



## **PLAN DIRECTOR LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO.**

**Horizonte 2018-2030**

**PROGRAMA DE ELECTRIFICACIÓN**  
**VERSIÓN BORRADOR. NOVIEMBRE 2017**

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	3
2.	COMPROMISOS DEL PACTO MUNDIAL POR EL CLIMA .....	4
3.	LA ELECTRIFICACIÓN Y LOS OBJETIVOS DESARROLLO SOSTENIBLE .....	5
4.	RENDIMIENTO EN LA TRACCION ELÉCTRICA Y DIÉSEL .....	11
4.1.	RENDIMIENTO DEL TRANSPORTE DE LA ENERGÍA HASTA EL SISTEMA FERROVIARIO .....	12
4.2.	RENDIMIENTO DE LA CADENA DE TRACCIÓN ELÉCTRICA Y DIESEL .....	14
4.3.	BALANCE DE EMISIONES EN LA TRACCIÓN ELÉCTRICA Y DIESEL .....	15
5.	ELECTRIFICACIÓN REALIZADA EN NUESTRO PAIS.....	16
6.	OPORTUNIDADES PARA UN NUEVO PLAN DE ELECTRIFICACIÓN .....	20
7.	ANÁLISIS ACTUAL DEL TRÁFICO EN LAS LÍNEAS ELECTRIFICADAS Y EN LA NO ELECTRIFICADAS .....	21
8.	ANÁLISIS MULTICRITERIO DE LAS LÍNEAS NO ELECTRIFICADAS .....	27
	Tipo de Red .....	28
	Núcleo de Cercanías.....	29
	Corredor de Mercancías .....	30
	Tráfico diario .....	31
	Saturación.....	32
	Resumen análisis multicriterio-ponderado .....	33
9.	CONCLUSIONES .....	34
	ANEJO I.MACROPRECIOS (ELECTRIFICACIÓN LÍNEAS EN RED CONVENCIONAL) .....	38
	ANEJO II.RATIOS Y COEFICIENTES ADOPTADOS PARA EL CÁLCULO DE CONSUMOS DE GAS-OIL Y DE LOS POTENCIALES KWH ASI COMO LAS EMISIONES DE GASES INVERNADERO .....	39
	ANEJO III.CUANTIFICACIÓN ECONÓMICA DE LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO2.....	40
	ANEJO IV.VIAJEROS POR TRAMOS Y TIPO DE SERVICIOS (AÑO 2016) .....	41
	ANEJO V.CAPACIDAD, TRAFICOS Y PRESUPUESTO DE LAS LINEAS A ELECTRIFICAR. ....	42
	ANEJO VII.VIAJEROS POR TRAMOS Y TIPO DE SERVICIOS (AÑO 2016). ....	66

## 1. INTRODUCCIÓN

Dentro de las Prioridades anunciado por el Ministro de Fomento en sus recientes comparecencias en el Congreso y Senado, está el de modernizar los sistemas de transporte, reducir los tiempos de viaje, hacer más competitivo el transporte ferroviario con una colaboración estrecha con los Ministerios de Medio Ambiente y Energía, para seguir avanzando en la sostenibilidad en los diferentes modos de transporte, reforzando el papel del ferrocarril, la eficiencia energética o la reducción de emisiones.

ADIF deberá contribuir incrementando el porcentaje de red electrificada, para su contribución diaria con la mejora de la competitividad del transporte ferroviario y a la reducción de emisiones contaminantes de efecto invernadero.

Algo más del 30% de las líneas ferroviarias de ADIF aún no están electrificadas, se presenta la oportunidad en este escenario de analizar y, en su caso, desarrollar un plan de electrificación de estas líneas en las que aún circula un elevado tráfico en tracción diesel.

La tracción diesel, en general, está ligada a unas velocidades más bajas que la tracción eléctrica así como a un coste operativo más alto<sup>1</sup>, que se cifra en un aumento 18 % de los costes de un tren de mercancías con tracción diesel con respecto a realizarlo con tracción eléctrica.

---

<sup>1</sup> Monografía Informe Observatorio del Transporte. Autor: Vicente Rallo

## 2. COMPROMISOS DEL PACTO MUNDIAL POR EL CLIMA

El Acuerdo de París, tiene como objetivo principal mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2º C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento en 1,5 º C con respecto a los mismos niveles preindustriales, reconociendo que ello reducirá considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.

Las partes han reconocido que el calentamiento del planeta es como consecuencia de las emisiones de gases invernadero. Se comprometen a que estas emisiones de gases invernadero toquen techo, teniendo presente que los países en desarrollo tardarán más en lograrlo y, partir de ahí, reducir drásticamente las emisiones para alcanzar el objetivo de descarbonización en la segunda mitad de este siglo, que consiste en conseguir la neutralidad de las emisiones, es decir, un equilibrio entre las emisiones de las fuentes y las absorciones de los sumideros de estas emisiones.

En este contexto el ferrocarril se tendrá que ver favorecido, no en vano está reconocido como el medio de transporte más eficiente y sostenible en términos energéticos y medioambientales.

Según los datos de la Agencia Internacional de la Energía, el 28 % de la energía del planeta se consume en el transporte y éste es responsable del 23 % de las emisiones de CO<sub>2</sub>. El transporte por carretera supone el 73 % de esas emisiones y su cuota modal es del 31 %, mientras que el ferrocarril supone un 3 % del total de las emisiones del transporte con un 8% del total de pasajeros y mercancías transportadas en el mundo.

Es obvio que uno de los pilares de la política de transportes en Europa es favorecer el desarrollo del ferrocarril para facilitar el trasvase modal de la carretera al ferrocarril y está claro que los objetivos de descarbonización del planeta, ahora ratificados con la cumbre de París, acelerarán más aún la potenciación del ferrocarril en todas las economías desarrolladas y en desarrollo.

El Acuerdo de París presentará oportunidades en proyectos que serán financiados en países en desarrollo con la electrificación de grandes ejes ferroviarios y la construcción de nuevas líneas férreas, con la incorporación de nuevo material rodante más eficiente, etc...

En definitiva, este acuerdo por el clima va a movilizar en las próximas décadas importantes recursos económicos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en todo el mundo y el ferrocarril será uno de los sectores que será beneficiado en la aplicación de esos recursos.

En nuestro país se abre una oportunidad para emprender el desarrollo de un nuevo Plan de Electrificación y más aún coincidiendo con los planes anunciados por nuestro Ministerio de modernización e incremento de la sostenibilidad económica, social y ambiental.

### 3. LA ELECTRIFICACIÓN Y LOS OBJETIVOS DESARROLLO SOSTENIBLE

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible es un plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad. Este plan será implementado por todos los países y partes interesadas mediante una alianza de colaboración.

La Agenda 2030 fija 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible que pretenden retomar los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Dichos Objetivos son de carácter integrado e indivisible y conjugan las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental.



Los Objetivos estimularán durante los próximos 15 años la acción para mejorar notablemente nuestras condiciones de vida y transformar nuestro mundo en un lugar mejor.

Adif ostenta una posición de referencia y liderazgo en el ahorro y el uso eficiente de la energía, orientando una respuesta práctica a la obligación moral y compromiso personal y colectivo alineados con los valores sobre los que se asienta la cultura de la empresa.

La decisión de electrificar una línea ferroviaria también se fundamenta en argumentos sociales, económicos y ambientales, que precisamente la Agenda 2030 establece como las tres dimensiones del desarrollo sostenible.

## **OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE**

Para nuestro análisis acerca de la potencial contribución de una electrificación con el cumplimiento de estos objetivos debemos descartar aquellos no relacionados de forma directa con la actividad ferroviaria en su conjunto.

En la tabla siguiente se muestran los 5 Objetivos de Desarrollo Sostenible en los cuales la electrificación impacta de forma directa y notablemente:



## **ANÁLISIS DE CONTRIBUCIONES DIRECTAS**

### **OBJETIVO 7**

Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.

El desarrollo de este objetivo alude a

- (7.2) aumentar sustancialmente el porcentaje de la energía renovable en el conjunto de fuentes de energía y a
- (7.3) duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.

La contribución de una nueva línea electrificada en este sentido consistiría en que la energía de tracción diesel consumida sería sustituida por energía eléctrica que, como ya sabemos, en el sistema eléctrico de generación eléctrica nacional las renovables aportan un 37 % del total.

Es decir, la electrificación implica evitar una situación de 0 % de consumo de renovables a otra con un 37 % de consumo de renovables. Además, el rendimiento de la cadena de tracción eléctrica es del 87% frente a rendimientos del 33 % de la cadena de tracción diesel.

La electrificación de una línea ferroviaria Sí contribuye al cumplimiento del objetivo 7.

### **OBJETIVO 9**

Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.

El desarrollo de este objetivo apunta a:

- (9.1) Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el

desarrollo económico y el bienestar humano, con especial hincapié en el acceso equitativo y asequible para todos y a

(9.4) mejorar la infraestructura y reajustar las industrias para que sean sostenibles, usando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países adopten medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.

En nuestro país las nuevas infraestructuras ferroviarias construidas son líneas electrificadas precisamente por aportar altos índices de fiabilidad, sostenibilidad y calidad de servicio. En este sentido, la electrificación de una línea ferroviaria ya existente materializa la mejora de la antigua instalación ferroviaria hasta estándares de fiabilidad, sostenibilidad y calidad de servicio establecidos para una nueva línea.

Cuando se trata de una línea dedicada al tráfico de viajeros, su electrificación implica una mayor disponibilidad de circulaciones, material rodante más fiable y la prestación de un servicio de mejor calidad y mayor sostenibilidad. De hecho, la mayoría de servicios de pasajeros en nuestro país circulan por líneas electrificadas, por lo que podemos considerar que la electrificación se trata de un estándar que se busca materializar en la prestación del servicio de viajeros.

Acerca del tráfico de mercancías, señalar que la circulación de tráficos de siderurgia, automóviles u otros por nuestra red, en su mayoría electrificada, representa un importante volumen de mercancías que se transportan con tracción eléctrica, más limpia, en lugar de ir en camión en tracción diesel. Esta situación mejora el proceso industrial en la parte en la que participa Adif, la distribución de productos, haciéndolo más sostenible y ambientalmente racional.

Así pues, tanto en el caso del tráfico de pasajeros como en el de mercancías, la electrificación de una línea ferroviaria Sí contribuye al cumplimiento del objetivo 9.

### **OBJETIVO 11**

Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

El desarrollo de este objetivo apunta a

(11.2) proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación vulnerable, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad y a

(11.6) reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo.

