Lemoa - Galdakao	5,4 km	26/10/2007	32 meses
Galdakao - Basauri	3,5 km	26/12/2007	28 meses

Tabla 7. Estado de evolución en la adjudicación de los tramos de la “Y Vasca”  
Fuente: [www.euskalyvasca.com](http://www.euskalyvasca.com)

### Corredor ferroviario de mercancías Sines/Algeciras – Madrid - París

Se trata de un corredor concebido para impulsar el transporte internacional de mercancías por modo ferroviario, conduciendo las mercancías por el centro de la Península, desde el Sur hasta el Norte.

Su obra principal es la realización de una nueva conexión ferroviaria a través de los Pirineos, por su macizo central, que aumente la permeabilidad actual de la frontera, y mejore la continuidad entre las redes europeas y españolas.

El pasado 20 de octubre se firmó el acuerdo de constitución de la Agrupación Europea de Interés Económico, para el desarrollo de la *Travesía de Gran Capacidad de los Pirineos* (TGC Pirineos), compuesto por España y Francia, que debe permitir hacer efectivo este proyecto.

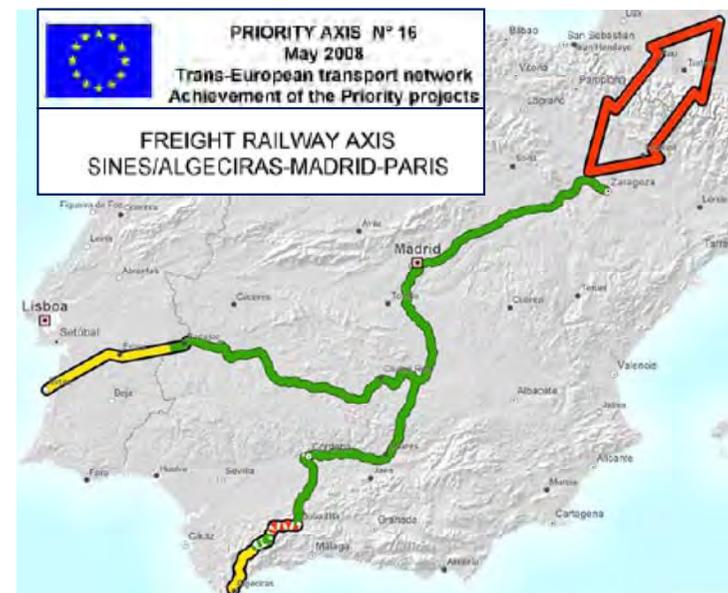


Figura 18. Eje prioritario Nº 16 TEN-T•  
Fuente: Comisión Europea

La parte fundamental del resto de tramos que componen este corredor internacional, en su vertiente española, corresponden a la actual Red Ferroviaria de Interés General, del Ministerio de Fomento. Su adaptación y mejora se incluye dentro de las intervenciones fijadas por el PEIT correspondientes a la mejora de la red existente, pendientes de ser ampliadas y detalladas en el Plan Sectorial Ferroviario que ultima el propio Ministerio.

Desde la entrada en servicio de la línea de Alta Velocidad entre Madrid - Zaragoza, la vía convencional se ha visto liberada de la mayor parte de los servicios de pasajeros, quedando dedicada, de forma casi exclusiva, a los tráficos de mercancías.

No obstante, el Plan Sectorial deberá incorporar la mejora de determinados tramos de infraestructura, adaptándolos a esta nueva función, y, especialmente, la mejora de las terminales y apartaderos para permitir la circulación de trenes de 750 m de longitud. Es especialmente relevante la solución aportada a los tramos urbanos de Zaragoza y Madrid, para evitar la interferencia de las cercanías con los servicios de mercancías.

El PEIT incluye, también, la mejora de la vía entre Bobadilla y Algeciras convirtiéndola a alta velocidad, así como la conexión ferroviaria del Puerto de Algeciras, en servicio desde Octubre de 2008. El estado de estos proyectos se detalla a continuación:

Tramo	Estado
<b>Bobadilla-Ronda-La Indiana</b>	Es Estudio Informativo
<b>Ronda-La Indiana-Cortes de la Frontera</b>	En obras
<b>Cortes de la Frontera-San Pablo de Buceite</b>	En obras
<b>San Pablo de Buceite-Algeciras</b>	En Proyecto

<b>Integración en Algeciras y ramal a La Línea de la Concepción</b>	Estudio informativo licitado
<b>Ramal Isla Verde(acceso al Puerto Bahía de Algeciras).</b>	En servicio

### Travesía de Gran Capacidad de los Pirineos

La reciente Agrupación Europea de Interés Económico, para el desarrollo de la *Travesía de Gran Capacidad de los Pirineos* (TGC Pirineos), constituye el primer órgano administrativo que permitirá avanzar de forma conjunta entre España y Francia en el diseño del trazado y elaboración del proyecto de la Travesía Central por el Pirineo.

Toma como punto de partida los estudios previos realizados por las partes, con el objeto de concluir en 2013 esta primera fase de estudios preliminares: estudios de análisis territorial y medioambiental, estudios preliminares de trazado y análisis de evaluación de rentabilidad socioeconómica y de viabilidad financiera.

Aunque se inicia ahora el proceso de selección de trazados y configuraciones de diseño, para los efectos del estudio se adopta una aproximación al proyecto basada en estudios previos realizados por el Gobierno de Aragón, que establecían una longitud aproximada para la conexión de 135 km (Zuera-Frontera Francesa)

### Infraestructuras logísticas de Aragón

La situación geográfica privilegiada de Aragón, con su capital ocupando una posición de centralidad en el hexágono formados por seis grandes áreas metropolitanas europeas (Madrid, Barcelona, Valencia, Bilbao, Burdeos y Toulouse), le otorga a este territorio una ubicación idónea como centro

estratégico de transporte. Esta posición refuerza la necesidad de una nueva conexión ferroviaria internacional con Francia por el centro de los Pirineos, que, a su vez, dotará de mayor solidez a la opción logística de Aragón y al conjunto del corredor central para mercancías de la Península.

La oferta de suelo logístico de Aragón la encabezan las cuatro plataformas logísticas intermodales potenciadas por iniciativa pública: PLAZA (Zaragoza); PLATEA (Teruel), PLHUS (Huesca), PLFRAGA (junto a Cataluña) que en su total suman 3000 hectáreas.

El ferrocarril es clave en la estrategia logística de Aragón, que ultima un Plan Director Ferroviario, que maximice el aprovechamiento para mercancías de la red convencional y conecte las principales plataformas logísticas.



Centro logístico	Superficie (m <sup>2</sup> )
PLAZA	12.979.707
PLHUS	1.157.062
PLATEA	2.500.000
PLFRAGA	867.521
Terminal marítima de Zaragoza	30.000
Centro de Carga del aeropuerto	70.000

Figura 19. Principales centros logísticos de Aragón.  
Fuente: elaboración propia

Destaca la terminal ferroviaria de **PLAZA**, en servicio desde abril de 2008, que con su extensión aproximada de un millón de metros cuadrados es la mayor terminal de carga de mercancías del sur de Europa.

Sus instalaciones constan de 16 vías de estacionamiento electrificadas con una longitud mínima de 750 m cada una.

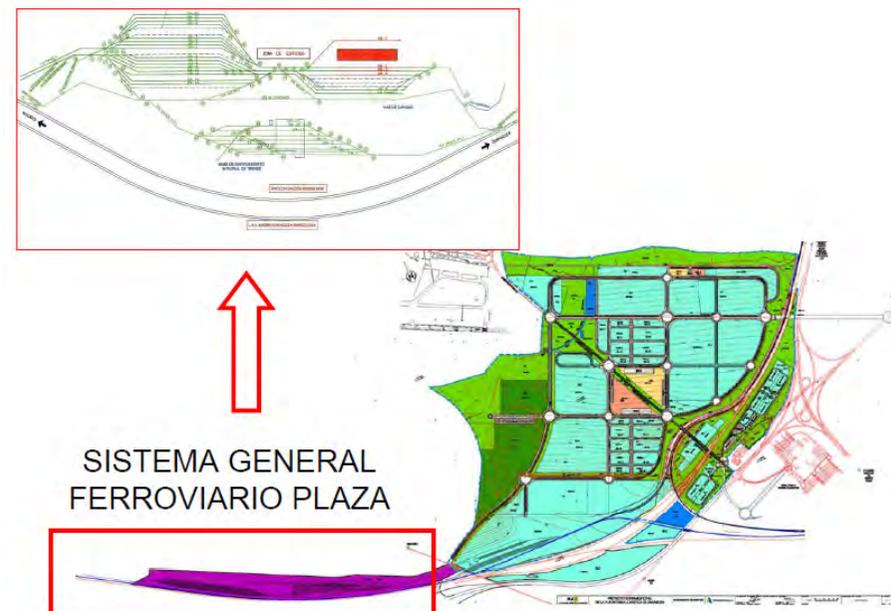


Figura 20. Sistema general ferroviario de PLAZA.  
Fuente: ADIF

Su posición es estratégica como cruce de los principales corredores ferroviarios de la Península: Madrid – Barcelona, Cantábrico – Mediterráneo, o el futuro corredor central.

Las obras correspondientes al apartadero ferroviario de la **Plataforma Logístico-Industrial de Teruel (PLATEA)**, está previsto que terminen en 2010. Esta conexión ferroviaria permitirá potenciar las actividades logísticas asociadas al corredor Cantábrico-Mediterráneo. También acerca a Teruel a los puertos más importantes del Mediterráneo, para los que la apuesta ferroviaria es clave para la expansión de su hinterland y el aumento de tráficos marítimos. Esta conexión ferroviaria es, por tanto, uno de sus mayores activos, para la que se han destinado 575.000 metros cuadrados de extensión.

La **Plataforma Logístico-Industrial de Huesca (PLHUS)**, cuyas obras de urbanización terminaron en noviembre de 2008, tiene una reserva de suelo para equipamiento ferroviario de 102.991 m<sup>2</sup>.



Figura 21. Planta de la plataforma PLHUS y posición de su apartadero ferroviario.  
Fuente: plush.org

El proyecto de terminal prevé la dotación de dos vías de apartadero, una orientada a mercancía general y otra para contenedores. Será una infraestructura con una fuerte potencialidad orientada al transporte ferroviario internacional con el futuro corredor ferroviario central para mercancías, y su conexión internacional con Europa a través de la Travesía Central de los Pirineos.

Por último es muy destacable la evolución que experimenta la **Terminal Marítima de Zaragoza (TMZ)**, iniciativa conjunta del Puerto de Barcelona y Mercazaragoza, que sitúa en Zaragoza una entrada directa ferroviaria al puerto de Barcelona. La idoneidad de Zaragoza como localización logística queda patente en el importante incremento de tráficos que ha experimentado esta infraestructura, convertida en centro de operaciones ferroviarias de las navieras Maersk, y MSC. Su capacidad inicial prevista era de 10 trenes semanales si bien actualmente ya operan entre 14 y 16 trenes por semana.

### Corredor Cantábrico-Mediterráneo

El corredor Cantábrico-Mediterráneo constituye uno de los ejes transversales ferroviarios incluidos en el PEIT 2005-2020. Conectará, mediante una línea de altas prestaciones y tráfico mixto, el corredor Mediterráneo con el corredor Cantábrico a través de Teruel, el eje del Ebro, La Rioja, Navarra, la Y Vasca y Cantabria.

En Noviembre de 2009 se presentó el estudio funcional, con el que se da inicio a la redacción de los proyectos constructivos, y que lo define como un eje de altas prestaciones de doble vía, ancho UIC y uso mixto, para pasajeros y mercancías.



Figura 22. Trazado del corredor Cantábrico-Mediterráneo.  
Fuente: Ministerio de Fomento.

Este nuevo corredor conectará transversalmente las actuales líneas radiales de alta velocidad de Valencia, Zaragoza - Barcelona y País Vasco. En cuanto a mercancías, conectará el litoral mediterráneo y atlántico con la futura Travesía Central de los Pirineos a través de Zaragoza. Por último, permitirá integrar Teruel dentro la nueva estructura de relaciones ferroviarias de altas prestaciones y potenciará sus relaciones tanto con Zaragoza como con Valencia y el frente portuario del Levante.

El uso de este corredor para el tráfico de mercancías tiene un enorme potencial como consecuencia de la importante presencia de industria y actividades logísticas a lo largo del mismo. Este corredor conectará seis puertos principales tanto del frente atlántico como mediterráneo: Valencia, Sagunto, Castellón, Bilbao, Pasajes y Santander.

Para pasajeros, este corredor permitirá notables disminuciones en los tiempos de recorrido, pasando de las más de nueve horas que supone actualmente la conexión Valencia-Bilbao a menos de cuatro horas, o reduciendo el trayecto entre Valencia y Zaragoza de las más de cuatro horas y media actuales a menos de dos. Así mismo, la relación Bilbao-Santander que en la actualidad se presta sobre la infraestructura de vía estrecha (FEVE) con un tiempo de recorrido de casi tres horas, se reducirá a menos de una hora.

En la actualidad este corredor está formado por tramos de diferentes líneas ferroviarias de características heterogéneas. El desarrollo previsto de las actuaciones desglosado por tramos se incluye en la página siguiente.

Según el Ministerio de Fomento, se prevé que al final de 2009 puedan estar en marcha las primeras actuaciones correspondientes a la mejora de todos los tramos del corredor Cantábrico-Mediterráneo.

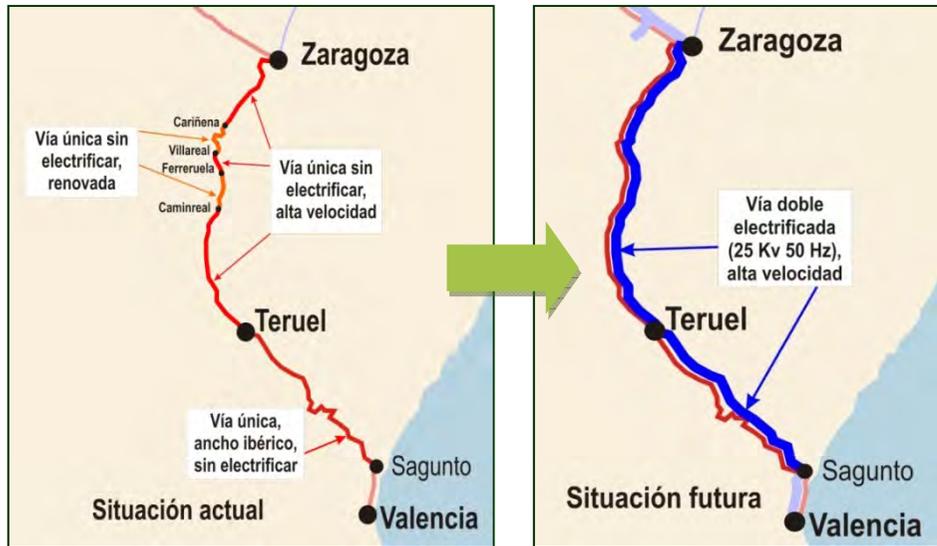


Figura 23. Actuaciones del corredor por tramos  
Fuente: Ministerio de Fomento



### 2.4.2. La red ferroviaria planificada en Francia

Según la planificación de la red ferroviaria francesa, en la actualidad están previstos el desarrollo de seis corredores transfronterizos, de los cuales tres de ellos están relacionados directamente con España:

- Conexiones en alta velocidad con Luxemburgo y Alemania, así como la línea Rhin-Rhône.
- Desarrollo de las conexiones con Suiza (Bourg-Bellegarde)
- Conexiones transalpinas hacia Italia
- Nueva travesía ferroviaria de los Pirineos.
- Continuación del eje sur de gran velocidad hacia España
- Prolongación de la línea en alta velocidad sur atlántica entre Bordeaux y la frontera española.

En cuanto a proyectos planificados en el interior del país, se destaca, por su repercusión para el proyecto objeto del presente estudio, la rehabilitación y ampliación de la línea Paris – Orleans – Limoges – Toulouse. Esta actuación permitirá materializar, en territorio francés, el corredor ferroviario para mercancías Sines/Algeciras – Madrid – París, proyecto prioritario europeo N°-16.

Se resalta, también, la línea en alta velocidad para pasajeros entre Toulouse y Bordeaux. Esta conexión permitirá disminuir el tiempo de recorrido entre Toulouse y París de las cinco horas actuales, hasta únicamente 3 horas. Esta conexión descongestionará la red existente lo que permitirá aumentar su capacidad para ser utilizada por trenes regionales y de mercancías. Se prevé que esta conexión esté finalizada en el 2016.



Figura 24. Principales proyectos en la red ferroviaria francesa Fuente: Réseau Ferré de France (2009).

A una escala territorial inferior, se destaca, en la provincia de Midi-Pyrénées, el desdoblamiento y banalización del tramo entre Toulouse y St. Sulpice. Esta actuación se enmarca dentro de un conjunto de proyectos encaminados a

descongestionar el entorno de Toulouse, que Incluyen, también, zonas de estacionamiento para las locomotoras tractoras, y que deben permitir aumentar la capacidad de la red.

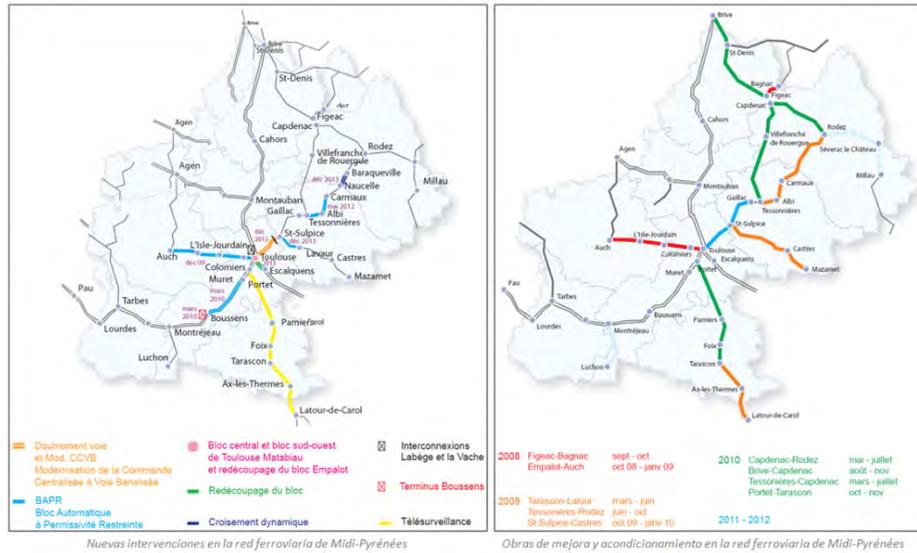


Figura 25. Principales proyectos ferroviarios en Midi-Pyrénées

Fuente Plan Rail Midi-Pyrénées 2008-2013



## 3. Escenarios de explotación

### 3.1 Introducción

### 3.2 Composiciones ferroviarias de mercancías

### 3.3 Escenarios de demanda potencial

### 3.4 Análisis de los principales corredores

### 3.1. Introducción

---

Las previsiones de crecimiento del movimiento de mercancías a través de la frontera con Francia, apuntan a que esta demanda aumentará más del doble para 2025. Entre 2001 y 2006, las toneladas transportadas crecieron a un ritmo del 4,6% anual.

Dar una respuesta sostenible a este crecimiento de la demanda de transporte internacional, requiere una apuesta decidida por el modo ferroviario. La Travesía Central de los Pirineos, definido como Proyecto Prioritario N°16 de la TEN-T, se postula como una mejora sustancial de la permeabilidad de la frontera pirenaica para el ferrocarril.

Las nuevas líneas de alta velocidad costeras supondrán una mejora para la interoperabilidad de la redes española y francesa, que se espera supongan el punto de inflexión para el transporte ferroviario en España, dando inicio a una etapa de crecimiento mantenido. Así, a medio plazo, esta solución presenta incertidumbres derivadas de su explotación mixta para pasajeros y mercancías ante las fuertes expectativas que ambas líneas de alta velocidad internacionales generan al unir importantes centros de población.