En nuestro entorno al ferrocarril se le atribuyen excelencias por tratarse de un medio de transporte seguro, asequible y energéticamente eficiente. Además, se trata de un transporte colectivo de titularidad pública que evita la circulación por carretera de numerosos vehículos de viajeros y mercancías, por tanto mejora la seguridad vial, y presta especial atención a mayores y discapacitados (servicios Atendo, accesibilidad PMR en trenes y estaciones, etc.).

Por otra parte, sabemos que el ferrocarril contribuye a reducir el impacto ambiental en ciudades y, además, hemos visto en apartados anteriores que la electrificación de una línea ferroviaria favorece aún más la eficiencia energética. Esto es especialmente relevante en ámbitos urbanos por el mayor impacto que tiene el ferrocarril como medio de transporte con un efecto multiplicativo sobre el impacto per cápita.

Así pues, concibiendo el ferrocarril como un sistema de transporte socialmente responsable tal como hemos descrito, la electrificación de una línea ferroviaria SÍ contribuye al cumplimiento del objetivo 11.

## **OBJETIVO 12**

Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

El desarrollo de este objetivo indica:

(12.2) lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales,  
(12.4) lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir de manera significativa su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de reducir al mínimo sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente,

(12.6) Alentar a las empresas, en especial las grandes empresas y las empresas transnacionales, a que adopten prácticas sostenibles e incorporen información sobre la sostenibilidad en su ciclo de presentación de informes,

(12.7) Promover prácticas de contratación pública que sean sostenibles, de conformidad con las políticas y prioridades nacionales,

(12.b) Elaborar y aplicar instrumentos que permitan seguir de cerca los efectos en el desarrollo sostenible con miras a lograr un turismo sostenible que cree puestos de trabajo y promueva la cultura y los productos locales.

Como decíamos en la introducción, Adif ostenta una posición de referencia y liderazgo en el ahorro y el uso eficiente de la energía, aspecto que representa

uno de los valores fundamentales sobre los que se asienta nuestra cultura de empresa. Se puede mencionar:

Cuestiones como la consideración de cláusulas ambientales en la contratación pública, que permiten el aseguramiento del cumplimiento legal (Declaración de impacto ambiental, impactos por ruido, afectación a suelos, etc.), la voluntariedad a someternos a procesos de certificación en Sistema de Gestión Ambiental ISO 14000, el despliegue del Plan Director de Ahorro y Eficiencia Energética 2014-2020 con el resultado de un fuerte incremento de la ecoeficiencia, el proyecto Life Impacto Cero orientado a proteger la avifauna, La Política Ambiental de Adif como máximo exponente de nuestro compromiso ambiental, en línea con el Procedimiento General de Gestión y Coordinación de Actividades Ambientales (PG22), los informes de sostenibilidad y gobierno corporativo publicados anualmente desde 2005, sello de oro de Excelencia Europea +500, y más.

Además de estos ejemplos que podemos considerar prácticas de gestión más o menos generalizadas, existen numerosos proyectos particulares en distintas fases de ejecución, con el denominador común de la gestión sostenible. En el ámbito del subsistema de energía podemos citar, alguno de ellos: solicitar a las autoridades la evacuación de la energía producida por terceros, obtener la calificación energética de los edificios técnicos, implementar herramientas para la medición y/o monitorización de consumos, reducción del gasto energético en calefactores de agujas, eliminación de líneas de alimentación no productivas, instalar mecanismos de limitación/gestión de la demanda energética en instalaciones, proyectos "FERROSMARTGRID" y "MERLIN" ahora reconfigurados en el proyecto SMART GRID, aprovechamiento de renovables, recuperación de energía de frenado regenerativo, diseño y construcción de subestaciones evolutivas, etc., etc. y etc.

En consecuencia, podemos calificar a Adif como empresa socialmente responsable, que aplica prácticas de gestión ecoeficientes más o menos implantadas y con una preocupación importante por el desarrollo sostenible. Los beneficios de este escenario son más intensos cuando se refiere a líneas electrificadas.

Por tanto, podemos considerar que la electrificación de una línea ferroviaria Sí contribuye al cumplimiento del objetivo 12.

### **OBJETIVO 13**

Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.  
El desarrollo de este objetivo se dirige a

- (13.1) Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países
- (13.2) Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales.

Entendemos que desde el punto de vista de una empresa socialmente responsable como es Adif, los criterios de gestión ecoeficientes que hemos citado como contribuyentes al cumplimiento del objetivo 12, por la misma razón, son contribuyentes al cumplimiento del objetivo 13.

Por tanto, podemos considerar que la electrificación de una línea ferroviaria Sí contribuye al cumplimiento del objetivo 13.

## **ANÁLISIS DE CONTRIBUCIONES INDIRECTAS**

Hemos visto como la electrificación de una línea ferroviaria participa de forma directa en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 7, 9, 11, 12 y 13. No obstante lo anterior, la electrificación de una línea ferroviaria también puede generar efectos indirectos en la consecución de otros objetivos.

Por ejemplo, la consecución de objetivos económicos como erradicar la pobreza (1), el hambre (2), garantizar el bienestar general (3) o la reducción de desigualdades en y entre países (10) . Lo mismo puede decirse acerca del logro de objetivos sociales como garantizar el derecho a la educación (4), la igualdad de sexos (5), el trabajo (8) o el acceso a la justicia (16), no será posible si las empresas no aplican modelos de gestión sostenibles y socialmente responsables, como es el caso de Adif.

Y, en la misma línea, podemos considerar nuestros argumentos sobre el cumplimiento de objetivos ambientales, como el acceso a recursos naturales como el agua (6), o su conservación, como océanos (14) o ecosistemas terrestres (15).

Por tanto, podemos considerar que la electrificación de una línea ferroviaria incrementa la ecoeficiencia generando una estela de impactos económicos, sociales y ambientales que, en su conjunto, contribuyen de manera indirecta al cumplimiento global de los Objetivos de Desarrollo Sostenible económicos, sociales y ambientales.

A la vista del resultado de los análisis anteriores podemos concluir que la electrificación de una línea ferroviaria es compatible con la contribución de forma directa a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 7, 9, 11, 12 y 13, y de forma indirecta a la consecución del resto de objetivos.

#### 4. RENDIMIENTO EN LA TRACCIÓN ELÉCTRICA Y DIESEL

Si bien como se ha indicado la productividad de la utilización de la tracción eléctrica es mucho mayor que la de la tracción diesel en términos puramente operativos; mayor velocidad y por tanto menor tiempo de viaje, mayor capacidad de carga para una misma pendiente, menor coste de la energía, etc... también se debe evaluar el balance de emisiones de CO<sub>2</sub> para cada una y el rendimiento de la cadena de suministra de energía desde el origen donde se produce la energía hasta la potencia disponible en rueda-carril.

Existen distintas herramientas y referencias documentales para aproximar el cálculo de la huella de carbono de la circulación de un tramo de vía con un tipo de tráfico, para ello una referencia son las herramientas que proporciona la UIC para tal efecto: "EconTransIT" y "EcoPassenger". Estas herramientas (eco-calculadores) para trenes de mercancías y pasajeros respectivamente, están disponibles en plataforma online y nos proporcionan un resultado aproximado, con amplio margen de error.

Para cuantificar las pérdidas en la cadena de transporte de la energía, se realiza la división entre lo que ocurre en el propio vehículo (tank to wheel) y lo que ocurre antes de llegar a éste (well to tank). En el propio vehículo, se producen pérdidas debidas a los rendimientos de la unidad de los motores, transmisores y equipos embarcados, mientras que antes de llegar al vehículo, se producen pérdidas debidas a los procesos de extracción, transformación y transporte de la energía desde las fuentes primarias.

Mientras que en la tracción diesel las pérdidas en el vehículo son muy altas y las que se producen antes de llegar al vehículo son bajas, en la tracción eléctrica es al revés. La tracción diesel supone un bajo rendimiento "tank to wheel" mientras que la tracción eléctrica supone un bajo rendimiento "well to tank".

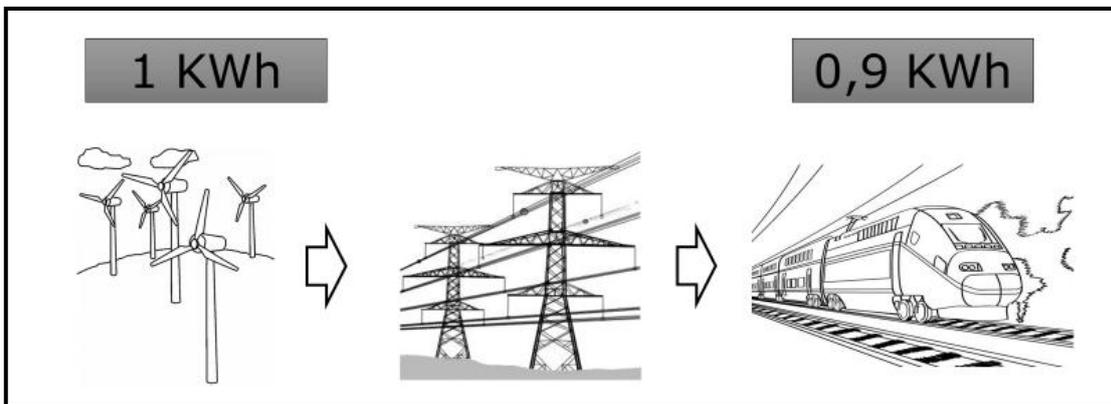
#### 4.1. Rendimiento del transporte de la energía hasta el sistema ferroviario

En el caso de la energía eléctrica para que llegue 1 kWh al tren deben producirse entre 1,035 y 1,292 kWh en las centrales de generación, con valor típico de 1,12 kWh/kWh.

La producción de esa energía supone unas pérdidas que dependen del mix de generación de electricidad, que varía de un país a otro e incluso de un año a otro.

En el caso de España, para el mix de generación del año 2013 eran necesarios 2,461 kWh primarios para producir 1 kWh de electricidad.

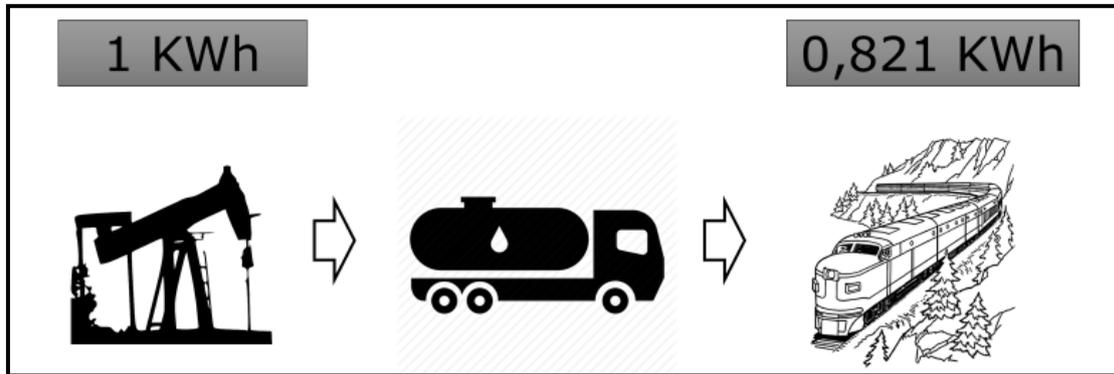
Figura 4. Rendimiento “well to tank” de la tracción eléctrica



Fuente: Javier Santander. Artículo Vía Libre Técnica 2017. Análisis de las oportunidades medioambientales y económicas de la electrificación de una línea ferroviaria.