La Travesía Central de los Pirineos debe permitir dar continuidad al crecimiento del transporte ferroviario internacional ante el escenario de saturación de los corredores costeros. Se permitirá alcanzar así los objetivos de cuota ferroviario marcados tanto por las estrategias españolas como europeas.

Complementariamente, la Travesía Central de los Pirineos supondrá una mejora de la accesibilidad ferroviaria peninsular. Desde el punto de vista de las emisiones de CO<sub>2</sub> y contaminantes, esta mejora de la accesibilidad debe

concretarse en un ahorro de las distancias a recorrer entre estos puntos frente a las alternativas ferroviarias costeras.

Sobre estos factores de explotación se postulan los Escenarios de Explotación sobre los que determinar el efecto agregado de la Travesía sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>.

El análisis de las cargas remolcadas por tipologías de mercancías en distintos escenarios previstos de explotación es necesario para poder determinar los ratios de emisión por kilómetro recorrido y por tonelada transportada. Este análisis se realiza en el apartado siguiente.

En la última parte del presente capítulo, en base a la red ferroviaria planificada analizada en el capítulo anterior y los principales polos de atracción/generación de flujos internacionales, se analiza, de manera desagregada, el impacto que la Travesía Central tendrá, por tipo de mercancía característica, para los principales corredores internacionales.

### 3.2. Composiciones ferroviarias de mercancías

Las composiciones de los trenes de mercancías para las distintos tipos de mercancías transportadas condicionan de manera directa los ratios de emisión de CO2 y contaminantes por cada tonelada transportada.

Son tres las limitaciones a la formación de las distintas composiciones ferroviarias:

- Longitud máxima admisible por la red
- Carga máxima por eje
- Carga bruta remolcada

Para el caso de la red ferroviaria española, el ADIF publica en la *Declaración de la Red* las características de las líneas que conforman la Red Ferroviaria de Interés General.

La longitud máxima viene condicionada por la longitud de diseño de los apartaderos, terminales y estaciones. En el caso de España esta longitud es mayoritariamente de 450 m, frente a los 750 m de medida estándar para los trenes en Europa. En el caso de Portugal la longitud máxima permitida es de 400 m.

Recientemente se han iniciado pruebas entre Valencia y Madrid con trenes de 600 m. Estas experiencias podrían expandirse a otros corredores como Zaragoza – Barcelona o País Vasco – Valladolid, cuyas infraestructuras

también podrían permitir estas composiciones. En Aragón, la terminal PLAZA cuenta con 6 vías conectadas de 750 metros de longitud. Proximamente, la terminal de PLATEA, el corredor de alta velocidad Cantábrico-Mediterráneo, también contará con esta posibilidad.

La carga máxima por eje depende de la capacidad portante de la propia estructura y superestructura ferroviaria siendo lo normal valores de 22,5 t/eje en las vías diseñadas para el tránsito de mercancías. La máxima carga bruta remolcada depende esencialmente de la rampa característica de los distintos tramos y del tipo de locomotora utilizada. Estos parámetros determinan la velocidad de las composiciones y, por tanto, las condiciones de explotación de las líneas. Esta información es publicada anualmente por el Adif en el denominado Cuadro de Cargas Máximas. Francia y Alemania sí establecen limitaciones con carácter general para distintas tipologías recogidas en la tabla.

	Alemania				Francia		España	Portugal
Longitud máxima (m)	600	600	700	700			450	400
Carga bruta máxima (t)	1200	1600	1600	1300	1800	1640	22.5 t/axle	1000
Carga máxima por eje	Mbr 65P	Mbr 77P	Mbr 69P	Mbr 69P				22,5 Ton/Axle-CPb+
Locomotora de referencia	185	185	437	437	Alstom Prima	Alstom Prima	RENFE 269	5600
<b>Categoría</b>	DB1	DB2	DB3	DB4	1800	1600	ADIF 1	REFER1

Tabla 8. Parámetros de explotación del Corredor 6  
Fuente: Rail Net Europe

Los parámetros que limitan las posibles configuraciones de trenes varían para las distintas naturalezas de mercancías transportadas, permitiendo realizar la siguiente clasificación funcional:

- Contenedores
- Automóviles
- Graneles
- Ferroutage
- Resto de mercancía

Para determinar la repercusión de emisiones por tonelada es necesario considerar los movimientos de trenes en vacío derivados de flujos no compensados.

### 3.2.1. Condicionantes de la explotación ferroviaria

El PEIT reconocía una pésima situación de partida caracterizada por unas infraestructuras y recursos disponibles inadecuados: débil presencia en puertos, rampas máximas, longitud de estaciones, tramos no electrificados, apartaderos, etc.

El esfuerzo inversor en infraestructura ferroviaria realizado bajo el marco del PEIT se ha orientado, en esta primera fase, de forma prioritaria al transporte de pasajeros con la materialización de la red de Alta Velocidad.

Con la red de Alta Velocidad en elevado grado de avance, el transporte de mercancías gana importancia para el Ministerio de Fomento como pone de manifiesto la reciente aprobación de Plan de Medidas de apoyo al Transporte de Mercancías por Ferrocarril. Entre las principales actuaciones que asume está la adecuación de la longitud de los apartaderos en los principales ejes ferroviarios de mercancías, en concreto en las relaciones Madrid-Barcelona-Port Bou y Madrid-Irún. Con ello se pretende que puedan operar trenes de 750 metros en consonancia con el resto de la red europea.

La orografía ha condicionado históricamente el desarrollo del ferrocarril en España por la fuerte influencia de la pendiente en la pérdida de velocidad condicionada por la carga remolcada y longitud de los trenes.

Los pasos fronterizos actualmente en construcción que conectarán la red española con la francesa en ancho internacional, tendrán unas rampas máximas de diseño de 18 milésimas. En estas condiciones, las composiciones ferroviarias no llegarán a superar las 1.400 toneladas de carga bruta remolcada, con longitudes de 750 m, ya que supondría una reducción cualitativa de la velocidad, y por tanto de la capacidad de la vía, que las harán inviables. Cabe remarcar que estas restricciones están condicionadas por

las tecnologías de tracción disponibles. La aparición de nuevas locomotoras de gran potencia podrían permitir aumentar la capacidad de carga remolcada.

CARGA REMOLCADA /THE LOAD HAULED	MÁXIMA RAMPA ADMISIBLE (%) Y LONGITUD (km)/THE MAXIMUM ADMISSIBLE GRADIENT (%) AND LENGTH							
	VELOCIDAD DE MARCHA (km/h)/THE TRAVELLING SPEED (km/h)							
	100		120		140		160	
	Reducción del (%) / A reduction of (%)							
	5 %	10 %	5 %	10 %	5 %	10 %	5 %	10 %
600	30 (2)	30 (>10)	25 (2) 28(1)	25 (8) 28(2,5)	20 (4) 22(2)	22 (5) 25(2,5)	18 (3) 25(1)	18 (7) 20(4) 22 (3)
800	22 (8)	25 (3)	18 (5) 20 (1,5)	20 (5) 22 (2,5)	15 (4)	18 (4) 30 (1)	12,5 (5)	15 (5) 18(3)
1.000	18 (4)	20 (4)	15 (3)	25 (1)	12,5 (4) 18 (1)	12,5 (10)	10 (5) 18 (1)	12,5 (5) 15 (3)
1.200	15 (4) 18(1)	18 (12,5)	12,5 (2,5)	15 (3)	10 (4,5)	12,5 (1,5)	10 (2,5)	10 (6)
1.400	12,5 (7)	15 (3)	10 (6)	12,5 (4)	10 (2,5)	12,5 (3)	10 (2)	10 (4,5)
1.600	12,5 (2)	12,5 (4,5)	10 (2,5)	10 (6)	10 (2)	10 (4) 22 (1)	5 (7)	10 (3,5)

Tabla 9. Máxima rampa admisible para limitar la reducción de velocidad al 5% y al 10%  
Fuente: A. López Pita. Compatibilidad entre trenes de viajeros de Alta Velocidad y trenes tradicionales de mercancías

No obstante, el diseño de la Travesía Central Pirenaica, orientada prioritariamente al tránsito de mercancías, debe atender los requerimientos de este tipo de mercancías, limitándose las rampas máximas a las 12 milésimas, o, excepcionalmente un máximo de 15 milésimas. Esto favorecerá la formación de composiciones internacionales de mayor carga remolcada mejorando la rentabilidad del transporte ferroviario.

Esta mejora en el diseño podrá llegar a ser determinante para el encaminamiento por la Travesía Central de determinadas composiciones internacionales frente a los pasos costeros, especialmente aquellas de mayor peso.

A efectos de establecer unas condiciones de explotación ferroviarias en el año horizonte de entrada en servicio de la Travesía Central de los Pirineos, se estudian tres posibles configuraciones:

- **Condiciones desfavorables:** Bajo los estándares actuales de 450 m de longitud máxima y 950 t de carga máxima remolcada.
- **Condiciones moderadas:** Prevén la ampliación de longitud hasta los 750 m pero con la restricción de carga máxima remolcada de 1.400 toneladas.
- **Condiciones favorables:** Equiparable a los estándares europeos, permitiría unas longitudes máximas de 750 m y cargas brutas remolcadas de 1.600 m.

### 3.2.2. Composiciones ferroviarias

#### Contenedores

El sistema logístico evoluciona hacia una contenerización de la mercancía derivada de la creciente influencia del transporte marítimo. El transporte ferroviario se ve directamente influenciado por esta tendencia dada su estrecha relación con el sistema portuario (transporte ferroportuario). Se trata, por tanto, de una tipología de tráfico con fuerte potencialidad de crecimiento especialmente en los flujos internacionales.

Esta tendencia provoca una fuerte heterogeneidad de pesos por cada unidad transportada, pudiéndose adoptar los siguientes pesos medios:

	TEU	Toneladas	Media
TEU Puerto de Barcelona	2.610.037	25.417.260	9,7
TEU Puerto de Valencia	3.036.695	32.526.654	10,7
TEU Puertos del Estado	3.420.533	42.468.177	12,4

Tabla 10. Determinación de cargas medias por TEU

Tabla 11. Fuentes: Autoridades Portuarias.



**Portacontenedores**  
Serie Internacional: Sgss  
Tipo: MMC3/MMC2(\*)

Características Generales		
Carga Máxima t	60,0	60,2
Tara Media t	20,0	19,8
Freno	Aire Comprimido	
Velocidad Máxima km/h	120	
Long. entre Topes m (f)	19,90	
Altura Máxima m (g)	-	
Altura Apoyo Contenedores m (h)	1,21	
Empate m (i)	14,60	

**Portacontenedores**  
Sèrie Internacional: Sgs  
Tipus: MMQ



CARACTERÍSTICAS GENERALES	
CARGA MÁXIMA t	55,3
TARA MEDIA t	24,7
PESO POR EJE t	20
FRENO	Aire Comprimido
VELOCIDAD	100
LONG. ENTRE TOPES m (f)	19,90
ALTURA MÁXIMA m (g)	2,47
ALTURA PISO m (h)	1,26
EMPATE m (i)	14,36

Tabla 12. Tipología de vagones portacontenedores utilizados por Renfe

Fuente: Renfe Mercancías

	Condiciones desfavorables	Trenes largos	
		Condiciones moderadas	Condiciones favorables
Longitud Vagón	20 m	20 m	20 m
Capacidad Vagón	2 TEU*	3 TEU	3 TEU
Tara media	25 Tn	20 Tn	20 Tn
Tn per eje	12,5 Tn/eje	15 Tn/eje	15 Tn/eje
<i>Composiciones tipo</i>			
TEU /vagón	2 TEU	2,5 TEU	2,5 TEU
Nº vagones	19 vagones	28 vagones	32 vagones
Longitud	400 m	580 m	660 m
Carga remolcada	950 Tn	1.400 Tn	1.600 Tn
Carga por tren	450 Tn	840 Tn	960 Tn

Tabla 13. Composiciones características de trenes de contenedores

Fuente: Elaboración propia.

### Automóviles

La industria automovilística ha tenido una vinculación histórica al uso del modo ferroviario y con una fuerte componente internacional. La tendencia de captación de tráficos asiáticos por los puertos españoles de la fachada mediterránea permite prever un mayor incremento de este tipo de tráficos tanto en valores absolutos como relativos.

**Porta-automóviles dos pisos**  
Sèrie Internacional: Laaess  
Tipus MA5



CARACTERÍSTICAS GENERALES CONJUNTO	
CARGA MÁXIMA t	22,0
TARA MEDIA t	27,7
PESO POR EJE t	12,5
FRENO	Aire Comprimido
VELOCIDAD	100
LONG. ENTRE TOPES m (f)	26,92
ALTURA MÁXIMA m (g)	3,61
ALTURA PASARELAS m (i)	1,22 / 2,81
EMPATE m (j)	8,82

**Porta-automóviles dos pisos**  
Sèrie Internacional: Sekqss  
Tipus MMA



Características Generales	
Carga Máxima t	15,0
Tara Media t	25,0
Peso por Eje t	10
Freno	Aire Comprimido
Velocidad Máxima km/h	160
Long. entre Topes m (f)	26,40
Altura Máxima m (g)	3,48
Altura Pasarelas m (i)	1,17 y 2,86
Empate m (j)	19,00

Tabla 14. Tipología de vagones porta-automóviles utilizados por Renfe

Tabla 15. Fuente: Renfe Mercancías.

	Condiciones desfavorables	Trenes largos	
		Condiciones moderadas	Condiciones favorables
Longitud Vagón	20 m	26 m	26 m
Capacidad Vagón	22 Tn	15 Tn	15 Tn
Tara media	28 Tn	25 Tn	25 Tn
Tn per eje	12,5 Tn/eje	10 Tn/eje	10 Tn/eje
<i>Composiciones tipo</i>			
Nº vagones	22 vagones	28 vagones	28 vagones
Longitud	450 m	750 m	750 m
Carga remolcada	910 Tn	1.120 Tn	1.120 Tn
Carga por tren	290 Tn	420 Tn	420 Tn
Coches por tren	175 ud	250 ud	250 ud

Tabla 16. Composiciones características de trenes de automóviles

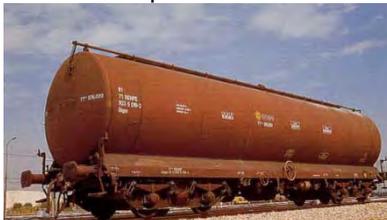
Fuente: Elaboración propia.

Al tratarse de una tipología de tren ligero es la longitud máxima la que condiciona su explotación. El aumento de la longitud de los trenes hasta 750 metros repercutiría muy favorablemente en los costes de explotación como ponen de manifiesto las empresas logísticas especializadas.

## Graneles

El 43% de las toneladas netas movidas por modo ferroviario en España en 2007 correspondieron a graneles (Observatorio del Ferrocarril en España 2007). No obstante el mayor volumen son movidas por Feve y FGC en itinerarios nacionales y en muchos casos, ligadas a los puertos.

**Tolva cerrada para cereales**  
Sèrie Internacional: TT8  
Tipus MA5



CARACTERÍSTICAS GENERALES	
CARGA MÁXIMA t	54,0
TARA MEDIA t	26,0
PESO POR EJE t	20
FRENO	Aire Comprimido
VELOCIDAD	100
LONG. ENTRE TOPEs m (f)	15,74
ALTURA MÁXIMA m (g)	4,22
ALT. BOCA DESCARG. m (h)	0,70
EMPATE m (i)	9,50
VOLUMEN ÚTIL m³	88,0

**Tolva abierta para carbón**  
Sèrie Internacional: Faos  
Tipus TT4



CARACTERÍSTICAS GENERALES	
CARGA MÁXIMA t	53,0
TARA MEDIA t	27,0
PESO POR EJE t	20
FRENO	Aire Comprimido
VELOCIDAD	100
LONG. ENTRE TOPEs m (f)	18,00
ALTURA MÁXIMA m (g)	4,00
ALT. BOCA DESCARG. m (h)	0,28 (1)
ALT. MECANIS. CIERRE m	0,03 (2)
EMPATE m (i)	12,96
VOLUMEN ÚTIL m³	70,0

Tabla 17. Tipología de vagones para graneles utilizados por Renfe  
Fuente: Renfe Mercancías.

	Condiciones desfavorables	Trenes largos	
		Condiciones moderadas	Condiciones moderadas
Longitud Vagón	16 m	16 m	16 m
Capacidad Vagón	53 Tn	53 Tn	53 Tn
Tara media	27 Tn	27 Tn	27 Tn
Tn per eje	20 Tn/eje	20 Tn/eje	20 Tn/eje
<i>Composición tipo</i>			
Nº vagones	13 vagones	19 vagones	21 vagones
Longitud	230 m	325 m	360 m
Carga remolcada	950 Tn	1400 Tn	1600 Tn
Carga por tren	600 Tn	875 Tn	1050 Tn

Tabla 18. Composiciones características de trenes de graneles  
Fuente: Elaboración propia.

Las composiciones ferroviarias de graneles quedan limitadas en su longitud por la carga máxima remolcada estrechamente relacionada con las pendientes características. Un diseño de la Travesía Central de los Pirineos con pendientes moderadas (12 milésimas) mejoraría las condiciones de explotación frente a los pasos costeros cuyas pendientes resultan limitantes para este tipo de composiciones.

## Ferrouatge

En los inicios, el ferrouatge fue utilizado principalmente para salvar las barreras naturales, las montes, pero también hay proyectos de ferrocarril de larga distancia con el fin de reducir la contaminación y aprovechar al máximo las sinergias que representan la integración de ambos modos.

La tendencia logística actual de incremento de la distancia entre el centro de producción y el de consumo, implica un mayor uso de la intermodalidad en los sistemas de transporte de mercancías. En este contexto, la combinación entre los modos viarios y ferroviarios son los idóneos para satisfacer la demanda de mercancías a distancias terrestres superiores a los 650 km.

### Características de los vagones

Altura máxima	4,0 m
Pes máximo del semirremolque	38 t
Longitud máxima del semirremolque	13,7 m



Los vagones para el ferrouatge tienen una plataforma extra-baja sobre ruedas de pequeño diámetro (36 cm) que permiten con el camion encima (de 4,00 m de altura y 2,60 m de ancho) mantenerse dentro los gálidos del transporte ferroviario.

	Condiciones favorables	
	Pendiente Elevada	Pendiente Moderada
Longitud Vagón	34 m	34 m
Capacidad Vagón	50 Tn	50 Tn
Tara media vagón	42 Tn	42 Tn
Tara media camión	8 Tn	8 Tn
Nº vagones	14 vagones	19 vagones
Longitud	500 m	670 m
Carga remolcada	1360 Tn	1800 Tn
Grado ocupacion	75%	75%

Tabla 19. Composiciones características de trenes ferrouatge

Tabla 20. Fuente: Elaboración propia

Tabla 21.

### Resto de Mercancía

Se consideran las siguientes tipologías de mercancías:

- Siderúrgico
- Maderas
- Correos – Tren express
- Papel
- Textil
- Gran consumo

#### Polivalente

Sèrie Internacional: Habiss  
Tipus MM2



Características Generales	
Carga Máxima t	55,5 (*)/ 56,0 (#)
Tara Media t	24,5 (*)/ 24,0 (#)
Freno	Aire Comprimido
Velocidad km/h	120 (Los vagones 3271...) 100 (El resto de vagones)
Long. entre Topes m (f)	19,90
Altura Máxima m (g)	2,47 (Los vagones 3271...)
Altura Piso m (h)	1,28 (Los vagones 3271...)
Empate m (i)	14,86

Tolva abierta para carbón  
Sèrie Internacional: Hablss  
Tipus JJ4



CARACTERÍSTICAS GENERALES	
CARGA MÁXIMA t	61,0
TARA MEDIA t	29,0
PESO POR EJE t	22,5
FRENO	Aire Comprimido
VELOCIDAD	120# /100
LONG. ENTRE TOPES m (f)	21,70
ALTURA MÁXIMA m (g)	4,10
ALTURA PISO m (h)	1,20
EMPATE m (i)	16,60

Tabla 22. Tipología de vagones para mercancía general utilizados por Renfe

Fuente: Renfe Mercancías.