Para el caso de la tracción diesel, resulta que por cada kWh de gasóleo suministrado al vehículo (1 litro equivale, aproximadamente a 10,2 kWh) se producen unas pérdidas de 0,179 kWh desde el pozo de petróleo (la mayor parte de las cuales se producen en la transformación en la refinería),

Figura 5. Rendimiento “well to tank” de la tracción diesel

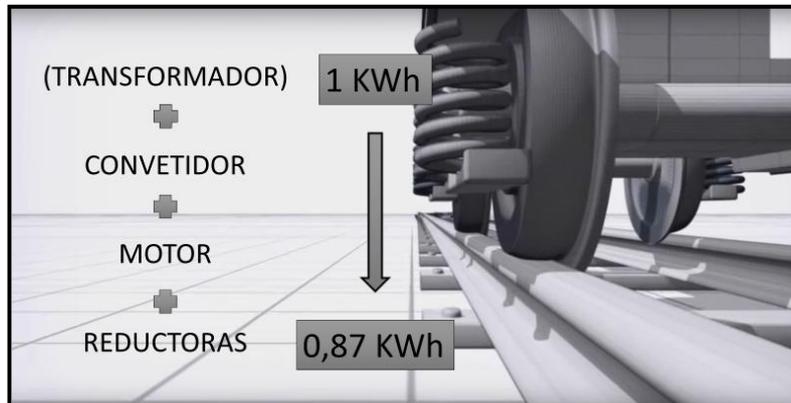


Fuente: Javier Santander. Fuente: Javier Santander. Artículo Vía Libre Técnica 2017. Análisis de las oportunidades medioambientales y económicas de la electrificación de una línea ferroviaria.

## 4.2. Rendimiento de la cadena de tracción eléctrica y diesel

Para el caso de la tracción eléctrica, se estima un rendimiento representativo del 87%, a causa de los rendimientos de convertidor, motor y reductoras.

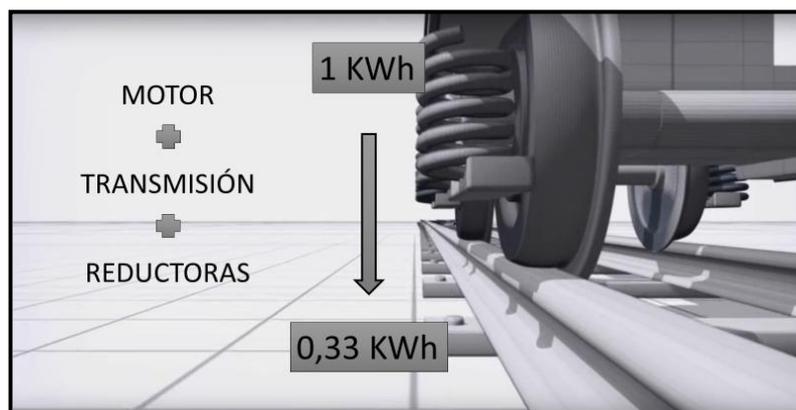
Figura 6. Rendimiento “tank to wheel” de la tracción eléctrica



Fuente: Javier Santander. Fuente: Javier Santander. Artículo Vía Libre Técnica 2017. Análisis de las oportunidades medioambientales y económicas de la electrificación de una línea ferroviaria.

Para el caso de la tracción diesel, la estimación del rendimiento es sólo del 33%, a causa del motor, la transmisión y las reductoras.

Figura 7. Rendimiento “tank to wheel” de la tracción diésel

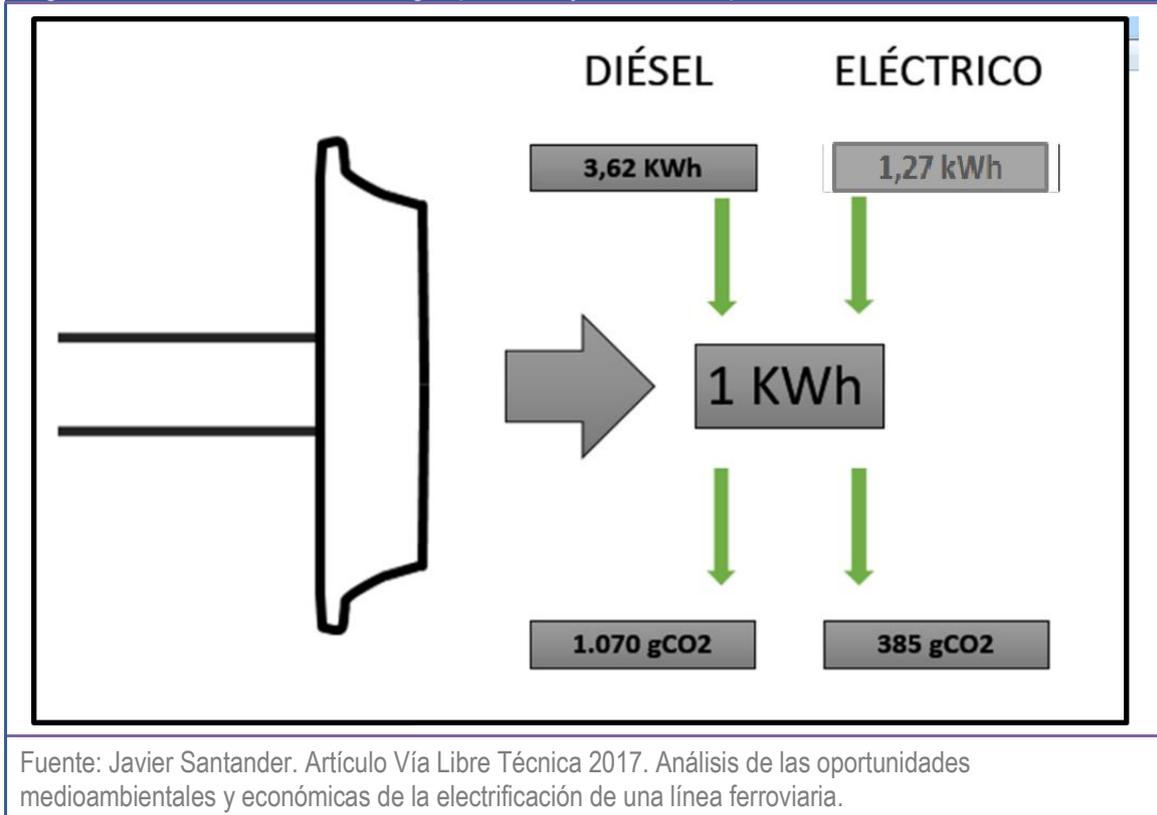


Fuente: Javier Santander. Artículo Vía Libre Técnica 2017. Análisis de las oportunidades medioambientales y económicas de la electrificación de una línea ferroviaria.

### 4.3. Balance de Emisiones en la tracción eléctrica y diesel

Mientras que la totalidad del combustible del tren diesel produce emisiones de gases de efecto invernadero, solo una parte de los combustibles que se emplean en la generación de electricidad tienen tal efecto. Como balance total, para cada kilovatio hora en llanta, son necesarios 3,62 kilovatios hora primarios en la tracción diesel y 1,27 en la eléctrica. Además, cada kilovatio hora en llanta genera 1.070 gramos de CO<sub>2</sub> en el caso del diesel y 385 gramos de CO<sub>2</sub> en el eléctrico.

Figura 8. Balance total de energía primaria y emisiones por cada kilovatio hora en llanta.

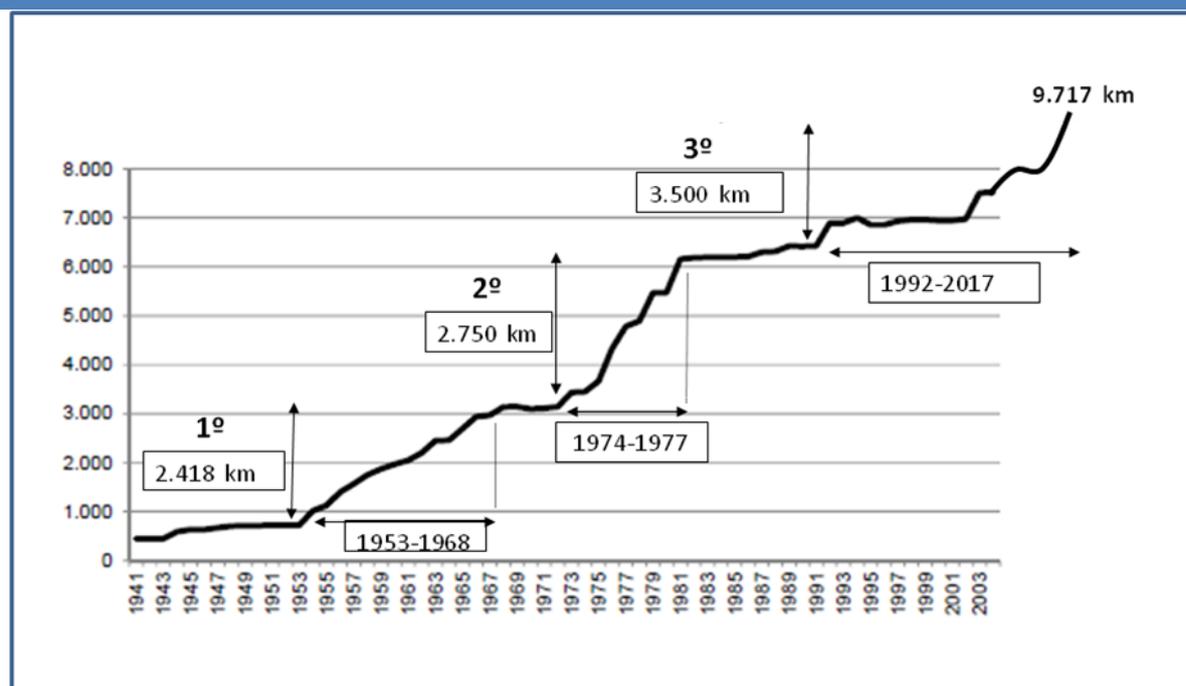


Fuente: Javier Santander. Artículo Vía Libre Técnica 2017. Análisis de las oportunidades medioambientales y económicas de la electrificación de una línea ferroviaria.