Se consideran de manera especial los trenes siderúrgicos ya que suponen el tercer mayor volúmen por detrás de graneles y transporte intermodal. Además supera a los graneles en t·km dado su mayor repercusión en flujos internacionales y de larga distancia.

	Condiciones desfavorables	Trenes largos	
		Condiciones Moderadas	Condiciones favorables
Longitud Vagón	19 m	19 m	19 m
Capacidad Vagón	56 Tn	56 Tn	56 Tn
Tara media	24 Tn	24 Tn	24 Tn
Tn per eje	20 Tn/eje	20 Tn/eje	20 Tn/eje
<i>Composiciones tipo</i>			
Nº vagones	15 vagones	24 vagones	25 vagones
Longitud	305 m	475 m	400 m
Carga remolcada	950 Tn	1400 Tn	1600 Tn
Carga por tren	575 Tn	875 Tn	1000 Tn

Tabla 23. Composiciones características de trenes siderúrgicos

Fuente: Elaboración propia.

Para el resto de mercancía se considera una carga media ligeramente inferior a la adoptada para el tráfico de contenedores, de 400 toneladas de carga por tren, para el escenario de condiciones desfavorables y de 700 toneladas y 800 toneladas por tren para las condiciones favorables en función de la pendiente.

### 3.2.3. Retornos en vacío

El transporte ferroviario presenta una fuerte descompensación de flujos lo que, sumado a la utilización de material móvil asociado a cada tipología de mercancías, supone en una gran parte de los casos, cada circulación cargada tenga asociada una circulación en vacío.

Según el Observatorio del Ferrocarril en España, Informe 2007, la relación entre carga neta transportada y carga bruta, para el caso de Renfe, fue del 40%.

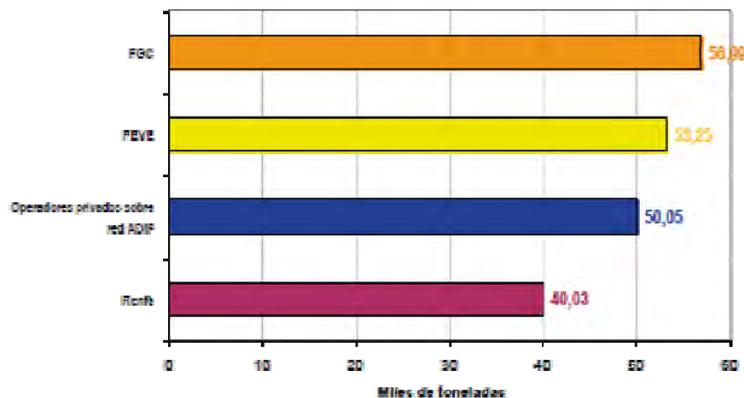


Tabla 24. Aprovechamiento por operador en 2007  
Fuente: Observatorio del ferrocarril 2007

En lo que se refiere a la carga bruta remolcada por tren medio de Renfe, en 2007 fue de 776 toneladas. Estos datos permiten obtener la carga neta media por tren correspondiente al conjunto de movimientos de Renfe, que sería:

- Coeficiente  $tnk/tbrutas = 0,4003$
- Toneladas brutas / tren = 776 t.
- Toneladas netas / tren = 311 t.

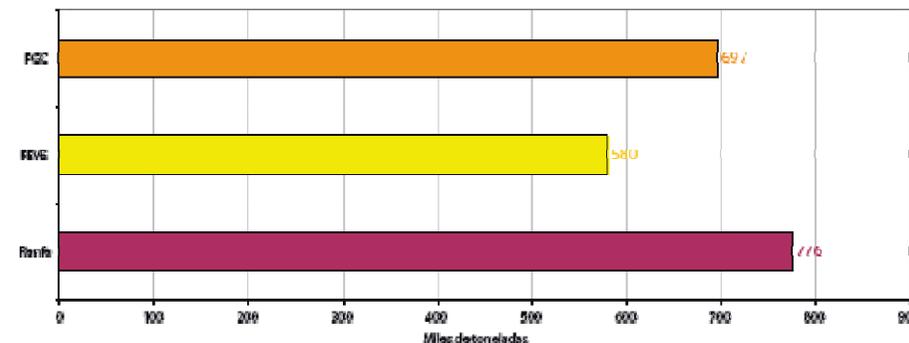


Figura 26. Toneladas brutas por tren por operador 2007  
Fuente: Observatorio del ferrocarril 2007

A partir de los datos ferroviarios existentes no es posible obtener las cargas medias por tipo de mercancías, que nos permitiera conocer el coeficiente de aprovechamiento ( $tnk/tbrutas$ ) a partir de los trenes tipo anteriormente presentados.

A partir de este dato medio y la composición de flujos a nivel nacional se obtienen unos valores para estos coeficientes adoptados como hipótesis de cálculo.

Nuevamente en base a los datos del Observatorio del Ferrocarril en España, los tráficos por modo ferroviario presentaron en 2007 la siguiente descomposición por naturaleza:

Toneladas netas por productos netos Miles toneladas	2005	%	2006	%	2007	Reparto 2007
<b>TOTAL</b>						
Siderúrgicos	4.364	21,39	5.298	-3,41	5.117	16,46
Graneles	12.299	2,42	12.597	5,62	13.305	42,78
Multiproducto	2.334	-9,17	2.120	-3,40	2.048	6,59
Automovil	799	-9,89	720	16,81	841	2,70
Resto	1.909	-39,58	1.153	-11,19	1.024	3,29
Vagón completo Internacional	2.245	4,94	2.356	20,46	2.838	9,13
<b>Total vagón completo</b>	<b>23.950</b>	<b>1,23</b>	<b>24.244</b>	<b>3,83</b>	<b>25.174</b>	<b>80,95</b>
Intermodal	6.940	-2,61	6.759	-12,34	5.925	19,05
<b>Total vagón completo+intermodal</b>	<b>30.890</b>	<b>0,37</b>	<b>31.003</b>	<b>0,31</b>	<b>31.099</b>	<b>100</b>

Cabe adaptar esta clasificación a los tipos de mercancía adoptados en el presente estudio, para lo que es necesario repartir el denominado Vagón completo Internacional, entre el resto de tipologías incluidas en vagón completo, de acuerdo a su actual distribución en los flujos internacionales descrita más adelante.

Para el reparto resultante, aplicado a las composiciones tipo presentadas anteriormente (condiciones desfavorables) obtenemos los coeficientes de retornos en vacío que nos permiten establecer el ajuste entre cargas netas y cargas brutas remolcadas.

	Autos	Graneles	Sider	Resto	Cont.
<b>Composición (%ton)</b>	5%	44%	21%	12%	19%
<b>Ton neta / tren tipo</b>	290	600	575	400	450
<b>Ton bruta / tren tipo</b>	910	950	950	950	950
<b>% vacío</b>	50%	40%	50%	50%	0%
<b>Ton Netas / tren medio</b>	<b>304</b>		<b>Coef. 0,409</b>		
<b>Ton Brutas / tren medio</b>	<b>743</b>				

Tabla 25. Cargas medias calculadas por tren

Fuente: Elaboración propia

Se observa que la hipótesis habitualmente asumida de considerar un retorno en vacío por cada tren lleno (salvo graneles y contenedores), presenta unas toneladas medias muy similares a las reales presentadas en el Observatorio. En el caso de graneles, dado su mayor volumen de movimiento, se considera que permite cierto ajuste de circulaciones, por lo que se adopta un porcentaje del 40% de circulaciones en vacío. Los contenedores, dado que llevan asociado el retorno de la unidad vacía, se considera un 100% de circulaciones en carga, considerándose el efecto de los contenedores vacíos en la carga media de cada unidad transportada. Así, los resultados obtenidos presentan un error para las toneladas netas del 2% y del 5% para las brutas,

que quedan ligeramente infravaloradas, mientras que el aprovechamiento por tren queda sólo un 2% superior.

El aumento del volumen transportado por modo ferroviario permitirá en un futuro ajustar la relación entre carga neta y bruta transportada. Así, la evolución del indicador de carga bruta remolcada entre carga neta ha aumentado en un punto porcentual en los dos últimos años para Renfe, que se sitúa 10 puntos porcentuales por debajo de las compañías ferroviarias privadas que operan en la red Adif.

### 3.2.4. Cargas medias para el modo viario

Con el fin de establecer el escenario comparativo con el modo viario, se recogen, a continuación, las cargas medias para las tipologías de mercancías equivalentes a las analizadas para el modo ferroviario.

Estos datos resultan del análisis de la Encuesta Transit 2004, realizada por el Observatorio Hispano-francés de tráfico en los Pirineos.

Tipo de mercancía	Ton / Veh. Pes.
Contenedores	11,8 t/VP
Automóviles	9,3 t/VP
Graneles	17,0 t/VP
Siderúrgico	18,8 t/VP
Resto de Mercancía	14,0 t/VP

La tendencia de la carga media por operación (incluyendo vacíos) ha seguido una tendencia ligeramente decreciente. No obstante es un objetivo de las autoridades competentes el establecer medidas tendentes a aumentar esta

carga, basada en una optimización de los flujos y en una mayor concentración de la carga. Se toman estos datos como referencia de un escenario a largo plazo que haya estabilizado las cargas.

En referencia a la conversión entre TEU y operaciones por carretera (UTI), con el fin de establecer comparaciones entre transporte intermodal ferroviario y por carretera en unidades transportadas, puede adoptarse una equivalencia de 1,5 TEU por cada UTI.

### 3.3. Escenarios de demanda potencial

Con el fin de permitir realizar una evaluación de conjunto del impacto de la Travesía Central de los Pirineos en el ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub> y contaminantes, se identifican a continuación, estudios previos de referencia sobre los que apoyarse para establecer unas hipótesis de captación de demanda de mercancías y caracterización de la misma.

En lo que se refiere al volumen total de mercancías que atravesarán la frontera, se destacan dos referencias:

- Estudio de crecimiento de demanda encargado por el Ministerio de Equipamiento Francés en 1999.
- Estudios previos del Plan de Infraestructuras del Transporte de Cataluña, encargadas por la Generalitat de Catalunya, en 2006 (PITC).

Desde la perspectiva europea, y según las previsiones realizadas por la Community of European Railway and Infrastructure Companies (CER), se espera que, para el conjunto de Europa, la demanda del transporte terrestre de mercancías entre el 2007 y el 2020, crezcan un 43%. Mientras que el modo en el cual se prevé un mayor crecimiento, es el ferroviario, que según las previsiones crecerá un 64%. Mejorando la productividad de la red existente se podría asumir un 20% de este crecimiento, mientras que para absorber el restante 44%, será necesario construir nuevas infraestructuras<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> CER FACT SHEET. Community of European Railway and Infrastructure Companies. Septiembre 2008.

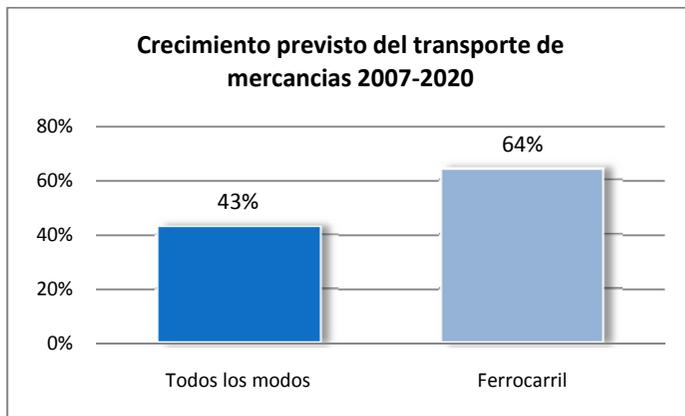


Figura 27. : Crecimiento previsto del transporte de mercancías en Europa  
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Community of European Railway and Infrastructure Companies ( CER). 2008

En lo que respecta al paso por los Pirineos, el estudio realizado por el Ministerio de Francia se establecen tres escenarios de posible crecimiento a los horizontes 2010 y 2020, incluyendo todos los modos:

Escenarios	1998	2000	2010	2020
Pesimista	120	130	163	200
Tendencial	120	130	190	240
Optimista	120	130	195	282

Tabla 26. Proyecciones de demanda para el paso fronterizo por todos los modos. Millones de toneladas.

Fuente: Estudio Económico del Proyecto de la Travesía Central de los Pirineos.

Es constatable que estas hipótesis han resultado bajas dado que en 2006, el volumen total de mercancías que atravesaron los Pirineos fue de casi 242,5

millones de toneladas, según el Observatorio hispano-francés. De ellos 113,8 corresponden a modos terrestres.

En lo que respecta al análisis realizado por la Generalitat de Catalunya, centrado en el tránsito por modos terrestres, calcula que el mercancías que atravesarán los Pirineos crecerá en 2,6 veces entre 2002 y 2026, año horizonte del Plan. Esto supone que las toneladas que cruzarían la frontera por carretera y ferrocarril alcanzarían los 269 millones de toneladas.

El ferrocarril multiplicaría por 11 su volumen hasta alcanzar los 48 millones de toneladas, con una cuota del 18% frente al 4,2% actual. Estas toneladas corresponderían a 311 trenes diarios que, según el PITC se distribuirían equilibradamente entre los pasos atlántico y mediterráneo.

### Estudios específicos de la Travesía Central de los Pirineos

El Gobierno de Aragón encargó en 2005 la elaboración del *Estudio Económico del Proyecto de la Travesía Central de los Pirineos, de las alternativas de financiación del proyecto y de los instrumentos jurídicos aplicables*.

Basado en el estudio realizado por el Ministerio de Equipamiento de Francia de 1999, y adoptando una cuota ferroviaria del 20% en el paso fronterizo, establece que el nuevo paso debe captar el 80% del incremento de demanda en el paso fronterizo entre 2001 y 2020, lo que supone una horquilla entre 13 y 28 millones de toneladas para 2020.

Con estas cifras establece un escenario de explotación para un periodo máximo de concesión del proyecto de 60 años basado en las siguientes hipótesis:

- Toma como partida los datos del Observatorio de 2001

- Se basa en las tasas de crecimiento propuestas por el Ministerio de Francia.

Establece que para 2020, la demanda será de 20,7 millones de toneladas que llegará hasta los 25 millones en 2024. Al final del periodo de concesión esta demanda captada será de 60 millones de toneladas.

Se destaca, a continuación, el encaje funcional que se perfila para este corredor en base a entrevistas con empresas tanto cargadoras como prestatarias de servicios de transporte y logísticos, que plantearon las siguientes expectativas:

- Mejorar el tránsito y acceso a las grandes ciudades industriales españolas
- Desarrollar una oferta de transporte intermodal eficiente
- Invertir en infraestructuras polivalentes, siguiendo el modelo del Túnel de la Mancha
- Disponer el mismo ancho de vía entre las redes francesa y española.
- Disponer de terminales ferrocarril – carretera más eficientes.

A modo de referencia, cabe citar otro estudio anterior “Estudio Informativo de la Travesía Central de los Pirineos” encargado, también, por el Gobierno de Aragón en 2001.

En él se recoge la siguiente previsión del tráfico terrestre pirenaico:

2002	2006	2010	2020	2030
122.7	137.3	150.9	200.6	254.3

Tabla 27. Proyección de demanda terrestre para el paso  
Fuente: Estudio Informativo de la Travesía Central de los Pirineos

Con ello plantea los dos escenarios siguientes para dos hipótesis de cuota ferroviaria:

Escenarios	2002	2006	2010	2020	2030
Base	6,67	9.34	12,40	12,40	12,40
Canfranc	-	0,27	2,30	2,30	2,30
Túnel (25%)	-	-	25,35	37,74	51,16
Túnel (40%)	-	-	47,99	67,83	89,30

Tabla 28. Escenarios de captación de demanda por la Travesía Central. Millones de toneladas.  
Fuente: Estudio Informativo de la Travesía Central de los Pirineos.

### 3.3.1. La congestión de los pasos ferroviarios costeros

En un contexto de apertura económica de España al exterior, todos los estudios analizados coinciden en señalar que la tendencia creciente de los flujos internacionales por modos terrestres a través de los Pirineos experimentada en la última década se mantendrá hasta superar los 250 millones de toneladas entre 2025 y 2030.

El modo ferroviario, tal como recoge el PEIT, debe absorber una parte de este crecimiento para evitar el colapso de los pasos viarios y los efectos ambientales asociados al aumento del tráfico transpirenaico, especialmente graves en este entorno natural.

Se estima que el ferrocarril deberá llegar a absorber entre 50 y 60 millones de las toneladas que atraviesen anualmente los Pirineos. Lejos de estas cifras, las actuales condiciones de explotación ferroviaria internacional con cambio de ancho de vía, partición de trenes y cambio de locomotora y maquinista, sólo consiguen captar 4,5 millones de toneladas, según los datos anteriormente expuestos.

Con el fin de favorecer el repunte de la cuota ferroviaria en tráficos internacionales, las nuevas conexiones costeras en ancho internacional se construyen para permitir su uso mixto, lo que permitirá el acceso de las mercancías a la red europea desde Barcelona en 2013 y desde Vitoria y Bilbao en 2015 – 2016, previsiblemente. Estas nuevas conexiones no sólo supondrán la unicidad de anchos e interoperabilidad de redes, sino que también mejorarán las condiciones de explotación, permitiendo trenes de 750 m y de cargas remolcadas equiparables a los estándares europeos.

No obstante este modelo de explotación en tráficos mixtos presenta limitaciones para los tráficos de mercancías, especialmente relevantes a medio plazo, derivadas de:

- El incremento de las circulaciones de pasajeros y la reducción de la capacidad máxima de la línea como consecuencia de su explotación para tráficos mixtos, que supondrá la limitación de las circulaciones de mercancías.
- Las condiciones de diseño adoptadas (pendientes máximas de 18 milésimas) que unido al pago de peajes por el uso de los túneles repercutirá desfavorablemente en la rentabilidad del servicio, especialmente para mercancías pesadas y de poco valor añadido.

En el primer año de funcionamiento 5,9 millones de pasajeros han utilizado los servicios AVE en el corredor Madrid – Zaragoza – Barcelona. Se estima que para 2010 esta cifra pueda superar los 7 millones. No será hasta 2020 – 2022 que esté operativa la línea completa de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Lion – París, alcanzándose la máxima explotación para viajeros, similar a otras líneas europeas actuales en explotación. Esto supondrá que por el tramo Barcelona – Frontera Francesa, las circulaciones de pasajeros llegarían incluso a superar las 70 circulaciones por sentido.



Figura 28. Millones de pasajeros en las líneas de alta velocidad  
Fuente: Elaboración propia

Para este corredor de Alta Velocidad y tráfico mixto Barcelona – Frontera Francesa, se analiza la afección del aumento del tráfico de pasajeros a las circulaciones de mercancías en el estudio realizado por el Institut Cerdà para la Cámara de Comercio de Girona denominado “Situación actual y potencialidades del Eje Ferroviario para el transporte de mercancías en Girona”. Mediante el análisis de los cuadros de marchas teóricos, se observa que para unas condiciones de explotación previstas inicialmente de 43 circulaciones de pasajeros por sentido, las circulaciones de mercancías teóricas compatibles llegarían a las 75 por sentido, que permitirían alcanzar las 55 por sentido en condiciones de seguridad. Inicialmente se prevé que las circulaciones de mercancías no alcancen las 30 considerando ambos sentidos.

No obstante, si las circulaciones de pasajeros aumentasen hasta superar las 70 por sentido, entre servicios de larga distancia y regionales, las condiciones de explotación harán difícil incorporar más de 25 circulaciones de mercancías

por sentido en condiciones de seguridad (hasta 35 circulaciones máximas teóricas por sentido).