## 5. ELECTRIFICACIÓN REALIZADA EN NUESTRO PAÍS

La electrificación ferroviaria en nuestro país ha tenido fases de ejecución muy concentradas, fundamentalmente en tres etapas:

Ilustración 1: Electrificación red ferroviaria desde el inicio de RENFE y posteriormente ADIF.



Fuente: Elaboración propia basado en datos de la Memoria de 75 años de Renfe

Si se observa el ritmo de la electrificación, prácticamente los más de 9.000 kilómetros de líneas se ha realizado en tres etapas consecutivas de 3.000 km cada una separadas por años de inactividad en la electrificación. Las tres fases han sido las siguientes:

1ª Con el primer *Plan de General de Electrificación de los Ferrocarriles Españoles*, aprobado en 1946 pero que no contó en sus inicios con los suficientes fondos económicos y se prolongó hasta el año 1968 coincidiendo con el *Plan Decenal de Modernización de Renfe*. La red electrificada pasó a multiplicarse por 4, de unos 700 km a unos 3.000 km y aparecen los principales ejes.

2ª Con el segundo *Plan de Electrificación (1974-1977)*, como reacción a la crisis energética del petróleo, que duplica la red eléctrica, pasando de 3.000 a 6.000 kilómetros.

3ª Y por último, con el tercer impulso, con el desarrollo de la Alta Velocidad (desde 1992 hasta nuestros días) que ya todas las líneas nuevas son electrificadas con corriente alterna, pasando de 6.000 km a unos 9.700 km en la actualidad.

En la siguiente tabla se indica el número de kilómetros de red electrificada de ADIF según el tipo de subred:

- A: Uso principal de tráfico de Alta Velocidad.
- B1: Viajeros inter-ciudades de Velocidad entre 160 Km/h y 220km/h, fuera de cercanías y líneas tipo A.
- B2: Resto Viajeros inter-ciudades.
- C1: Núcleos de cercanías con densidad de circulación  $\geq 80$  circulaciones/día
- C2: Núcleos de cercanías con densidad de circulación  $< 80$  circulaciones/día
- D: Uso principal mercancías.

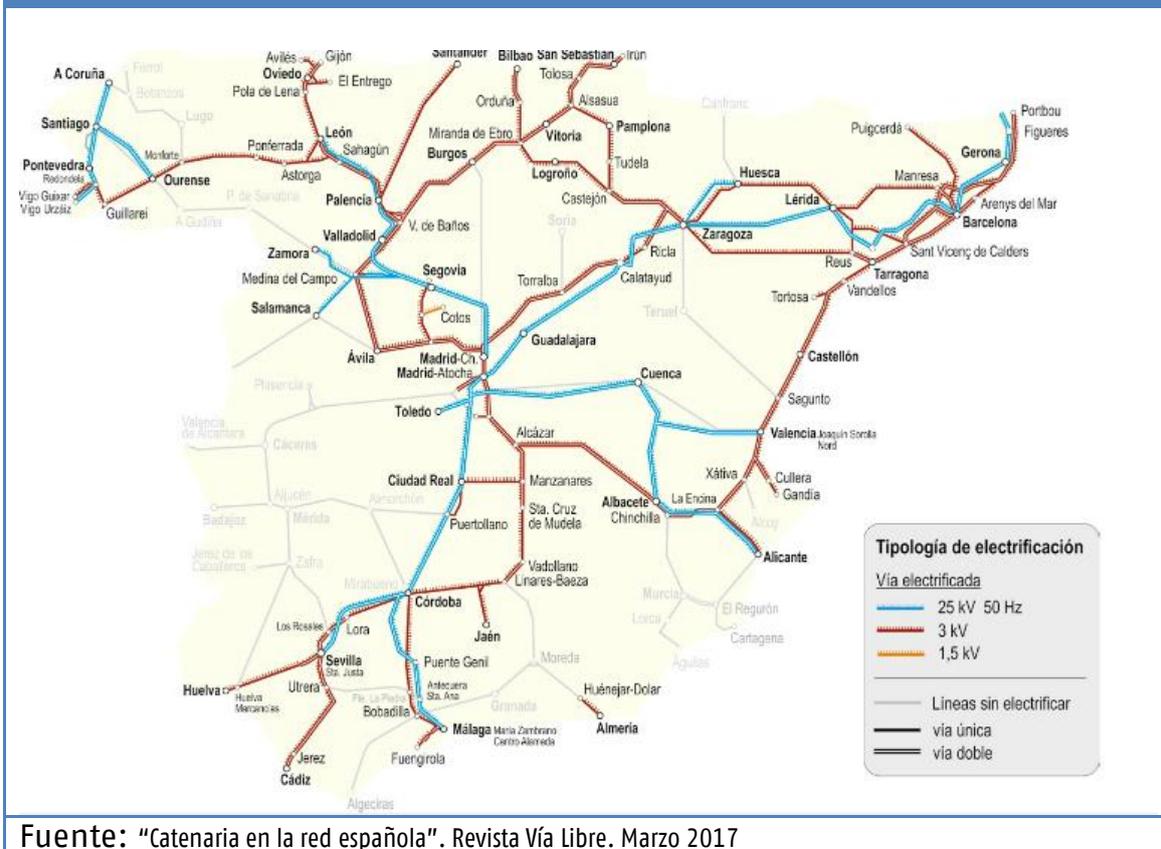
**Tabla 1: Kilómetros de líneas electrificadas en cada tipo de línea.**

		Viajeros			Cercanías		Mercancías	Resto	
		V $\geq$ 220	220 > V $\geq$ 160	160 > V	$\geq 80$ circ/día	$< 80$ circ/día			
		A	B1	B2	C1	C2	D	E	
KM DE LÍNEAS ELECTRIFICADAS	Única	3.937,9	45,4	291,9	1.532,2	250,9	479,9	1.050,5	287,0
	Única/Doble	190,6	80,4	-	61,4	-	48,8	-	-
	Doble	5.589,1	2.254,1	317,6	1.363,7	837,1	478,6	336,1	2,0
		9.717,7	2.379,9	609,5	2.957,4	1.088,0	1.007,3	1.386,6	289,0
KM DE LÍNEAS NO ELECTRIFICADAS	Única	5.644,0	-	236,3	1.480,3	-	613,3	431,8	2.882,4
	Única/Doble	5,9	-	-	5,9	-	-	-	-
	Doble	17,6	-	-	-	-	15,9	1,7	-
		5.667,5	-	236,3	1.486,2	-	629,1	433,5	2.882,4

**FUENTE:** Elaboración propia a partir de datos en CIRTRA año 2015

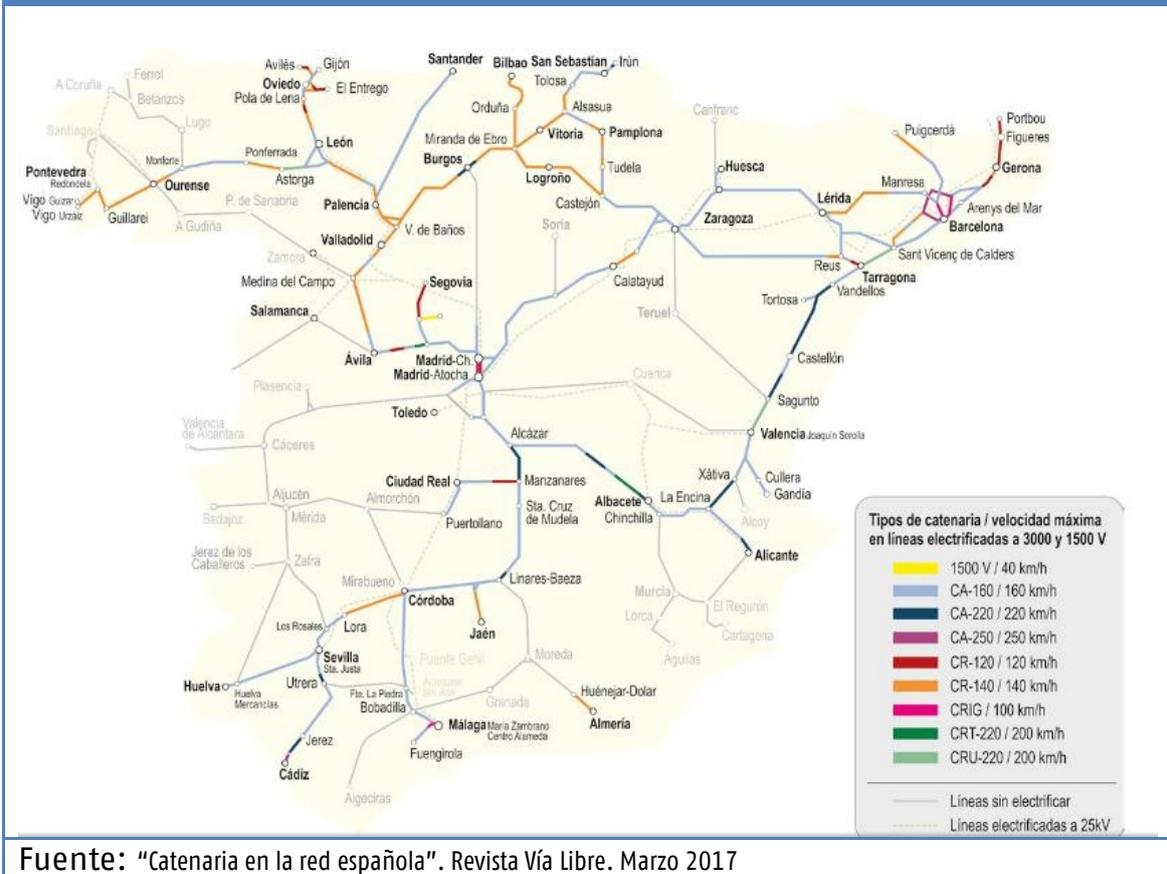
Si bien en un primer criterio todas las líneas de alta velocidad eran las que se estaban electrificando con la tensión estándar interoperable 25 kV ca 50 Hz, otras líneas han convencionales han ido equipándose con este tipo de tensión, siendo necesario en este caso contemplar el inventario de líneas y su nivel de tensión a la vez que será preciso evaluar el nivel de tensión al que se electrificarán las nuevas líneas.

## Ilustración 2: Tipos de tensión de electrificación en la REFG



Así mismo, si bien la red de catenaria de Alta Velocidad su tipología técnica es la misma, con distintos fabricantes, a la interoperable, la catenaria de corriente continua, tanto a 3.000 V como la de 1.500 V, han tenido un desarrollo tecnológico en el tiempo adaptándolas a los requisitos técnicos de las velocidades máximas de cada uno de los tramos que las equipaban. Se muestra en la siguiente ilustración la tipología de catenaria de cada tramo de la red electrificada en corriente continua:

### Ilustración 3: Tipos de catenaria en las líneas electrificadas a 3000 y 1500 V cc



Fuente: "Catenaria en la red española". Revista Vía Libre. Marzo 2017

## **6. OPORTUNIDADES PARA UN NUEVO PLAN DE ELECTRIFICACIÓN**

Como se ha podido comprobar con los datos anteriores los grandes ritmos de electrificación han coincidido con la redacción de Planes de electrificación y con situaciones de modernización e impulso al ferrocarril.

En nuestros días se presenta una nueva oportunidad para impulsar la electrificación en el ferrocarril, apoyada en la necesidad de descarbonizar el transporte, como fuente principal de las emisiones de efecto invernadero.

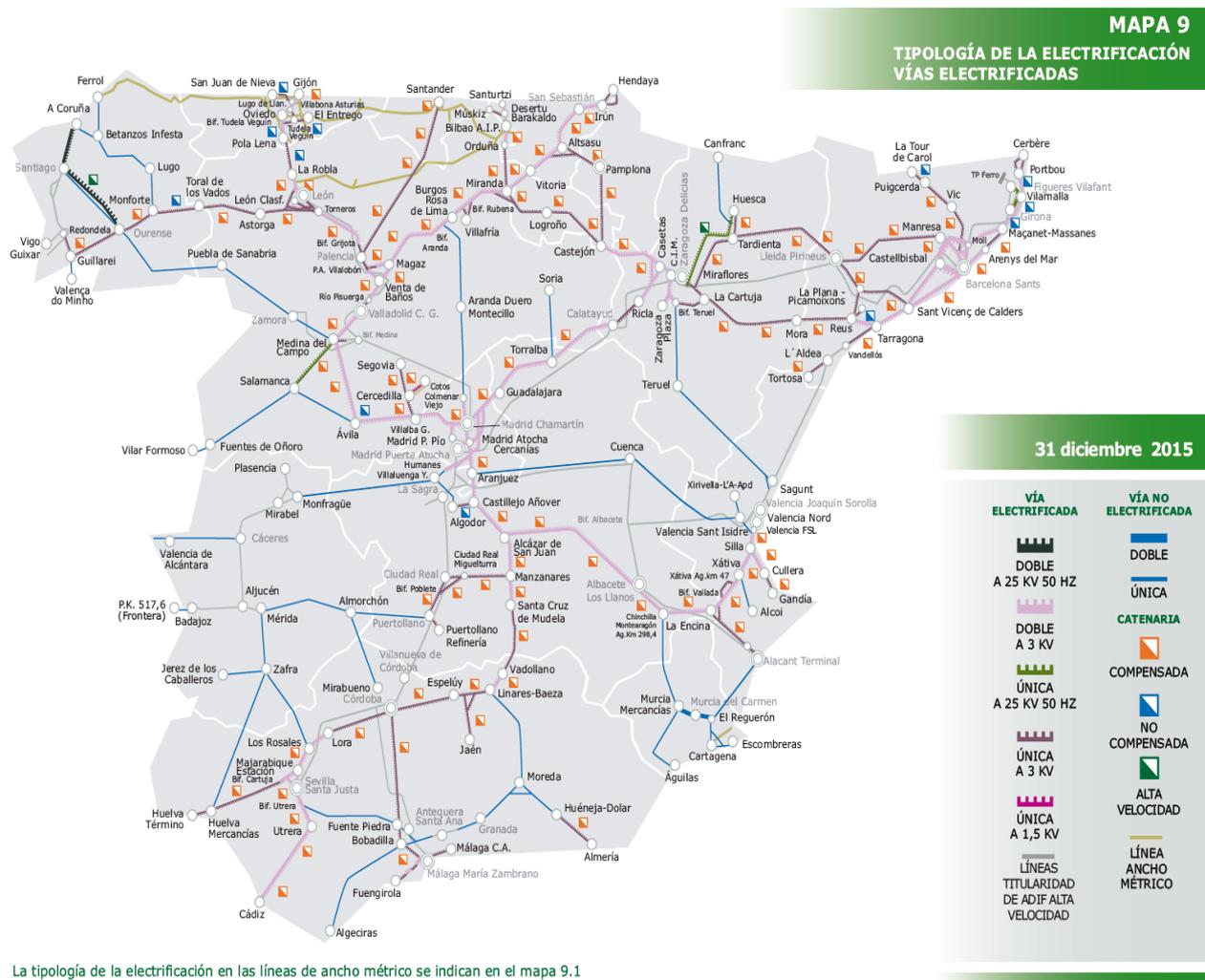
El impulso de la movilidad eléctrica que se está realizando en el transporte por carretera (fundamentalmente en turismos) puede ser apoyado por la electrificación de las rutas ferroviarias que aún utilizan, en una cuantía importante, tracción diesel y que al ser electrificada puede favorecer, con la mejoría en la eficiencia económica de los corredores, al trasvase modal del transporte de mercancías de la carretera al ferrocarril.

También es necesario profundizar en las nuevas posibilidades del cambio de criterio de electrificación al decidir qué nivel de tensión se aplica, así como abordar un plan para la Red de ancho métrico, la electrificación de vías en terminales logísticas, playas de vías, culatones y vías de apartado.

Se presenta en este plan de electrificación las líneas ferroviarias más importantes a priorizar su electrificación basado en un análisis multi-criterio relacionado con el tráfico que realizan, la potencialidad de trasvase modal, la mejoría en los tiempos de viaje, la unión entre tramos ya electrificados, etc...

## 7. ANÁLISIS ACTUAL DEL TRÁFICO EN LAS LÍNEAS ELECTRIFICADAS Y EN LA NO ELECTRIFICADAS

Para concretar el papel de la electrificación en el sistema ferroviario actual se han analizado los datos del CIRTRA (ADIF, 2005-2010-2015), en su mayoría, así como de años anteriores. Y el mapa actual de electrificación publicado en la declaración e red 2015:



La tipología de la electrificación en las líneas de ancho métrico se indican en el mapa 9.1

**MAPA 9.1**  
**TIPOLOGÍA DE LA ELECTRIFICACIÓN - VÍAS ELECTRIFICADAS DE LAS LÍNEAS DE ANCHO MÉTRICO**



31 DICIEMBRE 2015



Seguidamente identificamos el tráfico semanal de número de circulaciones promedio en cada una de las agrupaciones por subredes antes identificadas:

**Tabla 2: Tráfico semanal de número de circulaciones promedio por tipo de red**

		Viajeros				Cercanías		Mercancías	Resto
		V ≥ 220	220 > V ≥ 160	160 > V	≥ 80 circ/día	< 80 circ/día			
		A	B1	B2	C1	C2	D		
CIRCULACIONES SEMANALES EN LÍNEAS ELECTRIFICADAS	Única	57.375	1.120	3.600	15.004	6.555	19.583	10.596	917
	Única/Doble	5.512	1.818	-	1.101	-	2.593	-	-
	Doble	284.547	38.933	5.936	23.668	164.520	43.872	7.605	13
		<b>347.434</b>	<b>41.871</b>	<b>9.536</b>	<b>39.773</b>	<b>171.075</b>	<b>66.048</b>	<b>18.201</b>	<b>930</b>
CIRCULACIONES SEMANALES EN LÍNEAS NO ELECTRIFICADAS	Única	17.679	-	761	5.872	-	6.804	876	3.366
	Única/Doble	96	-	-	96	-	-	-	-
	Doble	820	-	-	-	-	800	20	-
			<b>18.595</b>	<b>-</b>	<b>761</b>	<b>5.968</b>	<b>-</b>	<b>7.604</b>	<b>896</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de CIRTRA 2015

Cuadro resumen del tráfico semanal en líneas no electrificadas según subred:

ORDEN	SUBRED	Km LÍNEA NO ELECTRIFICADA	TOTAL CIRC/SEM	NÚM. TRAMOS	PROMEDIO DE CIRC/SEM POR TRAMO
1	C2	629,10	7.604	44	173
2	B2	1.486,20	5.968	72	83
3	B1	263,30	761	10	76
4	E	2.882,40	3.366	103	33
5	D	433,50	896	64	14

Del análisis de los datos de las líneas electrificadas y de la circulación sobre las mismas se pueden sacar, al menos, las siguientes conclusiones:

1. La mayoría de líneas no electrificadas lo son de vía única y, en general presentan equipamientos limitados (sin CTC, con baja capacidad,..), dificultando la decisión sobre su electrificación. Una electrificación unida a otras mejoras en la línea puede suponer un potencial incremento en el rendimiento económico de nuevos tráficos.
2. La catenaria instalada en la actualidad en las líneas electrificadas está compensada en un 95 % de km de línea, lo cual implica que dichas catenarias presentan razonables niveles de calidad y fiabilidad. Este dato es indicativo del esfuerzo inversor aplicado en las últimas décadas en la modernización de catenarias de km de líneas electrificadas que en su momento fueron construidas con estándares que hoy consideramos obsoletos. Por otra parte, las actuales catenarias requieren de menores costes de mantenimiento, lo cual facilita su viabilidad.
3. El argumento de que en las últimas décadas se ha promovido la electrificación de aquellas líneas con mayor densidad de tráfico se ve apoyado por la constatación de que las líneas con tráficos de viajeros de alta velocidad (subred A) y los de cercanías en líneas con alta densidad de circulaciones (subred C1), están electrificadas prácticamente en el 100% de su longitud, precisamente aquellas líneas que encauzan lo que podríamos calificar como las áreas de negocio ferroviario más dinámicas.
4. Del análisis de los tráficos que discurren por líneas no electrificadas clasificadas según tipología (única o doble) y subred de adscripción (B1, B2, C2, D y E), se deduce que una inversión para electrificar líneas de la subred C2 sería, con diferencia, la que tendría mayor posibilidad de retorno, al tener un promedio de circulaciones semanales doble (173) que la siguiente agrupación B2 y B1 (con 83, y 76, respectivamente).