La pendiente máxima de 18 milésimas adoptada para la línea mixta de Alta Velocidad se convertirá en el parámetro restrictivo para los trenes de carga general (graneles, siderúrgico, resto de mercancías pesadas) que limitará su carga máxima remolcada para no obstaculizar la línea como consecuencia de la pérdida de velocidad de estas composiciones. La menor pendiente de las vías convencionales actuales podría provocar que estas composiciones pesadas alcanzaran mayores coeficientes de carga en las vías convencionales que en las de Alta Velocidad. Esto, sumado al peaje que deberá pagarse por atravesar el túnel internacional, puede suponer que, para esta tipología de trenes, la nueva línea no sea una mejora sustancial de su rentabilidad.

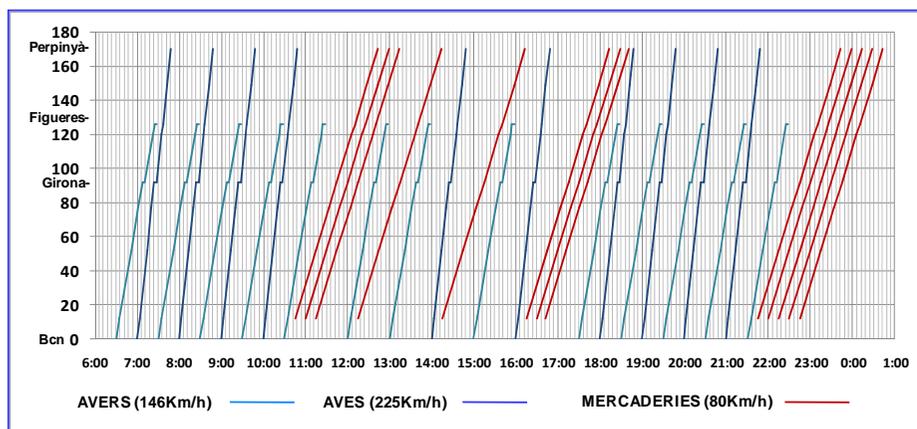


Figura 29. Cuadro de marchas de la línea Barcelona – Perpiñán, en condiciones de explotación iniciales.  
Fuente: Institut Cerdà.

\* Los cuadros de marchas se calculan en base a una velocidad comercial estimada y corresponden a una aproximación teórica de servicios distribuidos en base a una hipótesis de circulación y encaje entre pasajeros y mercancías.

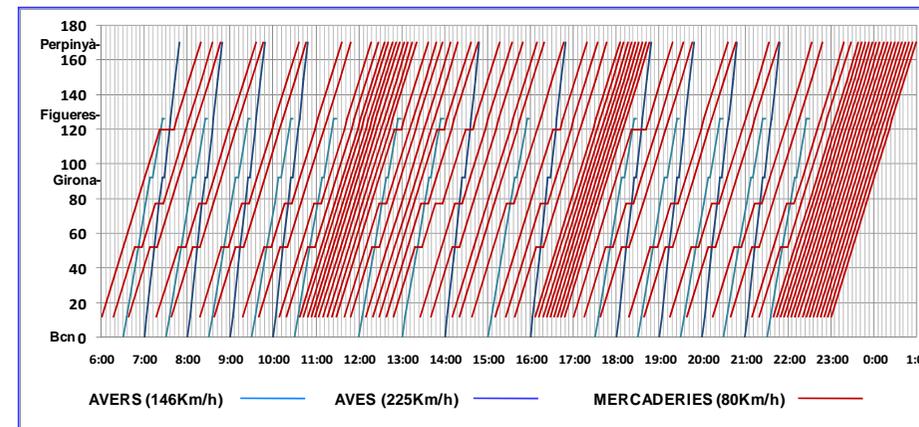


Figura 30. Cuadro de marchas de la línea Barcelona – Perpiñán, en condiciones de explotación iniciales con saturación de mercancías.  
Fuente: Institut Cerdà.

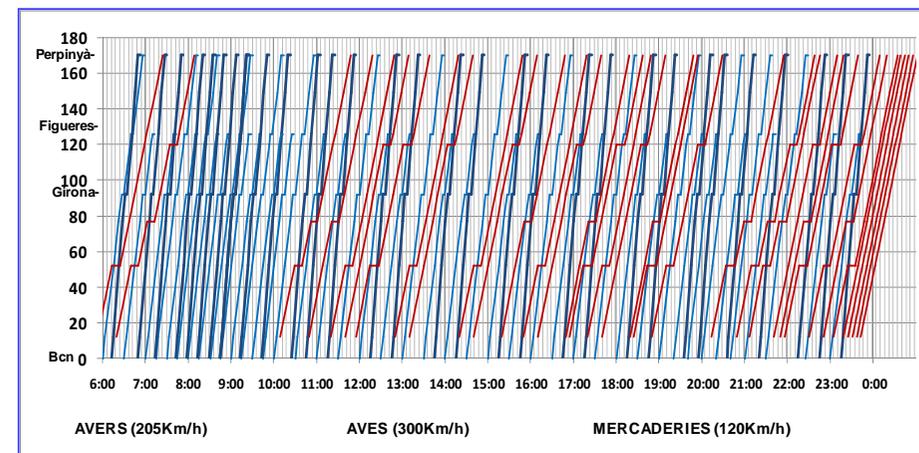


Figura 31. Cuadro de marchas de la línea Barcelona – Perpiñán, en condiciones de saturación de trenes de pasajeros.  
Fuente: Institut Cerdà.

En lo que se refiere a las vías convencionales, sus actuales condiciones de explotación, que disuaden del modo ferroviario al 35% de las toneladas que llegan por ferrocarril, no permiten prever una mayor captación que la tendencia observada en los últimos años.

	1995	2000	2002	2004	2005	2006
<b>Ferrocarril puro</b>	<b>3,55</b>	<b>4,58</b>	<b>4,16</b>	<b>4,56</b>	<b>4,5</b>	<b>4,47</b>
Intermodal ferrocarril-carretera	1,97	2,99	3,03	3,05	3,07	3,37
<b>Total</b>	<b>5,52</b>	<b>7,57</b>	<b>7,19</b>	<b>7,61</b>	<b>7,57</b>	<b>7,84</b>

Tabla 29. Evolución del tráfico ferroviario de mercancías en ambos sentidos a través de los Pirineos. Millones de toneladas.

Fuente: Observatorio Hispano-francés de tráfico en los Pirineos.

En resumen, la configuración ferroviaria resultante tras la culminación de las conexiones costeras en ancho internacional, que permitirá su explotación para tráficos mixtos, supondrá una mejora necesaria para el movimiento de mercancías internacionales por modo ferroviario. La mejora en la interoperabilidad y rentabilidad de los servicios ferroviarios debe suponer el punto de inflexión sobre el que se articule el repunte del modo ferroviario. A medio plazo, esta configuración presentará limitaciones derivadas de sus características de diseño (18 milésimas) y de la reducción de la capacidad de los tramos mixtos de alta velocidad, ante el aumento de tráficos de pasajeros.

Del análisis anterior, extrapolable al conjunto de los pasos, se concluye que, en condiciones de explotación intensiva para pasajeros de las LAV, actualmente en construcción, no se conseguiría superar, bajo estas hipótesis, las 100 -120 circulaciones de mercancías diarias, considerando tanto la nueva línea de Alta Velocidad de Girona como la de Irún. Las vías convencionales actuales tampoco supondrán una alternativa para la captación de nuevo tráfico ferroviario.

En este escenario, la Travesía Central de los Pirineos supondrá una mejora en la oferta ferroviaria orientada a mercancías ante la previsible congestión ferroviaria de los pasos costeros, cuya entrada en servicio deberá permitir alcanzar las cuotas pretendidas para el modo ferroviario en las relaciones de intercambio de ámbito internacional.

### 3.3.2. Escenarios de captación de La Travesía Central de los Pirineos

Adoptando un escenario previsible de 250 millones de mercancías terrestres transfronterizas, y manteniendo la distribución actual por orígenes y destinos, se obtendría el siguiente volumen de intercambios internacionales:

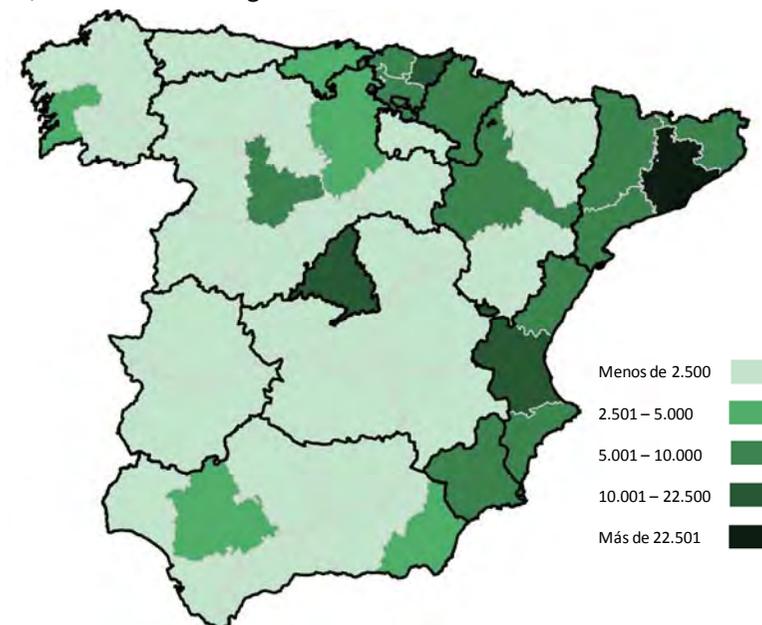


Figura 32. Toneladas de intercambio internacional a través de los Pirineos, por modos terrestres. En miles de toneladas.

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de evaluar el impacto sobre las emisiones de la Travesía Central de los Pirineos, se plantean 2 escenarios teóricos basados en los estudios anteriormente analizados y la posible captación del ferrocarril para cada uno de los 3 pasos previstos.

### *Escenario Base.*

Este escenario plantea un crecimiento en el tránsito terrestre a través de los Pirineos hasta los 250 millones de toneladas de referencia, sin construirse la Travesía Central ferroviaria. El crecimiento del transporte por modo ferroviario quedaría limitado como consecuencia del agotamiento del actual sistema ferroviario, en construcción, conformado por los corredores ferroviarios costeros compuestos por las actuales vías convencionales y las nuevas líneas de alta velocidad para tráficos mixtos.

Tal como se ha analizado, este sistema presenta una limitación de capacidad derivada de su uso para tráficos mixtos y la propia ineficiencia de los pasos actuales.

De acuerdo a la justificación anterior, se considera que para unas condiciones de explotación intensiva en pasajeros de las futuras vías de alta velocidad y tráficos mixtos, la capacidad para absorber mercancías se reduciría hasta las 55 circulaciones para los dos sentidos y cada uno de los pasos. En lo que se refiere a las vías convencionales, sus condiciones de explotación no favorecen una mayor captación que la media de los últimos años. Se adopta una captación aproximada de 2,7 millones de toneladas para el paso de Portbou-Cerbere y de 2 millones de toneladas para el paso de Irún –Hendaye. Esto supondría una limitación de la cuota ferroviaria frente a las previsiones de crecimiento del tráfico a través de los Pirineos, que se situaría en el 8,5%.

### *Escenario 1. Alta captación del modo ferroviario y saturación de los pasos costeros.*

La apertura de la Travesía Central, supondrá un aumento en la capacidad para el tránsito de mercancías por modo ferroviario que supere la situación de congestión descrita en el Escenario Base.

En este primer escenario se estudia el impacto atribuible a la Travesía Central de los Pirineos, si se alcanzaran las previsiones máximas de utilización del modo ferroviario para los flujos de intercambio internacional. Las cuotas ferroviarias se incrementan entre diez y doce puntos porcentuales (17 puntos en el caso de Aragón, por la mayor influencia del nuevo corredor), hasta alcanzar una cuota ferroviaria generalizada del 22%. Esto significaría que 55 millones de toneladas atravesarían la frontera por modo ferroviario.

De acuerdo a las hipótesis establecidas referentes a la máxima captación que podría ser captada por los pasos ferroviarios costeros, se observa que estos se saturarían, mayoritariamente, con las relaciones de intercambio de sus áreas de influencia directa, como se recoge en el mapa de la página siguiente. En color amarillo se representan las Comunidades para las que la Travesía Central supone su encaminamiento natural (considerado así si supone un ahorro de distancias para más del 50% del total de toneladas movidas por modo ferroviario)

Por la Travesía Central se encaminaría un volumen total anual de 34 millones de toneladas, con origen o destino, principalmente, en el Centro y Sur de la Península. De ellos 15 millones de toneladas, el 44% del total, corresponderían a relaciones de intercambio internacional por itinerarios para los que la Travesía Central de los Pirineos supondría un ahorro de distancia frente a sus alternativas ferroviarias costeras.

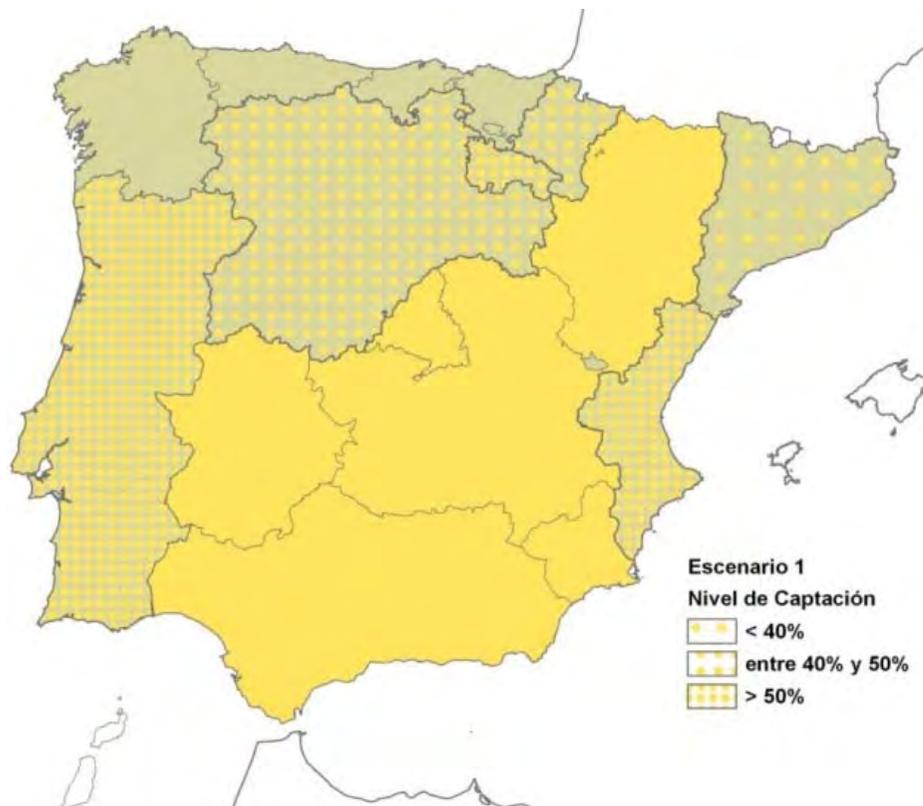


Figura 33. Hipótesis de captación de la TCP, según el Escenario 1.

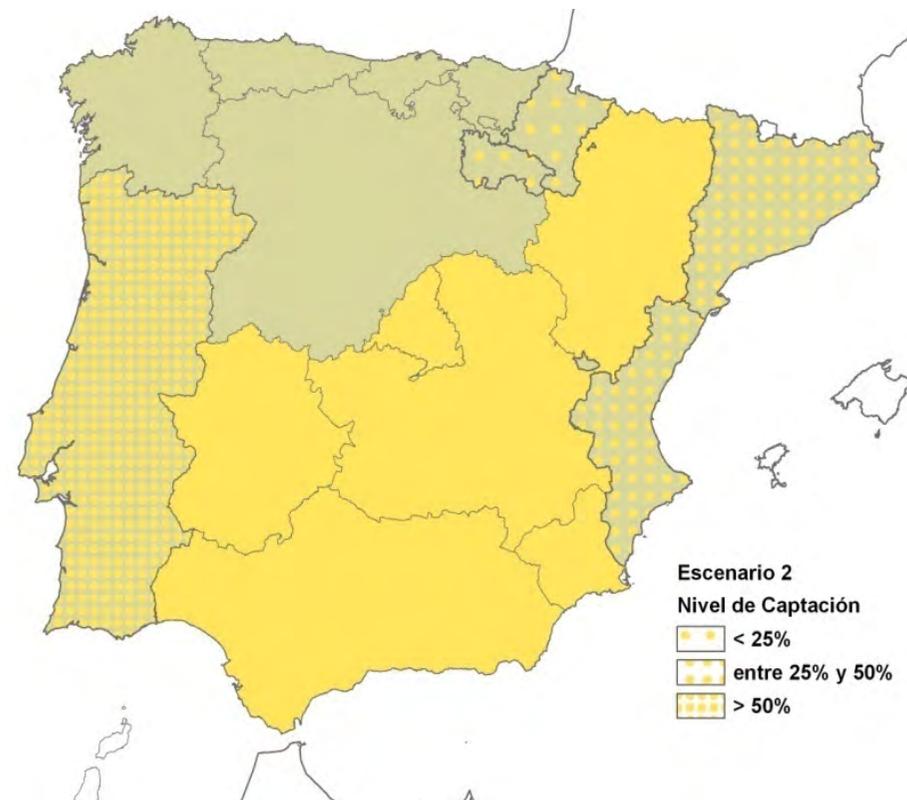


Figura 34. Hipótesis de captación de la TCP, según el Escenario 2.

### ***Escenario 2. Captación moderada del modo ferroviario.***

Este escenario plantea una evolución menos optimista para el tráfico ferroviario, cuya cuota ferroviaria, ante una expansión del tráfico transfronterizo hasta los 250 millones de toneladas, sería del 17%.

Este escenario supondría que el nuevo paso central a través de los Pirineos, captaría 21,6 millones de toneladas de mercancías. De ellos 11,3 millones corresponderían a captación natural de la Travesía Central de los Pirineos.

### 3.3.3. Composición del tráfico ferroviario internacional

Según el Observatorio Hispano-francés de tráfico en los Pirineos, en 2006 la composición por tipo de mercancías del tráfico ferroviario a través de la frontera fue el siguiente:

- Vehículos y productos manufacturados: 65,2%
- Productos metalúrgicos: 25%
- Productos siderúrgicos: 3,5%
- Productos agrícolas: 3,2%
- Productos químicos: 3,0%

En el tráfico internacional por modo ferroviario para el conjunto de Europa, se ha producido un muy importante aumento en el transporte de vehículos y productos manufacturados (NST/R 9), como se observa en el gráfico siguiente que muestra la evolución por tipo de mercancía entre 1990 y 2002. Ha ganado peso, aunque en menor medida, el transporte de productos metalúrgicos y siderúrgicos (NST/R 4, 5 y 6).

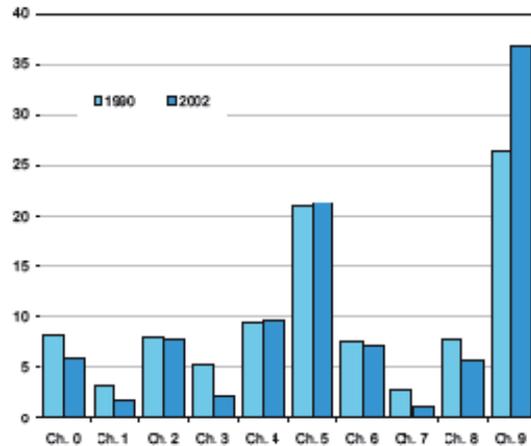


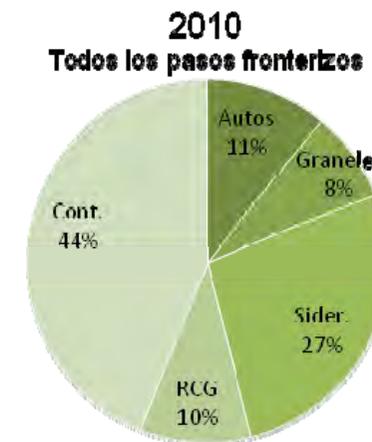
Figura 35. Distribución media por NST/R del transporte inter-nacional por modo ferroviario en Europa.

Fuente: EUROSTAT, considerando las cargas medias de BE, DK, EL, ES, FR, IT, LU, NL y PT.

En el estudio de la Cámara de Comercio de Barcelona, “El transporte de mercancías por ferrocarril en Cataluña” se incluye una previsión de tráficos ferroviarios internacionales entre la península y el resto de Europa, para su horizonte de estudio 2030.

	2010		2030	
	Irún	Portbou/Pertús	Resto Península – Resto de Europa	Cataluña. - Resto Europa
Autos	640.000	789.000	3.794.000	1.627.000
Graneles	596.000	504.000	5.542.000	989.000
Resto MG	1.758.000	3.024.000	16.948.000	6.906.000
Contenedores	3.834.000	2.016.000	14.568.000	13.269.000
TOTAL	6.828.000	6.333.000	40.852.000	22.791.000

Se observa que el reparto propuesto para 2010 coincide sensiblemente con el real en 2006. Por tanto, ajustando estos datos a las categorías de tipología de trenes adoptadas en el presente estudio, cabría plantear la siguiente evolución en la composición de los tráficos internacionales.



Se considera que la composición de la Travesía Central coincidirá con la media de los pasos, por su orientación de reequilibrio de los flujos internacionales. La travesía de Irún cabe esperar un mayor peso de los tráficos de automóviles y graneles, mientras que la Trav. de Girona previsiblemente se especializará en Contenedores.

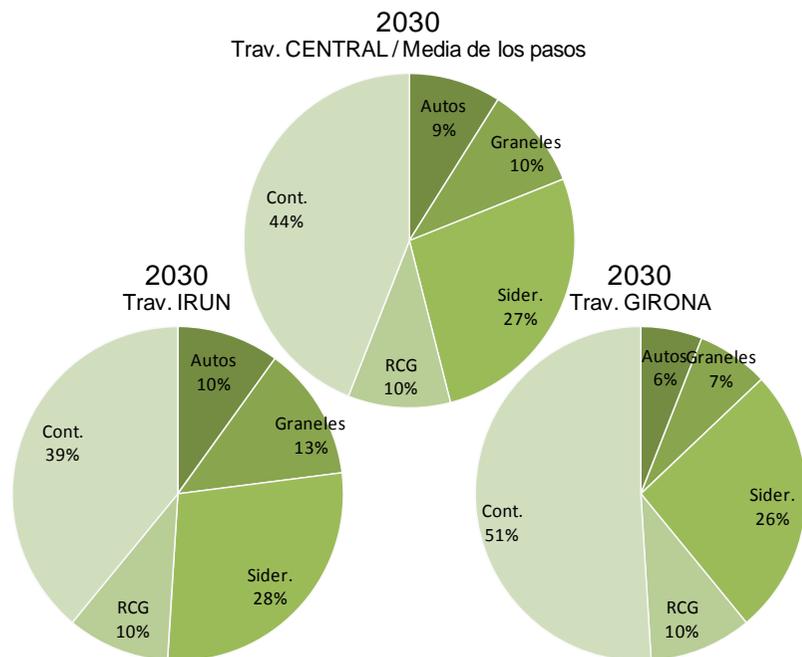


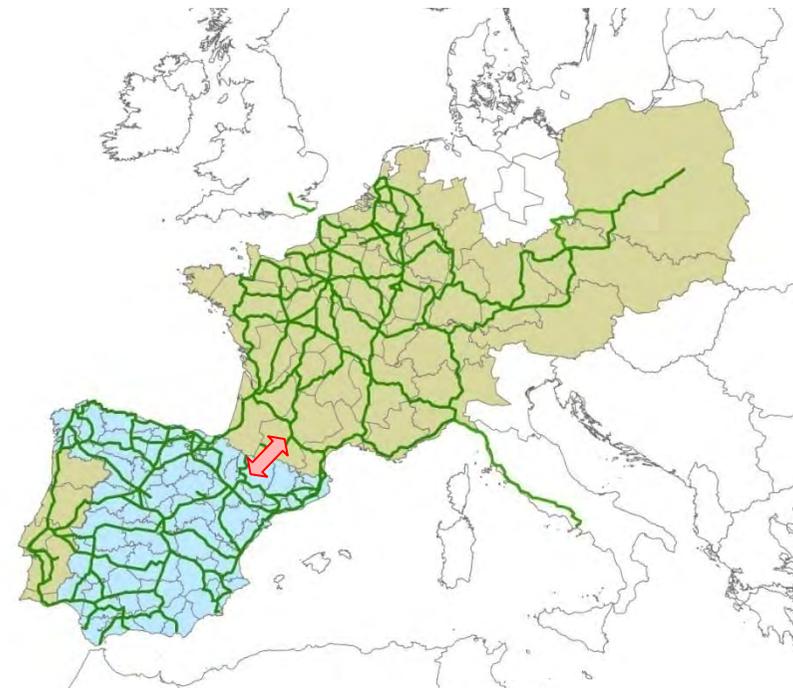
Figura 36. Red ferroviaria utilizada  
Fuente: Elaboración propia

### 3.4. Análisis de los principales corredores

La Travesía Central supondrá un aumento de la permeabilidad de los Pirineos que mejorará la accesibilidad ferroviaria de las provincias centrales, principalmente.

De cara a determinar la variación de distancias ferroviarias, como consecuencia de la comparativa con los pasos costeros, y la comparativa con el modo viario, se ha construido, en GIS, un modelo de red simplificado con los principales corredores para mercancías para el año horizonte del estudio, de entrada en funcionamiento de la Travesía

Se ha realizado una zonificación detallada en el plano siguiente.



Bajo el criterio de ahorro de distancias ferroviarias, parámetro principal desde el punto de vista de las emisiones, la TCP supone los siguientes ahorros

por Orígenes y Destinos (en kilómetros), respecto a su alternativa a través de los pasos costeros:

NOM	ID	Ile de France	Champagne-Ardenne	Picardie	Haute-Normandie	Centre	Basse-Normandie	Bourgogne	Nord - Pas-de-Calais	Lorraine	Alsace	Franche-Comté	Pays de la Loire	Bretagne	Poitou-Charentes	Aquitaine	Midi-Pyrénées	Limousin	Rhône-Alpes	Auvergne	Languedoc-Roussillon	Provence-Alpes-Côte d'Azur	Baden-Württemberg	Bayern	Northrhein-Westfalen	Hessen	Bélgica	Holanda	Italia	República Checa	Polonia; Varsovia	
		FR10	FR21	FR22	FR23	FR24	FR25	FR26	FR30	FR41	FR42	FR43	FR51	FR52	FR53	FR61	FR62	FR63	FR71	FR72	FR81	FR82	DE1	DE2	DEA1	DEA2	BE	NL	IT	CZ	PL	
A Coruña	ES111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Lugo	ES112	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	-	-	-	15	15	-	-	-	-	-	-	-	15	-	
Ourense	ES113	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	-	-	-	15	15	-	-	-	-	-	-	-	15	-	
Pontevedra	ES114	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	-	-	-	15	15	-	-	-	-	-	-	-	15	-	
Asturias	ES120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cantabria	ES130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Álava	ES211	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Guipúzcoa	ES212	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Vizcaya	ES213	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Navarra	ES220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82	-	-	-	15	15	-	-	-	-	-	-	-	15	-	
La Rioja	ES230	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	135	-	15	-	15	15	-	-	-	-	-	-	15	-		
Huesca	ES241	181	181	181	181	181	49	15	181	15	15	15	49	49	49	49	297	221	15	280	15	15	15	15	15	112	63	181	181	15	15	15
Teruel	ES242	60	60	60	60	60	-	15	60	15	15	15	-	-	-	-	297	100	15	240	15	15	15	15	60	60	60	60	15	15	15	
Zaragoza	ES243	60	60	60	60	60	-	15	60	15	15	15	-	-	-	-	297	100	15	240	15	15	15	15	60	60	60	60	15	15	15	
Madrid	ES300	7	7	7	7	7	-	15	7	15	15	15	-	-	-	-	297	47	15	187	15	15	15	15	7	7	7	7	15	15	15	
Ávila	ES411	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	15	-	-	-	-	163	-	15	6	15	15	-	-	-	-	-	-	-	15	-	
Burgos	ES412	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	-	-	-	15	15	-	-	-	-	-	-	-	15	-	
León	ES413	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	-	-	-	15	15	-	-	-	-	-	-	-	15	-	
Palencia	ES414	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	-	-	-	15	15	-	-	-	-	-	-	-	15	-	
Salamanca	ES415	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74	-	-	-	15	15	-	-	-	-	-	-	-	15	-	
Segovia	ES416	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	-	-	-	15	15	-	-	-	-	-	-	-	15	-	
Soria	ES417	16	16	16	16	16	-	15	16	15	15	15	-	-	-	-	297	56	15	196	15	15	15	15	16	16	16	16	15	15	15	
Valladolid	ES418	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	-	-	-	15	15	-	-	-	-	-	-	-	15	-	
Zamora	ES419	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	-	-	-	15	15	-	-	-	-	-	-	-	15	-	
Albacete	ES421	60	-	60	60	60	-	-	60	-	-	-	-	-	-	-	64	64	-	47	-	-	-	-	-	-	42	42	-	-	-	
Ciudad Real	ES422	7	7	7	7	7	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	254	47	-	187	-	-	-	-	7	7	7	7	-	-	-	
Cuenca	ES423	7	-	7	7	7	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	68	47	-	51	-	-	-	-	-	-	7	7	-	-	-	
Guadalajara	ES424	16	16	16	16	16	-	15	16	15	15	15	-	-	-	-	297	56	15	196	15	15	15	15	16	16	16	16	15	15	15	
Toledo	ES425	7	7	7	7	7	-	15	7	15	15	15	-	-	-	-	297	47	15	187	15	15	15	15	7	7	7	7	15	15	15	
Badajoz	ES431	-	-	-	-	-	-	15	-	-	6	15	-	-	-	-	254	-	15	96	15	15	6	15	-	-	-	-	-	15	15	15
Cáceres	ES432	7	7	7	7	7	-	15	7	15	15	15	-	-	-	-	297	47	15	187	15	15	15	15	7	7	7	7	15	15	15	
Barcelona	ES511	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Girona	ES512	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lleida	ES513	76	-	76	76	76	49	-	76	-	-	-	49	49	49	49	76	76	-	58	-	-	-	-	-	-	54	54	-	-	-	
Tarragona	ES514	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alicante / Al	ES521	60	-	60	60	60	-	-	60	-	-	-	-	-	-	-	64	64	-	47	-	-	-	-	-	-	42	42	-	-	-	
Castellón / C	ES522	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valencia / Va	ES523	60	-	60	60	60	-	-	60	-	-	-	-	-	-	-	64	64	-	47	-	-	-	-	-	-	42	42	-	-	-	
Almería	ES611	7	7	7	7	7	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	254	47	-	187	-	-	-	-	7	7	7	7	-	-	-	
Cádiz	ES612	7	7	7	7	7	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	254	47	-	187	-	-	-	-	7	7	7	7	-	-	-	
Córdoba	ES613	7	7	7	7	7	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	254	47	-	187	-	-	-	-	7	7	7	7	-	-	-	
Granada	ES614	7	7	7	7	7	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	254	47	-	187	-	-	-	-	7	7	7	7	-	-	-	
Huelva	ES615	7	7	7	7	7	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	277	47	-	187	-	-	-	-	7	7	7	7	-	-	-	
Jaén	ES616	7	7	7	7	7	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	254	47	-	187	-	-	-	-	7	7	7	7	-	-	-	
Málaga	ES617	7	7	7	7	7	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	254	47	-	187	-	-	-	-	7	7	7	7	-	-	-	
Sevilla	ES618	7	7	7	7	7	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	254	47	-	187	-	-	-	-	7	7	7	7	-	-	-	
Murcia	ES620	60	-	60	60	60	-	-	60	-	-	-	-	-	-	-	64	64	-	47	-	-	-	-	-	-	42	42	-	-	-	
Norte	PT11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	-	-	-	15	15	-	-	-	-	-	-	-	15	-	
Algarve	PT15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	229	-	-	71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Centro (P)	PT16	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	102	-	15	-	15	15	-	-	-	-	-	-	15	-	-	
Lisboa	PT17	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	102	-	15	-	15	15	-	-	-	-	-	-	15	-	-	
Alentejo	PT18	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	15	-	-	-	-	171	-	15	14	15	15	-	-	-	-	-	-	15	-	-	

Considerando las áreas para las que la Travesía Central de los Pirineos supone un ahorro de distancias ferroviarias, como áreas de captación natural, a efectos del presente estudio, puede definirse la siguiente área de influencia en base al actual reparto de mercancías internacionales por orígenes y destinos, y la estructura de captación ferroviaria propuesta por los escenarios:

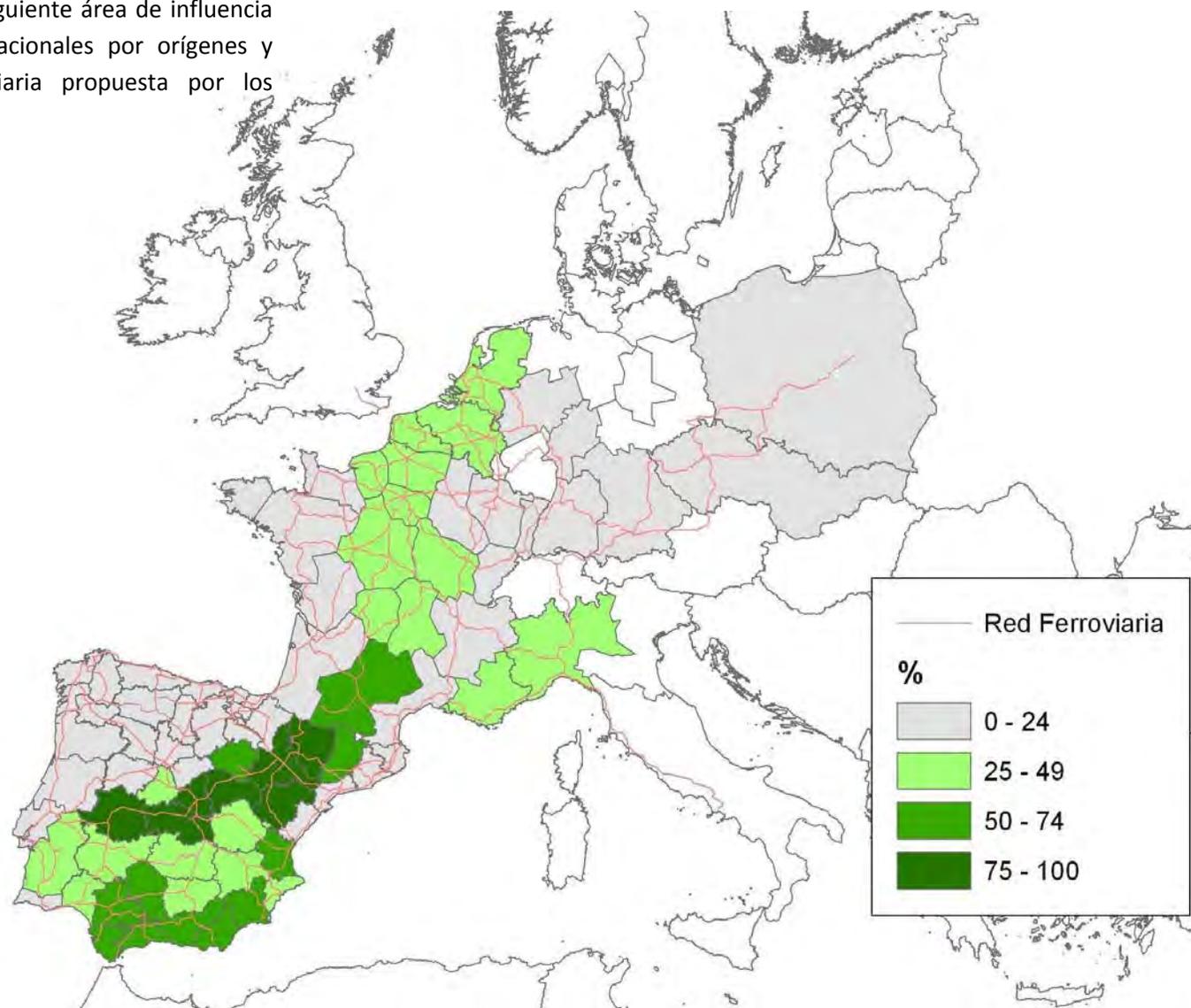


Figura 37. Áreas de captación natural para la TCP  
Fuente: Elaboración propia

## 4. Cuantificación del ahorro de emisiones

4.1 Parámetros de cálculo

4.2 Ahorro de emisiones por corredores

4.3 Ahorro de emisiones para escenarios agregados.



## 4.1. Parámetros de cálculo

El impacto medioambiental del transporte de mercancías puede diferir entre los diferentes países. Entre los factores que más influencia tienen en estas diferencias están el modo de transporte dominante, la tipología de vehículos utilizados y la fuente de energía utilizada.

En relación al modo viario, las diferencias en el impacto medioambiental son menos pronunciadas puesto que en todos los países se comparte una tipología similar de vehículos para el transporte de mercancías en recorridos internacionales y un mismo tipo de combustible: diesel.

En relación al transporte por ferrocarril, sí existe una diferencia más pronunciada entre los países, derivada de:

- El ratio de utilización de tracción diesel / eléctrica.
- Antigüedad del parque de material móvil
- Mix eléctrico nacional.

Los ratios de utilización de tracción eléctrica y diesel, está relacionada con la densidad de red electrificada, pero, también, con la composición del material móvil.

	Km red	Km electrificados	%
España	14.452	8.177	56,6%
Francia	29.286	14.765	50,4%
Alemania	34.221	19.350	56,5%
EU15	153.513	80.249	52,3%

Tabla 30. Longitud de líneas férreas por países y grado de electrificación.

Fuente: Eurostat

La antigüedad del parque de material móvil de las compañías ferroviarias tiene una importante repercusión sobre los ratios de emisión, si consideramos que la vida media de una locomotora es de 30 - 40 años. Recientemente Renfe ha anunciado un plan de mejora de la eficiencia con el que pretende que en 2011 sus costes energéticos se reduzcan en 53 millones de euros y sus emisiones de gases de efecto invernadero se reduzcan en 115.000 toneladas. En esta línea, para 2020 se marca como objetivo emitir un 57% menos de toneladas que en 1990.

En el caso de Mercancías - Renfe, la distribución entre emisiones procedentes de circulaciones Diesel y Eléctrico fue:

	2008		2007	
	% Eléctrico	% Diesel	% Eléctrico	% Diesel
<b>Mercancías</b>	62,60%	37,40%	70,06%	29,94%

Tabla 31. Distribución por tipo de tracción de las emisiones CO2

Fuente: Renfe

En cualquier caso, la mayor variabilidad entre países queda determinada por las fuentes de producción de electricidad y sus factores de emisión asociados. Según el actual reparto de derechos de emisión, estas emisiones no serían atribuibles al sector transportes sino al Industrial. Pese a ello, sí se considera efectos del presente estudio. Por lo tanto, el impacto ambiental derivado de la utilización de esta electricidad, dependerá principalmente de las fuentes de energía de cada país y que se refleja en el mix eléctrico nacional correspondiente. Es destacable, también, las divergencias en lo relativo a eficiencia del material móvil disponible, así como

Partiendo de lo expuesto anteriormente, a continuación se presentan las hipótesis consideradas para la selección de los factores de emisión y consumo en función del modo, la tipología de vehículos y de los factores de contorno que los definen (carga, fuente de energía...). Para todos los casos y

modos, se ha considerado que se refiere únicamente al transporte internacional de mercancías en modos terrestres.