5. Otro importante dato se refiere a que el promedio de circulaciones semanales más bajo por líneas no electrificadas, según tipología de red, se refiere al de la subred D, cuyo uso principal se dedica a mercancías. En concreto se han computado un promedio de 14 circulaciones semanales por tramo. De esta situación puede deducirse la influencia en el incremento del tráfico de mercancías que puede tener en la decisión de electrificar una línea ferroviaria con el impulso de la administración europea a los corredores de mercancías interestatales.
6. Un examen más atento de los datos CIRTRA 2015 de las líneas D no electrificadas nos permite dividirlos en tres grupos. 1) 7 tramos con tráficos de mercancías, pero también de larga y media distancia, con un promedio de velocidad máxima superior a 100 km/h y, en su mayoría, equipada con bloqueo, CTC, Asfa y Tren Tierra, y con un promedio de 51 circulaciones semanales; 2) 19 tramos con tráfico solo de mercancías, con promedio de velocidad máxima de 60 km/h, con un equipamiento proporcional al tráfico soportado y un promedio de circulaciones semanales de 28; 3) por último, 38 tramos a los que no se computa ningún tráfico estable, están mal equipadas y velocidad máxima promedio de 30 km/h. El grupo 3 se refiere a enlaces, derivaciones particulares y enlaces a puertos, todo ellos con un tráfico casi inexistente.
7. En cuanto a las líneas E no electrificadas, también podemos distinguir tres grupos. 1) 18 tramos con tráfico mayoritario de viajeros de larga distancia, promedio de velocidad máxima de 130 km/h, bien equipadas y un promedio de 65 circulaciones semanales; 2) 52 tramos con circulaciones en su mayoría de media distancia, velocidad máxima promedio de 95 km/h y, en general, con equipamiento limitado y un promedio de 41 circulaciones semanales; 3) 33 tramos con un escaso tráfico de mercancías, promedio de velocidad máxima de 75 km/h, líneas en general mal equipadas y un tráfico, como en el caso anterior, casi nulo.
8. De los dos puntos anteriores se deduce que las líneas D y E no electrificadas por las que no transitan tráficos de viajeros (grupo 2 y 3 de subred D no electrificada y grupo 3 de la subred E no electrificada) presentan equipamientos deficientes y por ellas discurren tráficos muy bajos, en algunos casos inexistentes, por lo que no parece que deban ser identificadas como objetivos prioritarios a la hora de decidir su electrificación.
9. Las directrices políticas nacionales acerca del desarrollo de las nuevas electrificaciones están en gran medida determinadas por las políticas de la administración europea en pos de establecer un espacio ferroviario único europeo. En este sentido, se indica que las nuevas electrificaciones deberán asegurar su compatibilidad con el esquema

de electrificación considerado como interoperable, 25 kV ca, salvo excepciones justificadas de forma suficiente ante la autoridad nacional ferroviaria (Ministerio de Fomento, 2011).

Con los análisis realizados podemos definir las características tipo de una línea con una mayor posibilidad de ser electrificada:

- Por supuesto, lo más probable es que se trate de una nueva línea de alta velocidad o la ampliación de un núcleo de cercanías.
- La electrificación de una línea no electrificada, en general vía única con equipamiento discreto y tráfico limitado de mercancías o viajeros, probablemente esté seleccionada por criterios sociopolíticos y se financie, en todo o en parte, por la administración europea, con participación del resto de administraciones.
- Será también una línea que una tramos importantes ya electrificados.
- Que pertenezca a un eje transeuropeo que le permita una garantía de crecimiento en el tráfico y un soporte en su cofinanciación.
- Que pertenezca a la red de transporte de mercancías establecida en el reglamento 913/2010 del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de Septiembre de 2010 sobre una red ferroviaria europea para un transporte de mercancías competitivo.
- La tecnología de la catenaria instalada será interoperable o de fácil conversión a la interoperabilidad.
- Se podrá equipar de forma permanente o temporal con subestaciones tipo móviles ya fabricadas y que están disponibles en ADIF.
- En determinados casos que se consideren situaciones provisionales, se podrán equipar con nuevos sistemas de catenaria que permitan una fácil instalación/desinstalación y traslado a otra línea para tramos en el que se considere que puede viable su electrificación pero temporal por verse afectada por una planificación posterior que aún es incierta y se puede prolongar un largo período.
- En las Terminales de Mercancías y determinados apartaderos se podrán electrificar vías o partes de ellas que permitan y faciliten la tracción eléctrica de origen a destino y que no penalice que en la última milla se deba contar con una tracción diesel. Un estudio pormenorizado de cada Terminal se realizará para determinar el alcance de esta actuación de electrificación en Terminales y apartaderos de mercancías.
- El hecho de la integración de la red ferroviaria de ancho métrico en ADIF permitirá abordar un estudio de sinergias de electrificación en la red de ancho métrico utilizando las subestaciones ya construidas y en servicio de la red convencional. Ello permitiría poner en tensión tramos a 1,5 kV cc de subestaciones ya en servicio con la consiguiente

ampliación de la misma pero optimizando las acometidas necesarias. También un estudio que contemple la evolución del tráfico a futuro en esta red permitirá valorar por si mismo las líneas a electrificar según tráfico y sinergias con la red convencional. Cabe destacar la oportunidad de electrificar entre Carranza y Bilbao así como pequeños tramos que han quedado sin electrificar por ejemplo Entre Avilés y Gijón.

## 8. ANÁLISIS MULTICRITERIO DE LAS LÍNEAS NO ELECTRIFICADAS

La metodología seleccionada para evaluar de forma objetiva la priorización de una electrificación dentro del 30 % de líneas no electrificadas será la de evaluar con multicriterio ponderado.

A continuación vamos a identificar las líneas de ancho ibérico no electrificadas. Cada una de ellas presenta atributos ferroviarios objetivos propios de cada línea que serán ponderados en cada caso en función de la aplicación de los argumentos para electrificar una línea ferroviaria que se fijaron en apartados anteriores. Incluiremos en el listado la línea Medina del Campo a Salamanca de más reciente electrificación (2015) como elemento de contraste.

Los atributos del multicriterio, junto con su ponderación, se muestran en la tabla siguiente:

Número de parámetro	Aspecto considerado	Valor cualitativo de ponderación asignado	Valor cuantitativo de ponderación asignado
1	Tipo de Red	MEDIO	8
2	Pertenencia a un núcleo de cercanías	MEDIO	12
3	Pertenencia a un corredor europeo de mercancías	MEDIO	8
4	Tráfico medio diario	ALTO	14
5	Porcentaje de saturación	MEDIO	12
6	Tendencia en la evolución del tráfico (2005-2010-2015)	BAJO	6
7	Kilómetros de línea	BAJO	2
8	Porcentaje de rampa	BAJO	2
9	Equipamiento de sistemas de bloqueo	ALTO	16
10	Equipamiento de sistemas de seguridad	ALTO	16
11	Proximidad a otras líneas electrificadas	BAJO	4
Suma de valores de ponderación			100

La suma de puntuaciones recogida en cada parámetro ya ponderada presenta un valor final sobre un total de 100 puntos. Este resultado final, resultante de la suma de todos los valores ponderados, es convertido a una escala de 0 a 10. En dicha valoración, para cada línea considerada el 0 representa la ausencia de argumentos para electrificar y el 10 el máximo de argumentos para electrificar.

## Tipo de Red

Cód Línea	Denominación actual	Tipo Red	8
			RED
102	Aranda D - Burgos	E	0
120	Salamanca - Fuentes de O	B2	5,2
120	Medina C - Salamanca	B2	5,2
122	Ávila - Salamanca	B2	5,2
202	Torralba - Soria	E	0
204	Huesca - Canfranc	E	0
310	Valencia - Utiel	C2	2,4
310	Utiel - Cuenca	E	0
310	Cuenca - Aranjuez	E	0
320	El Reguerón - Cartagena	C2	2,4
320	Chinchilla - Murcia	E	0
322	Murcia - Águilas	C2	2,4
336	Alicante - Murcia	C2	2,4
342	Jativa- Alcoy	E	0
410	Linares - Moreda	B2	5,2
410	Moreda - HuenejaDólar	B2	5,2
416	Moreda - Granada	B2	5,2
420	Bobadilla - Algeciras	B2	5,2
422	Utrera - La Roda	B2	5,2
426	Granada - Bobadilla	B2	5,2
500	Cáceres - Valencia de A	E	0
500	Cáceres - Monfragüe	B2	5,2
500	Monfragüe - Villaluenga Y	B2	5,2
504	Algodor - Villaluenga Y	E	0
510	Aljucén - Cáceres	B2	5,2
512	Zafra - Huelva	E	0
514	Zafra - Jerez Caballeros	E	0
516	Zafra - Cazalla	E	0
516	Cazalla - Los Rosales	C2	2,4
516	Zafra - Mérida	E	0
520	Mérida - Almorchón	E	0
520	Almorchón - Puertollano	E	0
520	Mérida - Aljucén	B1	6,8
520	Aljucén - Badajoz	B1	6,8
528	Almorchón - Mirabueno	D	1,2
530	Monfragüe - Plasencia	B2	5,2
610	(Sagunto) - Caudiel	C2	2,4
610	Caudiel - Teruel	E	0
610	Teruel - Zaragoza	B1	6,8
800	Monforte - Lugo	B2	5,2
800	Lugo - Betanzos	B2	5,2
800	Betanzos Coruña	B2	5,2
804	Betanzos - Ferrol	B2	5,2
820	Medina C - Zamora	E	0
822	Zamora - P Sanabria	E	0
822	P Sanabria - Orense	E	0
824	Redondela - Pontevedra	B2	5,2
824	Pontevedra - Santiago	B2	5,2

La Ley 38/2015 del sector ferroviario clasifica las líneas de la Red Ferroviaria de Interés General en función de las características técnicas, necesidades de mantenimiento, tipos de servicio que soportan y la intensidad de estos. El CIRTRA recoge esta clasificación en sus redes, utilizada en especial por las áreas de Mantenimiento de la Infraestructura para realizar análisis y aplicaciones selectivas de los recursos e inversiones. También se utiliza para el cálculo de cánones ferroviarios. Los tipos de línea o subred son:

.. **A:** Uso principal alta velocidad

.. **B1:** Viajeros interciudades de  $V > 160$  Km/h. fuera de cercanías y de líneas A.

.. **B2:** Resto Viajeros interciudades.

.. **C1:** Núcleos de cercanías con densidad de circulación  $\geq 80$  circulaciones/día

.. **C2:** Núcleos de cercanías con densidad de circulación  $< 80$  circulaciones/día

.. **D:** Uso principal mercancías.

.. **E:** Resto.

Por tanto, este criterio está relacionado con la orientación política de las inversiones, la cobertura económica y el coste del ciclo de vida. Se le ha asignado un peso de ponderación intermedio (8%) con la siguiente puntuación sobre el valor de ponderación (VP): A=VP; B1=0,85VP; B2=0,65VP; C1=0,45VP; C2=0,30VP; D=0,15VP y E=0.

## Núcleo de Cercanías

Cód Línea	Denominación actual	Cercanías	12
			CERC
102	Aranda D - Burgos		0
120	Salamanca - Fuentes de O		0
120	Medina C - Salamanca		0
122	Ávila - Salamanca		0
202	Torralba - Soria		0
204	Huesca - Canfranc		0
310	Valencia - Utiel	VALENCIA	12
310	Utiel - Cuenca		0
310	Cuenca - Aranjuez		0
320	El Reguerón - Cartagena		0
320	Chinchilla - Murcia		0
322	Murcia - Águilas	MURCIA	12
336	Alicante - Murcia	MURCIA	12
342	Jativa- Alcoy		0
410	Linares - Moreda		0
410	Moreda - HuenejaDólar		0
416	Moreda - Granada		0
420	Bobadilla - Algeciras		0
422	Utrera - La Roda		0
426	Granada - Bobadilla		0
500	Cáceres - Valencia de A		0
500	Cáceres - Monfragüe		0
500	Monfragüe - Villaluenga Y		0
504	Algodor - Villaluenga Y		0
510	Aljucén - Cáceres		0
512	Zafra - Huelva		0
514	Zafra - Jerez Caballeros		0
516	Zafra - Cazalla		0
516	Cazalla - Los Rosales	SEVILLA	12
516	Zafra - Mérida		0
520	Mérida - Almorchón		0
520	Almorchón - Puertollano		0
520	Mérida - Aljucén		0
520	Aljucén - Badajoz		0
528	Almorchón - Mirabueno		0
530	Monfragüe - Plasencia		0
610	(Sagunto) - Caudiel	VALENCIA	12
610	Caudiel - Teruel		0
610	Teruel - Zaragoza		0
800	Monforte - Lugo		0
800	Lugo - Betanzos		0
800	Betanzos Coruña		0
804	Betanzos - Ferrol		0
820	Medina C - Zamora		0
822	Zamora - P Sanabria		0
822	P Sanabria - Orense		0
824	Redondela - Pontevedra		0
824	Pontevedra - Santiago		0

En CIRTRA 2015 Tomo I se identifican aquellas líneas que se integran en cierto núcleo de Cercanías. En nuestro caso se identifican líneas de los núcleos de Valencia, Murcia y Sevilla.

Como particularidad señalar que la línea 320 en el tramo El Reguerón Cartagena está calificada como C2, es decir, que pertenece a un núcleo de Cercanías con menos de 80 circulaciones diarias, sin embargo, no se califica en CIRTRA como perteneciente al núcleo de Cercanías de Murcia.

Este criterio de pertenencia a un grupo de Cercanías tiene que ver con la intermodalidad y la mejora calidad del servicio en Cercanías y Media Distancia y la orientación de las inversiones.

Se la ha asignado un peso de ponderación alto (12%), puntuando el total del valor de ponderación si la pertenencia al núcleo de Cercanías es efectiva o con un cero en caso contrario.

## Corredor de Mercancías

Cód Línea	Denominación actual	Mercancías	8
			MERC
102	Aranda D - Burgos		0
120	Salamanca - Fuentes de O	ATLÁNTICO	8
120	Medina C - Salamanca	ATLÁNTICO	8
122	Ávila - Salamanca		0
202	Torralba - Soria		0
204	Huesca - Canfranc		0
310	Valencia - Utiel		0
310	Utiel - Cuenca		0
310	Cuenca - Aranjuez		0
320	El Reguerón - Cartagena	MEDITERR	8
320	Chinchilla - Murcia		0
322	Murcia - Águilas		0
336	Alicante - Murcia	MEDITERR	8
342	Jativa- Alcoy		0
410	Linares - Moreda		0
410	Moreda - HuenejaDólar	MEDITERR	8
416	Moreda - Granada		0
420	Bobadilla - Algeciras	MED/ATL	8
422	Utrera - La Roda		0
426	Granada - Bobadilla		0
500	Cáceres - Valencia de A		0
500	Cáceres - Monfragüe		0
500	Monfragüe - Villaluenga Y		0
504	Algodor - Villaluenga Y		0
510	Aljucén - Cáceres		0
512	Zafra - Huelva		0
514	Zafra - Jerez Caballeros		0
516	Zafra - Cazalla		0
516	Cazalla - Los Rosales		0
516	Zafra - Mérida		0
520	Mérida - Almorchón	ATLÁNTICO	8
520	Almorchón - Puertollano	ATLÁNTICO	8
520	Mérida - Aljucén	ATLÁNTICO	8
520	Aljucén - Badajoz	ATLÁNTICO	8
528	Almorchón - Mirabueno		0
530	Monfragüe - Plasencia		0
610	(Sagunto) - Caudiel		0
610	Caudiel - Teruel		0
610	Teruel - Zaragoza		0
800	Monforte - Lugo		0
800	Lugo - Betanzos		0
800	Betanzos Coruña		0
804	Betanzos - Ferrol		0
820	Medina C - Zamora		0
822	Zamora - P Sanabria		0
822	P Sanabria - Orense		0
824	Redondela - Pontevedra		0
824	Pontevedra - Santiago		0

Una de las consecuencias de la creación del espacio ferroviario único europeo es el establecimiento de corredores de mercancías interestatales.

Dos de estos corredores, el Atlántico y el Mediterráneo, se han trazado parcialmente sobre la RFIG y más en concreto sobre alguna de las líneas estudiadas en nuestros análisis.

Este dato procede de (ADIF. Declaración sobre la Red, 2016), el (Unión Europea, 2013) y de la web(ADIF, Adif.es/empresas y servicios/corredores europeos, 2016).

Este criterio, por tanto, indica la influencia de las planificaciones interestatales y, por ello, el posible acceso a fuentes de financiación pública y el desarrollo de la intermodalidad en el ámbito de las mercancías.

Dado el limitado papel que representa el tráfico de mercancías en nuestra red, a este criterio se le asigna un valor intermedio (8%), puntuando el valor total de la ponderación en caso de pertenencia a uno o más corredores o un cero en caso contrario.

## Tráfico diario

Cód Línea	Denominación actual	Tráfico diario	14
			Tráfico
102	Aranda D - Burgos	17	4,33
120	Salamanca - Fuentes de O	13	3,31
120	Medina C - Salamanca	13	3,31
122	Ávila - Salamanca	18	4,58
202	Torralba - Soria	4	1,02
204	Huesca - Canfranc	4	1,02
310	Valencia - Utiel	12	3,05
310	Utiel - Cuenca	12	3,05
310	Cuenca - Aranjuez	12	3,05
320	El Reguerón - Cartagena	19	4,84
320	Chinchilla - Murcia	19	4,84
322	Murcia - Águilas	20	5,09
336	Alicante - Murcia	55	14,00
342	Jativa- Alcoy	8	2,04
410	Linares - Moreda	9	2,29
410	Moreda - HuenejaDólar	9	2,29
416	Moreda - Granada	10	2,55
420	Bobadilla - Algeciras	13	3,31
422	Utrera - La Roda	20	5,09
426	Granada - Bobadilla	14	3,56
500	Cáceres - Valencia de A	28	7,13
500	Cáceres - Monfragüe	10	2,55
500	Monfragüe - Villaluenga Y	28	7,13
504	Algodor - Villaluenga Y	0,3	0,08
510	Aljucén - Cáceres	12	3,05
512	Zafra - Huelva	5	1,27
514	Zafra - Jerez Caballeros	0,5	0,13
516	Zafra - Cazalla	7	1,78
516	Cazalla - Los Rosales	7	1,78
516	Zafra - Mérida	7	1,78
520	Mérida - Almorchón	9	2,29
520	Almorchón - Puertollano	9	2,29
520	Mérida - Aljucén	16	4,07
520	Aljucén - Badajoz	16	4,07
528	Almorchón - Mirabueno	2	0,51
530	Monfragüe - Plasencia	16	4,07
610	(Sagunto) - Caudiel	9	2,29
610	Caudiel - Teruel	9	2,29
610	Teruel - Zaragoza	9	2,29
800	Monforte - Lugo	19	4,84
800	Lugo - Betanzos	19	4,84
800	Betanzos Coruña	19	4,84
804	Betanzos - Ferrol	14	3,56
820	Medina C - Zamora	10	2,55
822	Zamora - P Sanabria	18	4,58
822	P Sanabria - Orense	18	4,58
824	Redondela - Pontevedra	43	10,95
824	Pontevedra - Santiago	43	10,95

Los datos de tráfico de cada línea se han obtenido del Anexo N de la Declaración de la Red de 2016.

No obstante debemos anotar que el dato de capacidad de las líneas 504, 514 y 528 se han anotado en base a los datos del CIRTRA, por no aparecer en la Declaración de la Red de 2016, de ahí que queden destacados en rojo.

El criterio de tráfico diario está asociado con la densidad del tráfico, el coste del ciclo de vida, la cobertura económica y la sostenibilidad ambiental.

En nuestro análisis se ha asignado a este criterio un valor de ponderación alto (14%). Se asigna la máxima puntuación, esto es, el valor de ponderación (VP) al máximo valor de la tabla y el resto de valores se distribuyen por interpolación lineal.

## Saturación

Cód Línea	Denominación actual	Capacidad diaria	Tráfico diario	% Saturación	12
					SAT
102	Aranda D - Burgos	63	17	27%	3,24
120	Salamanca - Fuentes de O	42	13	31%	3,71
120	Medina C - Salamanca	42	13	31%	3,71
122	Ávila - Salamanca	35	18	51%	6,17
202	Torralba - Soria	16	4	25%	3,00
204	Huesca - Canfranc	12	4	33%	4,00
310	Valencia - Utiel	28	12	43%	5,14
310	Utiel - Cuenca	28	12	43%	5,14
310	Cuenca - Aranjuez	28	12	43%	5,14
320	El Reguerón - Cartagena	57	19	33%	4,00
320	Chinchilla - Murcia	57	19	33%	4,00
322	Murcia - Águilas	27	20	74%	8,89
336	Alicante - Murcia	78	55	71%	8,46
342	Jativa- Alcoy	12	8	67%	8,00
410	Linares - Moreda	73	9	12%	1,48
410	Moreda - HuenejaDólar	73	9	12%	1,48
416	Moreda - Granada	84	10	12%	1,43
420	Bobadilla - Algeciras	29	13	45%	5,38
422	Utrera - La Roda	43	20	47%	5,58
426	Granada - Bobadilla	36	14	39%	4,67
500	Cáceres - Valencia de A	58	28	48%	5,79
500	Cáceres - Monfragüe	23	10	43%	5,22
500	Monfragüe - Villaluenga Y	58	28	48%	5,79
504	Algodor - Villaluenga Y	10	0,3	3%	0,36
510	Aljucén - Cáceres	20	12	60%	7,20
512	Zafra - Huelva	10	5	50%	6,00
514	Zafra - Jerez Caballeros	10	0,5	5%	0,60
516	Zafra - Cazalla	23	7	30%	3,65
516	Cazalla - Los Rosales	23	7	30%	3,65
516	Zafra - Mérida	23	7	30%	3,65
520	Mérida - Almorchón	17	9	53%	6,35
520	Almorchón - Puertollano	17	9	53%	6,35
520	Mérida - Aljucén	107	16	15%	1,79
520	Aljucén - Badajoz	107	16	15%	1,79
528	Almorchón - Mirabueno	10	2	20%	2,40
530	Monfragüe - Plasencia	56	16	29%	3,43
610	(Sagunto) - Caudiel	25	9	36%	4,32
610	Caudiel - Teruel	25	9	36%	4,32
610	Teruel - Zaragoza	25	9	36%	4,32
800	Monforte - Lugo	46	19	41%	4,96
800	Lugo - Betanzos	46	19	41%	4,96
800	Betanzos Coruña	46	19	41%	4,96
804	Betanzos - Ferrol	32	14	44%	5,25
820	Medina C - Zamora	48	10	21%	2,50
822	Zamora - P Sanabria	69	18	26%	3,13
822	P Sanabria - Orense	69	18	26%	3,13
824	Redondela - Pontevedra	244	43	18%	2,11
824	Pontevedra - Santiago	244	43	18%	2,11

Los datos de saturación de la capacidad de línea se han obtenido del Anexo N de la (ADIF. Declaración sobre la Red, 2016), con la excepción de los señalados en rojo que proceden del CIRTRA 2015 Tomo II (tráfico diario) y de una estimación (capacidad diaria). La capacidad diaria representa la capacidad media diaria disponible en ambos sentidos para un día estándar y referido a todos los tipos de tráfico.