### 4.1.1. Transporte viario

Según la metodología definida a nivel europeo para el cálculo de emisiones a derivadas del transporte en modo viario, recopilada en el estudio CORINAIR<sup>3</sup>, en la definición de los correspondientes factores, se deben considerar dos vectores: (i) las características del emisor (vehículo) y (ii) los factores vinculados a los patrones de conducción.

#### Características del vehículo

*Combustible:* Actualmente se encuentran en fase de investigación y desarrollo tecnologías que permitirán utilizar en el transporte viario combustibles menos contaminantes (biodiesel, hidrogeno, gas natural...). Sin embargo, su aplicación en el campo del transporte internacional de mercancías por carretera no parece que se pueda dar en un horizonte temporal cercano. Por este motivo, se considera que los vehículos utilizan únicamente diesel como fuente de energía.

*Tecnología del vehículo:* A pesar que a nivel europeo existen en circulación diferentes tecnologías (desde las pre-EURO 1 hasta EURO 4) y que por lo tanto los factores de consumo y emisión asociados pueden variar, para el cálculo de emisiones se ha considerado que los camiones corresponden a la tecnología más moderna para la cual el CORINAIR propone los correspondientes factores: EURO 5.

*Carga:* Se consideran las cargas medias anteriormente definidas por tipo de mercancía, que incluyen los retornos en vacío.

*Tipo de vehículo:* Para conocer el tipo de vehículo, al valor de carga neta se le ha aplicado un factor de carga (carga neta/carga bruta) de 0,5 (valor estimado a partir del EcoTransit<sup>4</sup>). Esto resulta en que para transportar esta carga media el vehículo más eficiente, según la clasificación CORINAIR, es un camión de entre 26 y 28 toneladas de peso máximo bruto (según la codificación del CORINAIR corresponde a RT >26-28t).

#### Patrón de conducción

*Tipo de vía y velocidad:* se ha considerado que los camiones hacen todo su recorrido en una vía de 4 o más carriles. En relación a la velocidad, se ha considerado que la velocidad corresponde a la máxima admitida por el CORINAIR (86 km/h). Los desplazamientos en trama urbana, por su baja representatividad en el total del recorrido, no se tienen en cuenta.

*Topografía:* Al tratarse de un ámbito de estudio extenso y de escenarios comparativos (ferrocarril / ferrocarril y carretera / ferrocarril), se asume la aproximación que supone no considerar el efecto localizado de las pendientes.

A partir de las ecuaciones recogidas en el estudio CORINAIR y que permiten establecer los factores de emisión y consumo a partir de las hipótesis anteriormente mencionadas, se estiman los correspondientes factores y que se recogen en la siguiente tabla.

<sup>3</sup> EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2007

<sup>4</sup> EcoTransIT: Ecological Transport Information Tool". Institut für Energieund Umweltforschung Heidelberg GmbH. Heidelberg, Julio 2008.

Hipótesis	<b>Características del vehículo</b>	
	Combustible	Diesel
	Tecnología	EURO 5
	Carga media ponderada	13,42 toneladas
	Tipología	RT >26-28t Euro-5 (Codificación CORINAIR para un vehículo de eje rígido de 26-28 ton)
	<b>Patrón de conducción</b>	
	Tipo de vía	Autopista de 4 o más carriles
	Velocidad	86 km/h
	Topografía	Sin efecto de la pendiente

Factor de Emisión (g/km)	CO2
	615,64

#### 4.1.2. Transporte Ferroviario

Los factores de emisión y consumo para trenes dependen, en primer lugar del sistema de tracción diesel o eléctrico. Más allá de esta primera consideración, en ambos casos estos quedan condicionados por la carga bruta transportada y la topografía por la que circula.

A continuación se detallan las consideradas realizadas para la selección de los factores emisión y consumo.

- *Carga transportada*: Las toneladas brutas remolcadas por tren (peso del tren y de la carga), condicionan los factores de consumo y de emisiones. Para este proyecto se consideran las cargas medias

brutas analizadas en el capítulo 3.2. aplicadas a una composición determinada de los tráficos ferroviarios internacionales detalladas más adelante.

- *Topografía*: EL modelo Ecotransit distingue entre tres tipologías de terreno (*flat, hilly, mountain*). Tanto España como Francia las califica como *hilly*. Esta aproximación global al efecto de las pendientes, se considera válida, igual que en el modo viario, al tratarse de un ámbito de estudio extenso y de escenarios comparativos.

Estos factores condicionan el consumo y emisión del tren de forma diferente si es un tren que utiliza energía eléctrica o uno que utiliza diesel para su funcionamiento. Por este motivo se hace necesario desagregar estos factores según su fuente de energía.

#### Trenes eléctricos:

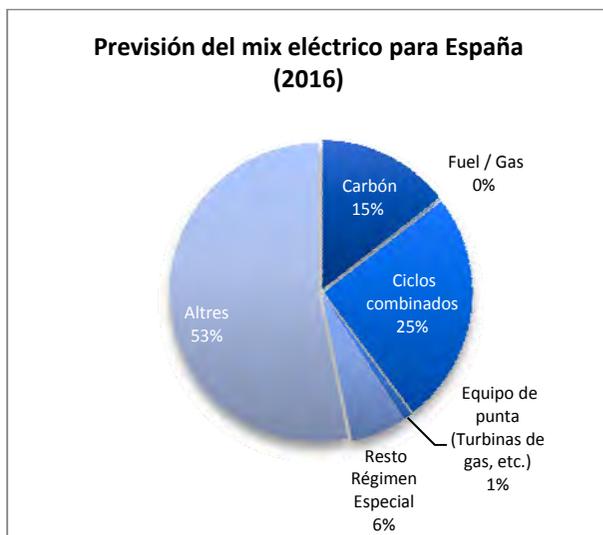
En cuanto a los trenes que utilizan la electricidad como fuente de energía, sus factores de emisión dependen directamente del mix eléctrico de cada país, lo cual representa una importante dificultad para cuantificar sus impactos ambientales puesto que los contaminantes, no pueden ser vinculados a una única fuente de producción de energía. Adicionalmente, se debe tener en cuenta algunas características que tiene la producción de electricidad en Europa:

- Cada país tiene su propio mix de producción eléctrica y en algunos de estos países los ferrocarriles tienen, al menos parcialmente, su propia central eléctrica o compran energía específicamente para este uso y con un determinado factor de emisión.

- La liberalización del mercado energético lleva a un mercado internacional de electricidad que hace aún más complejo el proceso de estimación de un factor de emisión.

Proyección del mix eléctrico

Teniendo en cuenta que no existe ninguna planificación que permita estimar cuál va a ser el mix eléctrico a nivel español más allá del 2016, se ha considerado que el escenario 2016 propuesto en la Planificación energética 2008-2016 de España (REE), se mantiene hasta el año 2030.



A partir de esta hipótesis y utilizando los factores de emisión definidos en el ECOTRANSIT para cada una de las fuentes de energía, se ha calculado un factor de emisión ponderado en función de este mix eléctrico y que es el que finalmente se considera para los cálculos de emisiones del ferrocarril.

De esta forma se obtiene:

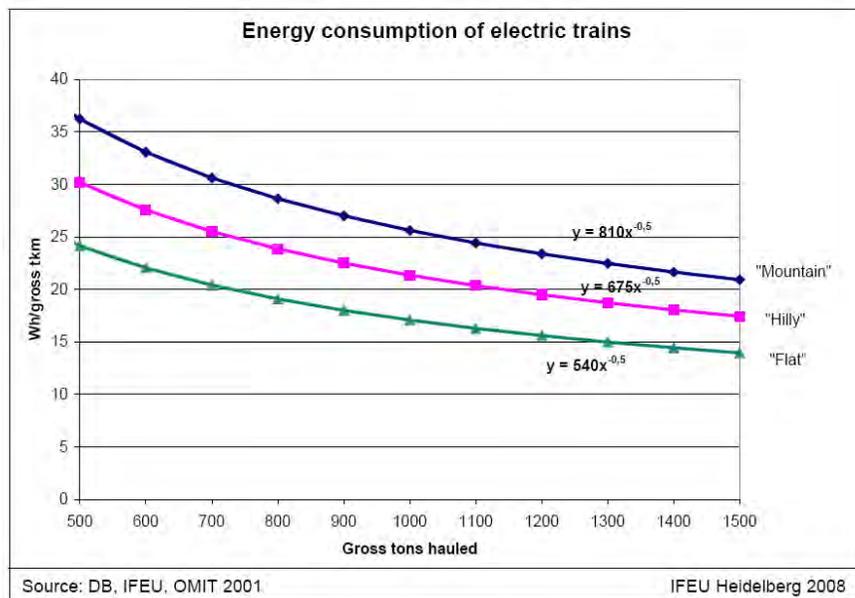
	Mix eléctrico 2016	F. Emisión (ECOTRANSIT)	F. Emisión ponderado (kg/kWh)
Carbón	14,5%	347,0	50,2
Fuel / Gas	0,1%	244,0	0,2
Ciclos combinados	25,2%	204,0	51,4
Equipo de punta (Turbinas de gas, etc.)	1,0%	287,0	2,8
Resto Régimen Especial	6,0%	204,0	12,3
Altres	53,2%	-	-
<b>Factor de emisión ponderado (kg/kwh)</b>			<b>116,9</b>

Como hipótesis menos favorable, se adopta el factor de emisión publicado por Renfe en su memoria ambiental con cifras de 2008, que sitúan esta cifra en 0,278, y que devuelve un elevado grado de ajuste para la calibración del modelo realizada.

Factor de consumo y emisión

En el estudio *Ecotransit*<sup>5</sup>, realizado por encargo de las entidades responsables de la red ferroviaria de diferentes países europeos (Alemania, Bélgica, España, Francia, Italia, Inglaterra, Suecia y Suiza), establece una correlación entre las toneladas brutas transportadas y el factor de consumo (wh/ton-km). Este modelo trata de forma agregada la eficiencia del parque móvil de las distintas compañías ferroviarias, especialmente orientado a establecer comparativas de emisiones entre los distintos modos.

<sup>5</sup> "EcoTRANSIT: Ecological Transport Information Tool". Institut für Energieund Umweltforschung Heidelberg GmbH. Heidelberg, Julio 2008.



Teniendo en cuenta la hipótesis de terreno llano, se obtiene que el factor de consumo corresponderá a la siguiente expresión:

$$C_E = 675 * T_b^{-0.5}$$

Donde:

$C_E$ : Consumo en Wh/ton-km<sub>bruta</sub>

$T_b$ : toneladas brutas transportadas por el tren

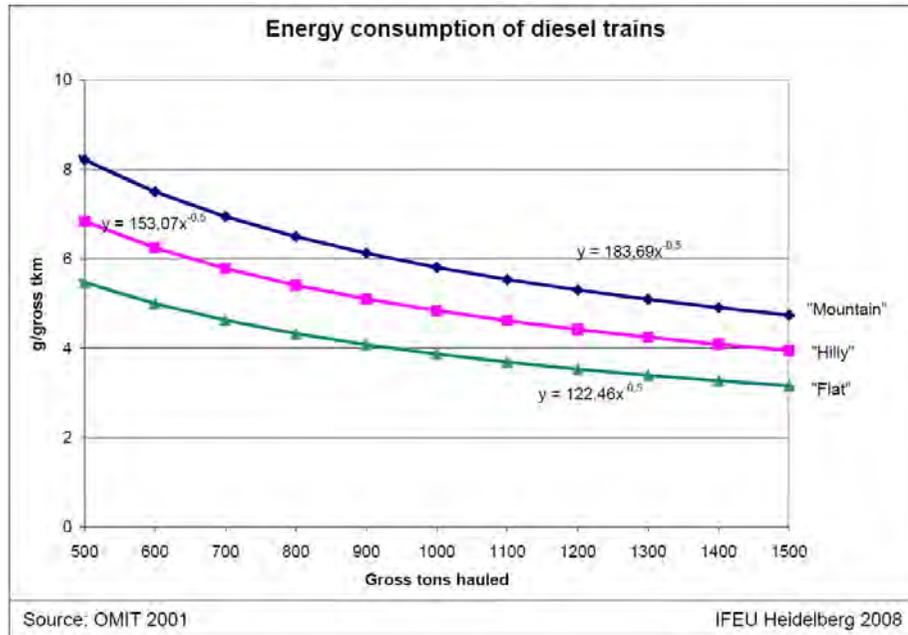
En *Ecotransit* también se identifican los factores de emisión (g/kWh) para trenes eléctricos en función del mix eléctrico de cada uno de los países y que se presentan a continuación.

Factor de emisión por país y en función del mix eléctrico correspondiente					
PAIS	CO2 kg/kWh	NOx g/kWh	SO2 g/kWh	NM VOC g/kWh	PM10 g/kWh
AT	0,067	0,076	0,053	0,029	0,017
BE	0,253	0,490	0,600	0,051	0,045
CH	0,005	0,019	0,014	0,004	0,012
CZ	0,565	1,136	1,185	0,017	0,060
DE	0,592	0,548	0,483	0,057	0,052
DK	0,346	0,381	0,576	0,053	0,027
ES	0,480	1,644	4,577	0,069	0,212
FI	0,384	0,437	0,313	0,125	0,018
FR	0,069	0,211	0,304	0,023	0,024
HU	0,499	0,952	3,766	0,206	0,096
IT	0,640	1,112	2,533	0,182	0,169
LU	0,755	0,875	0,276	0,338	0,025
NL	0,407	0,580	0,408	0,059	0,037
NO	0,006	0,017	0,009	0,003	0,015
PL	0,986	1,785	7,138	0,048	0,434
PT	0,635	1,846	4,524	0,197	0,139
SE	0,015	0,037	0,048	0,007	0,012
SI	0,716	1,702	11,818	0,042	0,314
SK	0,186	0,678	0,861	0,057	0,168
UK	0,569	1,040	1,442	0,071	0,108

### Trenes diesel

#### Factor de consumo y emisión

De igual forma que para los trenes eléctricos el estudio *EcoTransit* correlaciona las toneladas brutas remolcadas con un factor de consumo ( $g_{diesel}/ton-km$ ). Esta correlación es la siguiente:



Considerando que los trenes hacen todo su recorrido por una topografía llana. Resulta que el factor de consumo es:

$$C_d = 153,07 * T_b^{-0.5}$$

Donde:

$C_d$ : Consumo en g/ton-km<sub>bruta</sub>

$T_b$ : toneladas brutas transportadas por el tren

A partir del factor de consumo calculado anteriormente, se puede estimar el factor de emisión utilizando los datos recogidos en EcoTransit para cada uno de los principales operadores ferroviarios europeos. Teniendo en cuenta que este estudio no cuenta con los datos propios de RENFE, se asimila sus

factores de emisión al medio, denominado *prototipo*, destacándose que para esta tipología de trenes la variabilidad no es muy significativa. Estos factores se presentan a continuación:

g/kg diesel	CO <sub>2</sub>
Green Cargo	3.170,0
DB	3.175,0
DSB	3.170,0
TI	3.100,0
SNCF	3.150,0
Prototipo	3.170,0
Fuente: IFEU Heidelberg 2008	

De igual manera que se ha hecho con los trenes eléctricos, para determinar las emisiones asociadas al recorrido exterior a España se aplican los factores correspondientes al operador francés (SNCF).

### 4.1.3. Distancias mínimas medias

De cara a analizar las distancias mínimas recorridas para los distintos orígenes y destinos, se ha utilizado una base cartográfica de la red viaria y ferroviaria aplicada sobre un GIS. Esta base se ha actualizado de acuerdo a la planificación analizada en el capítulo 2 del presente estudio.

Con ella se han obtenido las matrices de distancias mínimas viarias y ferroviarias entre los orígenes y destinos principales (provincias a nivel de España, NUT 2 a nivel de Francia y aproximación del resto de países).

Al tratarse de una red de detalle acorde a la amplia extensión analizada, las distancias aquí obtenidas pueden presentar errores respecto a las distancias reales, estimadas en variaciones del entorno del 5%. Se considera un grado de precisión suficiente para el objetivo del estudio.

### 4.1.4. Calibración del modelo de emisiones

Con el fin de comprobar la idoneidad del modelo de emisiones aplicado, se ha testado los resultados con las cifras de emisiones publicadas por Renfe en su memoria ambiental correspondientes a los años 2007 y 2008.

Los resultados obtenidos muestran un ajuste para las emisiones de 2008 superior al 99%. Para 2007, el modelo presenta una cierta infravaloración de los resultados con un error próximo al 9%.

Año	Movimiento mercancías				Diesel		Eléctrico		Resultados					
	10 <sup>6</sup> TNK	10 <sup>6</sup> TBK	10 <sup>6</sup> SP DIST.	TB medias	Con g/TBK	CO2 g/TBK	Consum Wh/TBK	CO2 ES g/TBK	Di/EI % Km	DIESEL ton CO2	ELEC. ton CO2	TOTAL t CO2	%ELEC %	Ratio gCO2/t-km
2008	9.737,1	24.739,5	30,7	806	5,4	17,1	0,02	6,61	17,1%	72.261	135.591	207.852	65,2%	21,3
2007	10.547,2	26.346,7	34,0	775	5,5	17,4	0,02	8,32	16,8%	77.312	182.240	259.553	70,2%	24,6

Según los datos de Renfe para mercancías:

TRÁFICOS Y EMISIONES DE CO <sub>2</sub> DE RENFE MERCANCÍAS		
Año	2007	2008
MILLONES de TKM	10.547	9.737
EMISIONES DE CO <sub>2</sub> toneladas	283.253,23	205.915,25
EMISIONES UNITARIAS g CO <sub>2</sub> /tkm	26,86	21,15

Se toma como valores de emisiones característicos para las condiciones de explotación ferroviaria

En lo que se refiere a los valores de emisión para el modo viario, se destaca la estrategia de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> promovida por la Unión Europea, que para turismos se traducirá en una reducción media del 40%.

Propuestas de la Comisión Europea de Límites de Emisión de CO<sub>2</sub> para automóviles por km



- Emisión media CO<sub>2</sub> por automóvil en 2008: 160 gr CO<sub>2</sub>
- Emisión media CO<sub>2</sub> por automóvil en 2015: 130 gr CO<sub>2</sub>
- Emisión media CO<sub>2</sub> por automóvil en 2020: 95 gr CO<sub>2</sub>

## 4.2. Ahorro de emisiones por corredores

Una vez determinadas las composiciones tipo de los trenes por naturaleza de mercancías, las distancias por modo ferroviario y viario y el modelo de emisiones, es posible determinar por cada tipo de mercancía y origen/destino, el ahorro de emisiones que se produciría por unidad de carga para dos escenarios:

- Ahorro del modo ferroviario respecto del modo viario, obligando a pasar las mercancías por la Travesía Central de los Pirineos en el caso del modo ferroviario.
- Ahorro de la Travesía Central de los Pirineos respecto de los pasos ferroviarios costeros, en los casos en los que suponga un ahorro de las distancias recorridas.

De cara a analizar el impacto de estas toneladas sobre la explotación ferroviaria y sus emisiones asociadas se introducen dos modulaciones correspondientes a diversas mejoras asociadas a una evolución favorable de las condiciones de explotación ferroviaria:

### - Condiciones favorables para el modo ferroviario:

- Pendiente moderada para el paso central de los Pirineos, que permite en este corredor composiciones de hasta 1.600 toneladas de carga remolcada.
- Mayor aprovechamiento de los trenes, de acuerdo a las composiciones tipo descritas, como consecuencia de una mayor optimización del modo ferroviario.
- Incremento del uso de la tracción eléctrica en el transporte ferroviario, hasta una incidencia del 90%.
- Proyección de mix eléctrico hacia un aumento de las energías renovables.

### - Condiciones favorables para el modo ferroviario:

- Pendiente elevada para el paso central de los Pirineos, que permitirá composiciones en este corredor similares a las de los pasos costeros, de 1.400 toneladas máximas de carga remolcada.
- Uso de la tracción eléctrica en el transporte ferroviario, en un índice similar al actual para mercancías, estimado en el 70%.
- Aprovechamiento de carga similar al actual, según las composiciones tipo descritas.
- Mix eléctrico similar al actual.

Los resultados, presentados en formato de tabla, se incluyen como anexo al presente documento.

A modo de ejemplo de una posible lectura de estos resultados, se destacan los siguientes casos.

- o El **ahorro medio** respecto al modo viario para las relaciones de **intercambio con Madrid** por cada tonelada contenerizada son del 93% para unas condiciones favorables, o del 80% para condiciones desfavorables.
- o Concretamente, para la relación **Madrid - París**, por cada toneladas que se capte del modo viario por la TCP, se obtienen los siguientes ahorros en emisiones de CO<sub>2</sub>:

	ESPAÑA		EUROPA	
FAV kgCO <sub>2</sub> /t	20,9	91%	61,1	93%
MOD kgCO <sub>2</sub> /t	18,2	80%	56,9	87%

- En el caso de un transporte de Contenedores entre **Barcelona y Toulouse**, las emisiones de CO<sub>2</sub> por cada tonelada transportada que se ahorrarían respecto a la carretera, por su transporte por la TCP, serían de:

	ESPAÑA		EUROPA	
FAV kgCO <sub>2</sub> /t	4,2	73%	12,5	85%
MOD kgCO <sub>2</sub> /t	2,1	36%	10,0	68%

- Si se tratase de **un transporte de graneles entre Tarragona y Lyon**, el ahorro de emisiones por cada tonelada transportada sería de:

	ESPAÑA		EUROPA	
FAV kgCO <sub>2</sub> /t	6,7	80%	21,6	82%
MOD kgCO <sub>2</sub> /t	2,2	35%	7,1	57%

- Considerando un transporte de automóviles entre Valladolid y París, la TCP permitiría un ahorro en emisiones por tonelada de:

	ESPAÑA		EUROPA	
FAV kgCO <sub>2</sub> /t	15,4	65%	59,7	77%
MOD kgCO <sub>2</sub> /t	5,2	22%	45,0	58%

- Por último, entre **Valencia – Bourdeaux**, para el caso de transporte de **material siderúrgico**, el ahorro del modo ferroviario respecto al viario en emisiones de CO<sub>2</sub>, sería de:

	ESPAÑA		EUROPA	
FAV kgCO <sub>2</sub> /t	15,7	83%	20,3	79%
MOD kgCO <sub>2</sub> /t	11,4	61%	14,7	58%

### 4.3. Ahorro de emisiones para escenarios agregados

En el capítulo 3 se establecen dos posibles escenarios de desarrollo del modo ferroviario para un crecimiento previsible de las toneladas que cruzan la frontera por modo terrestre hasta los 250 millones de toneladas. Para este volumen de mercancías, la Travesía Central es determinante para alcanzar un reparto modal equilibrado y acorde con los objetivos recogidos tanto en la estrategia europea como española para un transporte eficiente y sostenible.

#### *Escenario Base.*

Este escenario de referencia toma como punto de partida el hecho de que el crecimiento del transporte por modo ferroviario quedaría limitado como consecuencia del agotamiento del actual sistema ferroviario, en construcción, conformado por los corredores ferroviarios costeros compuestos por las actuales vías convencionales y las nuevas líneas de alta velocidad para tráfico mixto.

Tal como se ha analizado, este sistema presenta una limitación de capacidad derivada de su uso para tráfico mixto y la propia ineficiencia de los pasos actuales.

Del análisis de capacidad realizado para el nuevo paso de Alta Velocidad a través de Girona, se desprende que, para una explotación intensiva de pasajeros, la capacidad de la vía para mercancías se reducía a la mitad. Estas conclusiones, son extrapolables al nuevo paso de Irún.

	Cir. pasajeros (diarias 2 sentidos)	Circulaciones mercancías (diarias 2 sentidos)	
		Max. Teórico	Cond. seguras
1er escenario: entrada en funcionamiento	86	26	26
2do escenario: entrada en funcionamiento, explotación intensiva de mercancías.	86	150	110
3er escenario: medio plazo, explotación intensiva de pasajeros y de mercancías	144	70	50

Tabla 32. Previsión de Circulaciones de mercancías previsibles para una explotación mixta de la línea de alta velocidad.

Fuente: Institut Cerdà

En lo que se refiere a las vías convencionales, sus actuales condiciones de explotación provocan que un tercio de las toneladas que llegan a la frontera por modo ferroviario cambien al modo viario en las terminales de Baiona, Denadaia, Perinyà-San Carles y Rivesaltes. No parece razonable que, para estas condiciones de explotación, los actuales pasos en vía convencional capten mayor volumen de mercancías que a las que actualmente dan servicio. Ante la entrada en servicio de las nuevas líneas de Alta Velocidad, estos pasos jugarán un papel auxiliar dando cabida a aquellas composiciones que queden fuera del nuevo corredor, bien por problemas de capacidad o bien porque los condicionantes de diseño de los nuevos pasos sumado al pago de los peajes no lo hagan rentable (mercancías pesadas y de poco valor añadido).

Se adopta, dentro de los rangos previsibles, un horizonte de explotación restrictivo para los pasos costeros, en consonancia con los criterios fijados por la Dirección del estudio.

Por tanto, de acuerdo a la composición prevista de tráfico ferroviario internacional, los parámetros de cargas medias ferroviarias resultantes son:

		Auto	Gran.	Side.	RCG	Conte.	Total
Corredor Irún	LAV	6%	1%	11%	8%	51%	77%
	Convencional	0%	6%	15%	2%	0%	23%
	<b>Carga media</b>	<b>428 t/tren</b>		<b>Carga bruta</b>		<b>969 t/tren</b>	
Corredor Girona	LAV	10%	6%	15%	10%	39%	80%
	Convencional	0%	7%	13%	0%	0%	20%
	<b>Carga media</b>	<b>454 t/tren</b>		<b>Carga bruta</b>		<b>980 t/tren</b>	

Aplicando estas cargas medias, se obtiene el siguiente cuadro de explotación ferroviaria, en las condiciones de saturación descritas:

		LAV	Conven.	TOTAL
Corredor Irún	Toneladas año	7.425.000	1.975.000	9.400.000
	Circulaciones año	15.606	6.416	22.022
	Circulaciones día*	55	22	77
Corredor Girona	Toneladas año	8.785.000	2.775.000	11.560.000
	Circulaciones año	15.759	9.695	25.454
	Circulaciones día*	55	34	89

- Para el paso entre circulaciones anuales y diarias se considera la circulación de trenes una media de 5,5 días a la semana.

Este escenario, en la hipótesis de alcanzar un tráfico terrestre a través de los Pirineos de 250 millones de toneladas, permitiría alcanzar una cuota ferroviaria del 8,4%.

### Escenario 1

En este primer escenario se estudia el impacto atribuible a la Travesía Central de los Pirineos, si se alcanzaran las previsiones máximas de utilización del modo ferroviario para los flujos de intercambio internacional.

Las cuotas ferroviarias se incrementan entre diez y doce puntos porcentuales en referencia al escenario base (17 puntos en el caso de Aragón, por la mayor influencia del nuevo corredor), hasta alcanzar una cuota ferroviaria generalizada del 22%. Esto significaría que 55 millones de toneladas atravesarían la frontera por modo ferroviario. Los pasos ferroviarios costeros se saturarían, mayoritariamente, con las relaciones de intercambio de sus áreas de influencia directa, como se recoge en la tabla siguiente:

Origen/Destino	Cuota	Trav. Irún	Trav Central	Trav. Girona	TOTAL
Cataluña	25%	-	7.348	11.552	18.900
C. Valenciana	23%	-	7.031	-	7.031
País Vasco	25%	6.529	302	-	6.831
Madrid	25%	-	5.189	-	5.189
Portugal	16%	170	3.371	-	3.541
Aragón	25%	-	3.034	-	3.034
Andalucía	16%	-	2.155	-	2.155
Castilla y León	15%	694	1.394	-	2.088
Otras	19%	2.008	4.268	-	6.276
<b>Total Península</b>	<b>22%</b>	<b>9.401</b>	<b>34.093</b>	<b>11.552</b>	<b>55.046</b>

Por la Travesía Central se encaminaría un volumen total anual de 34 millones de toneladas, con origen o destino, principalmente, en el Centro y Sur de la Península.

De ellos 15 millones de toneladas, el 44% del total, corresponderían a relaciones de intercambio internacional por itinerarios para los que la Travesía Central de los Pirineos supondría un ahorro de distancia frente a sus alternativas ferroviarias costeras. 10,2 millones de toneladas corresponden a nueva captación del modo viario, como consecuencia de la mejora en las condiciones de explotación ferroviaria y 4,8 millones de toneladas a re-direccionamiento de tráfico ferroviarios del Escenario 0.

Las cargas medias aplicables en este escenario, según la composición adoptada para el tráfico internacional para cada uno de los pasos resultan:

		Auto	Gran.	Side.	RCG	Conte.	Total
Travesía Irún	LAV	6%	1%	11%	8%	51%	77%
	Convencional	0%	6%	15%	2%	0%	23%
	<b>Carga media</b>	<b>428 t/tren</b>		<b>Carga bruta</b>		<b>969 t/tren</b>	
Travesía Girona	LAV	10%	6%	15%	10%	39%	80%
	Convencional	0%	7%	13%	0%	0%	20%
	<b>Carga media</b>	<b>454 t/tren</b>		<b>Carga bruta</b>		<b>980 t/tren</b>	

Travesía Central	Travesía	9%	10%	27%	10%	44%	100%
	Cond. Favorables			Cond. Moderadas			
	<b>Carga media</b>	<b>545 t/tren</b>		<b>Carga media</b>		<b>490 t/tren</b>	
	<b>Carga bruta</b>	<b>1201 t/tren</b>		<b>Carga bruta</b>		<b>1082 t/tren</b>	

Aplicando estas cargas, a la matriz de Orígenes y Destinos, y distribuyendo los resultados entre los pasos, de acuerdo a las hipótesis de congestión establecidas se obtienen los siguientes resultados de explotación ferroviaria:

	Trav. Irún	Trav. Girona	Trav. Central	
			Cond. Fav.	Cond. Mod
Toneladas año	9.402.000	11.552.000	34.091.000	34.091.000
Circulaciones año	21.989	25.429	62.578	69.560
Circulaciones día*	77	89	219	243
Trenes · km	20.731.000	24.362.000	94.946.000	105.539.000
Trenes · km España	3.695.000	5.987.000	31.537.000	35.056.000

De acuerdo a este nuevo escenario ferroviario, el aumento de capacidad que supondrá la Travesía Central de los Pirineos permitirá que 34 millones de toneladas pasen del modo viario (Escenario Base) al modo ferroviario (Escenario 1).

Para determinar los vehículos equivalentes que dejarán de circular y, por tanto, su efecto sobre las emisiones, se debe estimar la carga media (incluyendo retornos en vacío) agregada en función de la composición por tipo de mercancía. Esta distribución por tipo de mercancía será la misma que la ferroviaria internacional al tratarse de mercancía directamente transferida entre modos:

	Auto	Gran.	Side.	RCG	Conte.
% ton tipo mercancía.	9%	10%	27%	10%	44%
Carga media	9,3 t	17,0 t	18,8 t	14,0 t	11,8 t
<b>Carga media tipo</b>	<b>13,42 t/VP</b>				

De la aplicación de estos módulos a las matrices resultantes de trasvase entre el modo viario y ferroviario, obtenemos que 2,54 millones de camiones dejarían de circular por las carreteras anualmente. Estos camiones supondrían anualmente 932 millones de veh·km en España y 2.388 millones de veh·km en el conjunto de España.

Origen/Destino	Veh	Veh·km (Miles)	Veh·km (ES)
Cataluña	770.700	590.400	112.100
C. Valenciana	370.100	361.800	179.800
País Vasco	255.400	172.700	18.700
Portugal	213.700	300.100	189.900
Madrid	200.700	237.100	89.000
Aragón	161.600	130.500	27.300
Andalucía	122.600	150.400	120.600
Castilla y León	108.100	117.400	39.000
<i>Otras</i>	<i>338.200</i>	<i>327.700</i>	<i>155.200</i>
<b>Total Península</b>	<b>2.541.000</b>	<b>2.388.000</b>	<b>932.000</b>

Con lo que el impacto sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> resultante de comparar este escenario con el base:

<b>AHORRO DE EMISIONES EN TERRITORIO ESPAÑOL</b>			
		Emisiones CO2 (ton)	
		Cond. Mod.	Cond. Fav.
<b>Δ FF.CC</b>	r/Escn. 0	175.900	111.800
<b>Δ Carretera</b>	r/Escn. 0	-573.600	
<b>BALANCE</b>		<b>-397.700</b>	<b>-461.800</b>

AHORRO DE EMISIONES TOTAL			
		Emisiones CO2 (ton)	
		Cond. Mod.	Cond. Fav.
<b>Δ FF.CC</b>	r/Escn. 0	396.500	291.400
<b>Δ Carretera</b>	r/Escn. 0	-1.470.200	
<b>BALANCE</b>		<b>-1.073.700</b>	<b>-1.178.800</b>

Los módulos unitarios resultantes de la aplicación de este escenario son:

Cond. Favorables	Toneladas CO <sub>2</sub> total Europa ff.cc.	474.671
	Toneladas CO <sub>2</sub> total España ff.cc.	185.437
	<i>Gramos CO<sub>2</sub> total Europa por TREN·KM</i>	3.390
	<i>Gramos CO<sub>2</sub> total España por TREN·KM</i>	4.499
	<i>Gramos CO<sub>2</sub> total Europa por TON·KM</i>	6,6
	<i>Gramos CO<sub>2</sub> total España por TON·KM</i>	8,6

Cond. Moderadas	Toneladas CO <sub>2</sub> total Europa ff.cc.	722.828
	Toneladas CO <sub>2</sub> total España ff.cc.	338.089
	<i>Gramos CO<sub>2</sub> total Europa por TREN·KM</i>	4.799
	<i>Gramos CO<sub>2</sub> total España por TREN·KM</i>	7.557
	<i>Gramos CO<sub>2</sub> total Europa por TON·KM</i>	10,1
	<i>Gramos CO<sub>2</sub> total España por TON·KM</i>	15,7

Camión	Toneladas CO <sub>2</sub> total Europa ff.cc.	1.470.200
	Toneladas CO <sub>2</sub> total España ff.cc.	573.552
	<i>Gramos CO<sub>2</sub> por VEH·KM</i>	616
	<i>Gramos CO<sub>2</sub> por TON·KM</i>	46

### Escenario 2

La aplicación del segundo escenario, de manera análoga al Escenario 1, devuelve los siguientes resultados:

	Trav. Irún	Trav. Girona	Trav. Central	
			Cond. Fav.	Cond. Mod
Toneladas año	9.400.000	11.551.000	21.718.000	21.718.000
Circulaciones año	21.984	25.425	39.867	44.314
Circulaciones día*	77	89	139	155
Trenes · km	22.171.000	30.518.000	57.001.000	63.360.000
Trenes · km España	5.142.000	5.377.000	19.327.000	21.483.000

De los 21,7 millones de toneladas que circularían por la Travesía Central de los Pirineos, el 52%, 11,3 millones de toneladas corresponderían a captación natural. De esta captación natural 6,5 millones serían nueva captación del modo viario, y 4,8 millones a reconfiguración de flujos ferroviarios del Escenario 0.

Los módulos de cargas medias tanto para el modo ferroviario como viario son los mismos que para el Escenario 1, dado que se conserva la composición de los tráficos y se modifica su volumen hasta alcanzar la cuota ferroviaria de referencia.

En este escenario los camiones que dejarían de circular por las carreteras anualmente se reducen a 1,6 millones. Estos camiones supondrían anualmente 588,5 millones de veh·km en España y 1.499 millones de veh·km en el conjunto de Europa.

Origen/Destino	Veh	Veh-km (Miles)	Veh-km (ES)
Cataluña	489.000	375.200	71.700
C. Valenciana	256.000	247.900	124.000
País Vasco	153.600	104.400	11.300
Portugal	131.800	180.300	118.100
Madrid	123.300	144.500	54.700
Aragón	116.300	94.000	19.600
<i>Otras</i>	<i>348.400</i>	<i>352.700</i>	<i>189.100</i>
<b>Total Península</b>	<b>1.618.400</b>	<b>1.499.000</b>	<b>588.500</b>

El impacto sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> resultante de comparar este escenario con el escenario base presenta los siguientes valores:

<b>AHORRO DE EMISIONES EN TERRITORIO ESPAÑOL</b>			
		Emisiones CO <sub>2</sub> (ton)	
		Cond. Mod.	Cond. Fav.
<b>Δ FF.CC</b>	r/Escn. 0	78.200	73.300
<b>Δ Carretera</b>	r/Escn. 0	-362.300	
<b>BALANCE</b>		<b>-284.100</b>	<b>-289.000</b>

<b>AHORRO DE EMISIONES TOTAL</b>			
		Emisiones CO <sub>2</sub> (ton)	
		Cond. Mod.	Cond. Fav.
<b>Δ FF.CC</b>	r/Escn. 0	216.900	209.700
<b>Δ Carretera</b>	r/Escn. 0	-922.800	
<b>BALANCE</b>		<b>-705.900</b>	<b>-713.100</b>

Finalmente, los módulos unitarios resultantes de la aplicación de este escenario son:

Cond. Favorables	Toneladas CO <sub>2</sub> total Europa ff.cc.	392.914
	Toneladas CO <sub>2</sub> total España ff.cc.	146.864
	<i>Gramos CO<sub>2</sub> total Europa por TREN·KM</i>	<i>3.582</i>
	<i>Gramos CO<sub>2</sub> total España por TREN·KM</i>	<i>4.921</i>
	<i>Gramos CO<sub>2</sub> total Europa por TON·KM</i>	<i>7,2</i>
	<i>Gramos CO<sub>2</sub> total España por TON·KM</i>	<i>9,7</i>

Cond. Moderadas	Toneladas CO <sub>2</sub> total Europa ff.cc.	543.207
	Toneladas CO <sub>2</sub> total España ff.cc.	240.413
	<i>Gramos CO<sub>2</sub> total Europa por TREN·KM</i>	<i>4.681</i>
	<i>Gramos CO<sub>2</sub> total España por TREN·KM</i>	<i>7.512</i>
	<i>Gramos CO<sub>2</sub> total Europa por TON·KM</i>	<i>10,0</i>
	<i>Gramos CO<sub>2</sub> total España por TON·KM</i>	<i>15,8</i>

Camión	Toneladas CO <sub>2</sub> total Europa ff.cc.	922.800
	Toneladas CO <sub>2</sub> total España ff.cc.	362.300
	<i>Gramos CO<sub>2</sub> por VEH·KM</i>	<i>616</i>
	<i>Gramos CO<sub>2</sub> por TON·KM</i>	<i>46</i>

## 5. Valoración económica del ahorro de emisiones

### 5.1 Prognosis del coste de las emisiones

### 5.2 Coste de las emisiones para escenarios agregados



## 5.1. Prognosis del coste de las emisiones

La articulación del mercado internacional de emisiones se encuadra en la aprobación del Protocolo de Kioto sobre el cambio climático. Este acuerdo, firmado en 1997 y ratificado en 2005, tiene por objetivo reducir las emisiones responsables del calentamiento global, en un porcentaje aproximado de al menos un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones al año 1990. El grado de aceptación, de adscripción voluntaria, del Protocolo es desigual a escala internacional, lo que pretende ser corregido y unificado en la cumbre de Copenhage que se celebrará en diciembre de 2009 y en la que deberán revisarse y renovarse los compromisos de Kyoto. EL objetivo es la conclusión de un acuerdo jurídicamente vinculante sobre el clima, válido en todo el mundo, que se aplique a partir de 2012.

El comercio de emisiones es un sistema de compra-venta de emisiones de gases de efecto invernadero entre países que tengan objetivos establecidos dentro del Protocolo de Kioto; es decir entre los países industrializados o pertenecientes al Anexo I del Protocolo de Kioto. De esta manera, los que reduzcan sus emisiones más de lo comprometido podrán vender los certificados de emisiones excedentarios a los países que no hayan alcanzado cumplir con su compromiso. Existen programas de comercio de derechos para varios tipos de contaminante. Para gases de efecto invernadero el más importante es el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea (EU ETS), que entró en pleno funcionamiento en 2008.

En España desde 2008 –año a partir del cual se cuenta con registros de precios diarios a nivel estatal- el derecho a emitir una tonelada de CO<sub>2</sub> ha variado desde los mínimos registrados el 11 Febrero de 2009 (7,9 €/ton CO<sub>2</sub>)

hasta el máximo registrado el primero de Julio de 2008 (28,3 €/ton CO<sub>2</sub>). El valor promedio de todo este período ha sido de 18,2 €/ton CO<sub>2</sub>

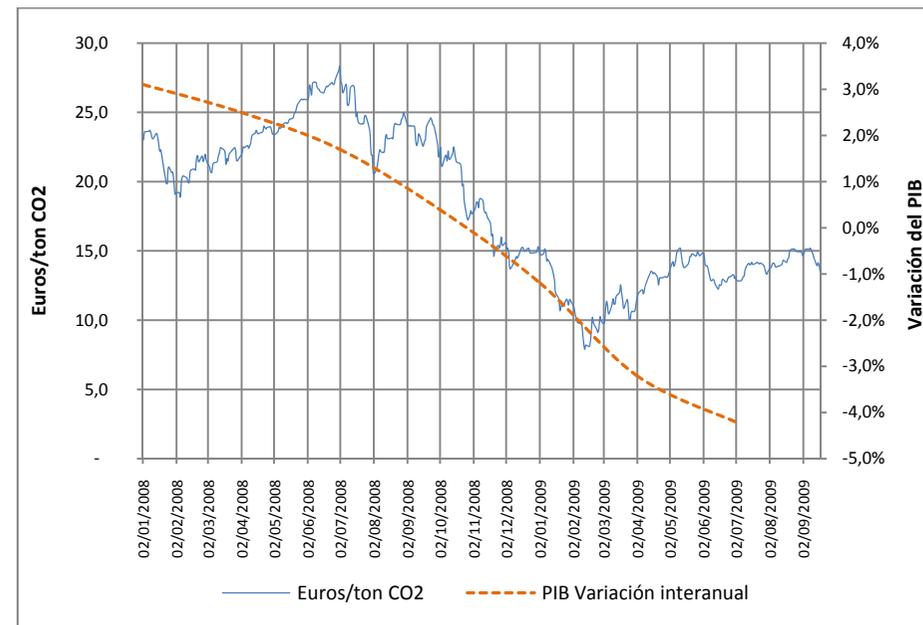


Figura 38. Variación del precio de toneladas de CO<sub>2</sub> y del PIB a nivel estatal  
Fuente: Elaboración propia.

Hasta ahora, la cuantificación económica derivada de los efectos ambientales se ha realizado a través de los diversos procedimientos de evaluación de las externalidades del transporte. No obstante, el mercado de emisiones supone una cuantificación más directa y con validez internacional, al asignar un precio monetario a la tonelada de CO<sub>2</sub> emitida.

Sin embargo, considerando que los escenarios incluyen una previsión de crecimiento de las mercancías al año horizonte de entrada en explotación de

la TCP, se han de definir unos valores orientativos del costo que representará emitir una tonelada de CO<sub>2</sub> en este horizonte.

Realizar hoy esta previsión es asumir muchas incertidumbres referentes a los compromisos internacionales derivados de la futura Cumbre Mundial del Medio Ambiente. A ello hay que sumar el momento de cambio tecnológico en el que nos encontramos, en lo referido a las fuentes de energías utilizadas en el transporte, y que se derivan parcialmente de un paulatino agotamiento de los combustibles fósiles y los citados objetivos internacionales de reducción de gases de efecto invernadero.

En definitiva, se constata la alta variabilidad asociada a las previsiones de un posible precio para la tonelada de CO<sub>2</sub> emitida al escenario horizonte.

No obstante, son múltiples los estudios que han intentado prever la evolución de los incipientes mercados de emisiones. Concretamente, se destaca uno de ellos por su intento de aglutinar el conjunto de previsiones realizadas por Instituciones y Consultoras especializadas hasta la fecha. La consultora Synapse Energy Economics<sup>6</sup> ha recopilado más de 75 diferentes escenarios de precios. Estos escenarios incluyen los realizados por el departamento de energía de Estados Unidos (EEUU), el departamento de medio ambiente de EEUU, el Massachusetts Institute of Technology y la Universidad de Duke.

En base a esta recopilación, este estudio desarrollado sus propios escenarios para definir un rango de precios probables en el 2030. Por la actualidad del estudio, su alcance y su año horizonte, se han adoptado para la presente

<sup>6</sup> Synapse Energy Economics, es una consultora estadounidense especializada en el sector de la energía. Dentro de sus clientes se encuentran los departamentos de energía y de medio ambiente de Estados Unidos, Greenpeace y United Nations Framework Convention on Climate Change. (<http://www.synapse-energy.com>)

cuantificación económica de las emisiones ahorradas por la Travesía Central de los Pirineos, las previsiones recogidas en el estudio Synapse 2008 - CO<sub>2</sub> Price Forecasts<sup>7</sup> y que se resumen en tres escenarios:

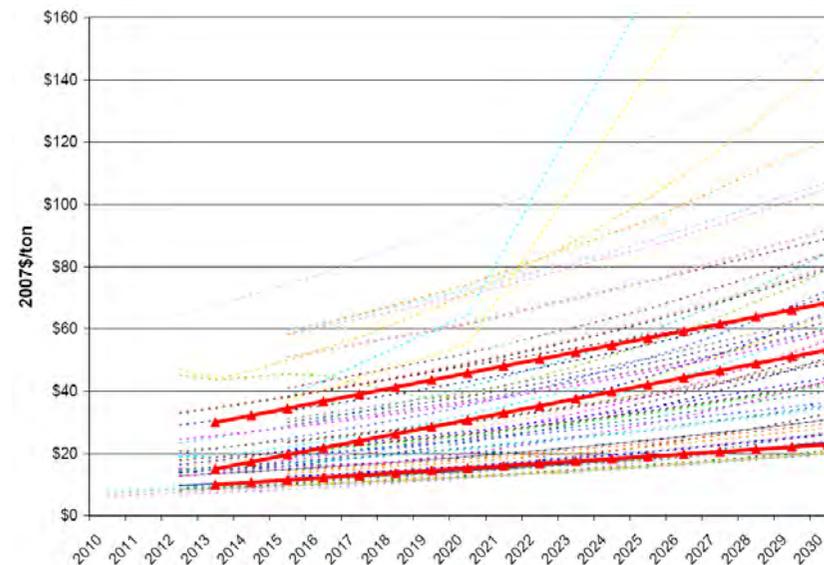


Figura 39. Estudios analizado y escenarios propuestos  
Fuente: Synapse 2008 CO<sub>2</sub> Price Forecasts; Synapse Energy Economics, Julio de 2008

Tal como se ha planteado, el precio de la tonelada de CO<sub>2</sub> está condicionado por una multiplicidad de elementos, que explican parcialmente las diferencias entre máximos y mínimos existente entre los escenarios (los precios<sup>8</sup> al 2030 varían entre más de 106 €/tonCO<sub>2</sub> y los 14 €/tonCO<sub>2</sub>). Entre las diferentes razones se pueden señalar las siguientes:

<sup>7</sup> Synapse 2008 CO<sub>2</sub> Price Forecasts; Synapse Energy Economics, Julio de 2008.  
<sup>8</sup> El estudio Synapse calcula los precios por tonelada en dólares estadounidenses, para convertirlos a euros se ha aplicado la tasa de cambio promedio de del período Mayo-Octubre de 2009: 1,412 dólares por euro.

- Precio base de la proyección: En este sentido la variabilidad en Europa ha sido considerable, el 31 de Diciembre de 2007, el precio de la tonelada era de menos de 2 euros.
- La eficiencia y rapidez en la implementación de medidas promovidas por los diferentes países para reducir la emisión de gases efecto invernadero.
- Desarrollo tecnológico de los emisores.
- La complejidad derivada de un mercado libre y, por lo tanto, sujeta a procesos especulativos.

En base a este estudio, se adoptan 3 escenarios de precio de emisiones para el año horizonte: 15 – 37 – 47 €/tonCO<sub>2</sub>.

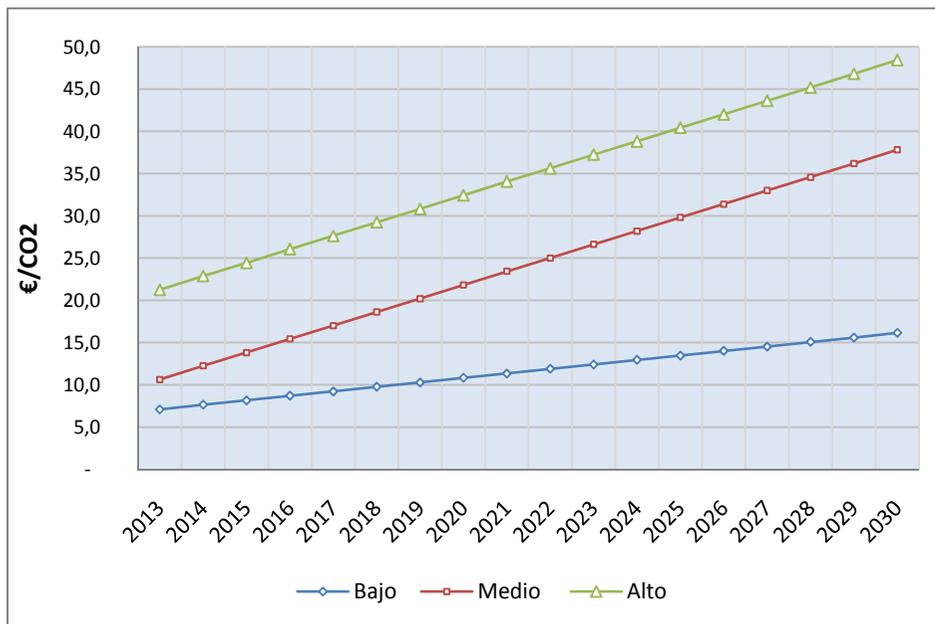


Figura 40. Previsiones del precio de emisión de tonelada de CO<sub>2</sub> (€/ton CO<sub>2</sub>)  
Fuente: Elaboración propia en base a Synapse 2008 CO<sub>2</sub> Price Forecasts

## 5.2. Coste de las emisiones para escenarios agregados

De la aplicación de estos precios unitarios por tonelada de CO<sub>2</sub>, se obtiene una aproximación a la cuantificación económica que la Travesía Central de los Pirineos podría suponer, en base al ahorro de emisiones asociado como consecuencia de la transferencia de mercancías hacia modos más eficientes energética y ambientalmente.

Así, en el caso de alcanzar las previsiones de captación establecidas en el escenario 1, el ahorro que supondría como consecuencia del valor que esas emisiones alcanzarían en el mercado de derechos de emisión sería de:

VALOR ECONÓMICO DE LAS EMISIONES EN ESPAÑA		
	COSTE EN EUROS	
	Cond. Mod.	Cond. Fav.
Coste unitario 15 €/tonCO <sub>2</sub>	5.966.000 €	6.927.000 €
Coste unitario 37 €/tonCO <sub>2</sub>	14.715.000 €	17.087.000 €
Coste unitario 47 €/tonCO <sub>2</sub>	18.692.000 €	21.705.000 €

VALOR ECONÓMICO DE LAS EMISIONES EN EUROPA (TOTAL)		
	COSTE EN EUROS	
	Cond. Mod.	Cond. Fav.
Coste unitario 15 €/tonCO <sub>2</sub>	16.106.000 €	17.682.000 €
Coste unitario 37 €/tonCO <sub>2</sub>	39.727.000 €	43.616.000 €
Coste unitario 47 €/tonCO <sub>2</sub>	50.464.000 €	55.404.000 €

Por su parte, en el caso de alcanzar unas previsiones moderadas de desarrollo del modo ferroviario (Escenario 2), el valor que podrían alcanzar,

en el mercado de derechos de emisión, las emisiones de CO<sub>2</sub> que no se producirían gracias a la Travesía Central de los Pirineos sería de:

<b>VALOR ECONÓMICO DE LAS EMISIONES EN ESPAÑA</b>		
	<b>COSTE EN EUROS</b>	
	<b>Cond. Mod.</b>	<b>Cond. Fav.</b>
<b>Coste unitario 15 €/tonCO<sub>2</sub></b>	4.262.000 €	4.335.000 €
<b>Coste unitario 37 €/tonCO<sub>2</sub></b>	10.512.000 €	10.693.000 €
<b>Coste unitario 47 €/tonCO<sub>2</sub></b>	13.353.000 €	13.583.000 €

<b>VALOR ECONÓMICO DE LAS EMISIONES EN EUROPA (TOTAL)</b>		
	<b>COSTE EN EUROS</b>	
	<b>Cond. Mod.</b>	<b>Cond. Fav.</b>
<b>Coste unitario 15 €/tonCO<sub>2</sub></b>	10.589.000 €	10.697.000 €
<b>Coste unitario 37 €/tonCO<sub>2</sub></b>	26.118.000 €	26.385.000 €
<b>Coste unitario 47 €/tonCO<sub>2</sub></b>	33.177.000 €	33.516.000 €

## 6. Conclusiones



Uno de los **ejes principales en la política común europea en materia de transportes es integrar los requisitos ambientales de manera transversal**, orientando el transporte hacia la comodalidad, y desarrollando directrices específicas dirigidas a los distintos ámbitos: transporte por carretera, aéreo, ferroviario, marítimo, etc.

En esta búsqueda de la **eficiencia ambiental, y también económica, el transporte ferroviario para mercancías es una apuesta decidida** promovida desde el Libro Blanco del Transporte de 2001. En este periodo ha aglutinado una buena parte del desarrollo legislativo derivado de esta estrategia conjunta, así como ayudas e inversiones asociadas a los proyectos prioritarios, mayoritariamente ferroviarios.

En España la situación de partida es especialmente desfavorable, caracterizada por unas infraestructuras y recursos disponibles inadecuados: débil presencia en puertos, rampas máximas, longitud de estaciones, tramos no electrificados, apartaderos, etc. El esfuerzo inversor en infraestructura ferroviaria realizado bajo el marco del PEIT se ha orientado, en esta primera fase, de forma prioritaria al transporte de pasajeros con la materialización de la red de Alta Velocidad.

Con la red de Alta Velocidad en elevado grado de avance, el transporte de mercancías gana importancia para el Ministerio de Fomento como pone de manifiesto la reciente aprobación de Plan de Medidas de apoyo al Transporte de Mercancías por Ferrocarril. En un contexto ferroviario que presenta ciertos síntomas de cambio de ciclo, que comiencen a consolidarse con la recuperación económica, **toma especial urgencia la compleción del corredor ferroviario central para mercancías y su conexión con Francia a través del paso central de los Pirineos**, definido como Proyecto Prioritario N°16 de la TEN-T.

La ubicación estratégica de Aragón, que **enlaza los corredores Atlántico y Mediterráneo**, le confiere una orientación idónea hacia el movimiento de mercancías de intercambio con Francia y cuya **apuesta por el modo ferroviario**, en consonancia con las políticas europeas, debe permitir:

- **Descongestionar los pasos viarios** transfronterizos, y en especial el oriental y occidental, cuyas ampliaciones infraestructurales en marcha agotan sus posibilidades.
- Contribuir al cumplimiento de los compromisos en materia medioambiental con la **reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>**.
- Favorecer el desarrollo de los **servicios ferroviarios de pasajeros en los nuevos corredores** sometidos a fuerte presión poblacional.

Incardinado en las estrategias de las políticas de transporte promovidas tanto desde Europa como desde España, este estudio ha pretendido establecer un **balance y sobre el ahorro que los posibles escenarios de explotación de la Travesía Central de los Pirineos supondrían en las emisiones de CO<sub>2</sub>** provocadas en el tránsito transpirenaico.

La mejora de las infraestructuras ferroviarias transfronterizas debe permitir absorber una parte significativa del crecimiento de demanda de transportes que, coinciden en señalar las fuentes, se producirá.

El modelo de explotación en tráficos mixtos previsto para las nuevas líneas de Alta Velocidad en construcción, supondrá una sustancial mejora para las actuales condiciones de explotación, si bien se señala que presentará limitaciones para los tráficos de mercancías, especialmente relevantes a medio plazo, derivadas de:

- El incremento de las circulaciones de pasajeros y la reducción de la capacidad máxima de la línea como consecuencia de su explotación

para tráficos mixtos, que supondrá la limitación de las circulaciones de mercancías.

- Las condiciones de diseño adoptadas (pendientes máximas de 18 milésimas) que unido al pago de peajes por el uso de los túneles repercutirá desfavorablemente en la rentabilidad del servicio, especialmente para mercancías pesadas y de poco valor añadido.

Se considera fundamental para **equiparar las condiciones de explotación ferroviarias para mercancías en España al resto de Europa, que el proyecto de la TCP se diseñe bajo los parámetros característicos de esta naturaleza de tráficos**, lo que supone aumentar la capacidad portante de la plataforma, adoptar **pendientes máximas, preferiblemente de 12 milésimas**, limitar los peraltes y adoptar gálibos compatibles con los nuevos sistemas de transporte ferroviario.

En este escenario, la Travesía Central de los Pirineos supondrá una mejora en la oferta ferroviaria orientada a mercancías ante la previsible congestión ferroviaria de los pasos costeros, cuya entrada en servicio deberá permitir alcanzar las cuotas pretendidas para el modo ferroviario en las relaciones de intercambio de ámbito internacional. Los escenarios construidos plantean dos cuotas objetivo en base a un desarrollo optimista y moderado de las expectativas ferroviarias.

En estas condiciones, los resultados obtenidos revelan que la Travesía Central de los Pirineos **podrían llegar a suponer un ahorro sobre las emisiones de CO2 emitidas entre 289.000 - 462.000 toneladas en España, y entre 713.000 - 1.200.000 toneladas en el conjunto de Europa**, en función de que se den unas condiciones de explotación ferroviaria favorables o moderadas.

Asociado a este análisis se plantea también la **cuantificación económica que este ahorro supondría en un futuro escenario de pago por emisiones** asociado al sector de los transportes.

Esta cuantificación presenta un elevado grado de incertidumbre derivada de la evolución que experimenten los precios al año horizonte del estudio. Según los resultados presentados, en unas condiciones favorables y con un precio elevado por tonelada emitida, **la Travesía Central podría llegar a suponer un ahorro anual para España en compra de derechos de emisión de 22,2 millones de euros**. Analizado **para el conjunto de Europa**, este ahorro **podría llegar a alcanzar un valor de 56,6 millones de euros**. En un escenario menos optimista, el valor del ahorro de las emisiones en el mercado de emisiones sería de 11 millones, considerando las emitidas en territorio español, o de 27,1 millones de euros para el conjunto de Europa.

En definitiva:

- ✘ Por cada tonelada y kilómetro recorrido en tren por la Travesía Central de los Pirineos en un itinerario internacional, se emitirá un 88% menos de CO<sub>2</sub> que si se transportase en camión.
- ✘ Según el Inventario Nacional de Emisiones de 2006 desagregado para Aragón, las emisiones de CO<sub>2</sub> atribuibles al conjunto del sector transportes fueron de 3,74 millones de toneladas en Aragón. El ahorro estimado para Europa gracias a la construcción de la Travesía Central, supone el 31% de las toneladas atribuibles al sector transportes en Aragón
- ✘ La movilidad en la ciudad de Zaragoza supuso en 2005 la emisión de 526.000 toneladas de CO<sub>2</sub>, según el Inventario de emisiones de Zaragoza de 2005. La reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> atribuible a la Travesía Central, en España, supondría un ahorro del 88% de las atribuibles a la movilidad en Zaragoza.