El porcentaje de saturación se define como la relación entre el tráfico diario y la capacidad de la línea.

Este parámetro se relaciona con la densidad del tráfico, la rentabilidad económica y el coste del ciclo de vida.

Se asigna a este criterio un valor de ponderación alto (12%), puntuando el valor máximo de (VP) con una saturación del 100% y el resto de valores se distribuye por interpolación lineal.

## Resumen análisis multicriterio-ponderado

Cód Línea	Denominación actual	Tipo Red	Cercanías	Mercancías	Capacidad diaria	Tráfico diario	% Saturación	Tend del tráfico semanal (2020 est)				Tendencia tráf.	Km línea	Rampa			Bloqueo	Sist Segur	Prox L/E	8		12		8		14		12		6		2		2		16		16		4		100	
								2005	2010	2015	2020			IMP	PAR	Suma				RED	CERC	MERC	Tráfico	SAT	EV-TRF	Km	Rampa	BLOQ	SEG	L/E PRÓX	TOTAL												
102	Aranda D - Burgos	E			63	17	27%	12	3	1	-6	-1,1	96	12	18	30	BT	ASFA	SÍ	0	0	0	4,33	3,24	4,6	1,0	1,1	0	8	4	2,63												
120	Salamanca - Fuentes de O	B2		ATLÁNTICO	42	13	31%	64	59	53	48	-1,1	125	18	17	35	BLAU-CTC	TT-ASFA	SÍ	5,2	0	8	3,31	3,71	4,6	0,8	1,3	16	16	4	6,28												
120	Medina C - Salamanca	B2		ATLÁNTICO	42	13	31%	137	131	131	127	-0,6	77	10	11	21	BLAU-CTC	TT-ASFA	SÍ	5,2	0	8	3,31	3,71	4,8	1,2	0,8	16	16	4	6,30												
122	Ávila - Salamanca	B2			35	18	51%	102	121	121	134	1,9	111	17	17	34	BLAU-CTC	ASFA	SÍ	5,2	0	0	4,58	6,17	5,6	0,9	1,2	16	8	4	5,17												
202	Torralba - Soria	E			16	4	25%	32	30	30	29	-0,2	94	17	16	33	BT	ASFA	SÍ	0	0	0	1,02	3,00	4,9	1,1	1,2	0	4	4	1,92												
204	Huesca - Canfranc	E			12	4	33%	53	46	36	28	-1,7	138	18	23	41	BT	NO	SÍ	0	0	0	1,02	4,00	4,4	0,6	1,5	0	0	4	1,55												
310	Valencia - Utiel	C2	VALENCIA		28	12	43%	235	190	92	29	-14,3	89	22	20	42	BAU-CTC	TT-ASFA	SÍ	2,4	12	0	3,05	5,14	0,0	1,1	1,5	16	16	4	6,12												
310	Utiel - Cuenca	E			28	12	43%	55	56	42	38	-1,3	199	22	20	42	BT	NO		0	0	0	3,05	5,14	4,5	0,0	1,5	0	0	0	1,42												
310	Cuenca - Aranjuez	E			28	12	43%	66	66	42	34	-2,4	152	17	18	35	BT	NO	SÍ	0	0	0	3,05	5,14	4,1	0,5	1,3	0	0	4	1,81												
320	El Reguerón - Cartagena	C2		MEDITERR	57	19	33%	138	130	120	111	-1,8	55	14	15	29	BAU-CTC	TT-ASFA		2,4	0	8	4,84	4,00	4,3	1,5	1,0	16	16	0	5,81												
320	Chinchilla - Murcia	E			57	19	33%	116	110	78	63	-3,8	157	13	9	22	BLAU-CTC	TT-ASFA	SÍ	0	0	0	4,84	4,00	3,6	0,4	0,8	16	16	4	4,97												
322	Murcia - Águilas	C2	MURCIA		27	20	74%	130	130	52	26	-7,8	112	17	22	39	BT	TT-ASFA		2,4	12	0	5,09	8,89	2,3	0,9	1,4	0	8	0	4,09												
336	Alicante - Murcia	C2	MURCIA	MEDITERR	78	55	71%	300	297	230	206	-7,0	84	20	27	47	BAU-CTC	TT-ASFA	SÍ	2,4	12	8	14,00	8,46	2,5	1,2	1,7	16	16	4	8,62												
342	Jativa - Alcoy	E			12	8	67%	53	52	53	53	0,0	64	23	21	44	BT	NO	SÍ	0	0	0	2,04	8,00	5,0	1,4	1,6	0	0	4	2,19												
410	Linares - Moreda	B2			73	9	12%	112	81	41	7	-7,1	117	23	23	46	BAU-CTC	TT-ASFA	SÍ	5,2	0	0	2,29	1,48	2,5	0,8	1,6	16	16	4	5,00												
410	Moreda - HuenejaDólar	B2		MEDITERR	73	9	12%	102	101	87	82	-1,5	45	22	22	44	BAU-CTC	TT-ASFA		5,2	0	8	2,29	1,48	4,4	1,6	1,6	16	16	0	5,65												
416	Moreda - Granada	B2			84	10	12%	132	97	67	34	-6,5	57	23	22	45	BAU-CTC	TT-ASFA		5,2	0	0	2,55	1,43	2,7	1,4	1,6	16	16	0	4,69												
420	Bobadilla - Algeciras	B2		MED/ATL	29	13	45%	113	73	88	66	-2,5	176	23	24	47	BAU-CTC + BT	TT-ASFA	SÍ	5,2	0	8	3,31	5,38	4,1	0,3	1,7	16	8	4	5,59												
422	Utrera - La Roda	B2			43	20	47%	105	128	135	153	3,0	111	18	22	40	BT	ASFA	SÍ	5,2	0	0	5,09	5,58	6,0	0,9	1,4	0	8	4	3,62												
426	Granada - Bobadilla	B2			36	14	39%	107	126	33	15	-7,4	100	27	27	54	BT	TT-ASFA	SÍ	5,2	0	0	3,56	4,67	2,4	1,0	1,9	0	8	4	3,08												
500	Cáceres - Valencia de A	E			58	28	48%	28	19	11	2	-1,7	88	23	23	46	BT	ASFA		0	0	0	7,13	5,79	4,4	1,1	1,6	0	8	0	2,81												
500	Cáceres - Monfragüe	B2			23	10	43%	111	88	63	39	-4,8	80	23	23	46	BT	ASFA		5,2	0	0	2,55	5,22	3,3	1,2	1,6	0	8	0	2,71												
500	Monfragüe - Villaluenga Y	B2			58	28	48%	121	103	78	58	-4,3	202	20	22	42	BT	ASFA		5,2	0	0	7,13	5,79	3,5	0,0	1,5	0	8	0	3,11												
504	Algodor - Villaluenga Y	E			10	0,3	3%	5	0	0	-3	-0,5	17	19	20	39	BT	NO	SÍ	0	0	0	0,08	0,36	4,8	1,8	1,4	0	0	4	1,24												
510	Aljucén - Cáceres	B2			20	12	60%	87	82	78	73	-0,9	66	10	17	27	BT	NO		5,2	0	0	3,05	7,20	4,6	1,3	1,0	0	0	0	2,24												
512	Zafra - Huelva	E			10	5	50%	25	21	20	17	-0,5	181	23	23	46	BT	NO	SÍ	0	0	0	1,27	6,00	4,8	0,2	1,6	0	0	4	1,79												
514	Zafra - Jerez Caballeros	E			10	0,5	5%	0	1	3	4	0,3	47	17	17	34	BT	NO		0	0	0	0,13	0,60	5,1	1,5	1,2	0	0	0	0,85												
516	Zafra - Cazalla	E			23	7	30%	23	26	23	24	0,0	139	28	20	48	BT	NO		0	0	0	1,78	3,65	5,0	0,6	1,7	0	0	0	1,27												
516	Cazalla - Los Rosales	C2	SEVILLA		23	7	30%	69	59	45	34	-2,4	49	28	20	48	BT	NO	SÍ	2,4	12	0	1,78	3,65	4,1	1,5	1,7	0	0	4	3,12												
516	Zafra - Mérida	E			23	7	30%	51	49	50	49	-0,1	65	16	18	34	BLAU-CTC	TT-ASFA		0	0	0	1,78	3,65	4,9	1,4	1,2	16	16	0	4,49												
520	Mérida - Almorchón	E		ATLÁNTICO	17	9	53%	65	60	58	54	-0,7	121	16	15	31	BT	TT-ASFA		0	0	8	2,29	6,35	4,7	0,8	1,1	0	16	0	3,93												
520	Almorchón - Puertollano	E		ATLÁNTICO	17	9	53%	53	49	48	45	-0,5	118	16	17	33	BT	TT-ASFA	SÍ	0	0	8	2,29	6,35	4,8	0,8	1,2	0	8	4	3,54												
520	Mérida - Aljucén	B1		ATLÁNTICO	107	16	15%	196	181	181	171	-1,5	6	9	1	10	BAU-CTC	TT-ASFA		6,8	0	8	4,07	1,79	4,4	1,9	0,4	16	16	0	5,94												
520	Aljucén - Badajoz	B1		ATLÁNTICO	107	16	15%	93	87	91	88	-0,2	53	7	10	17	BAU-CTC	TT-ASFA		6,8	0	8	4,07	1,79	4,9	1,5	0,6	16	16	0	5,96												
528	Almorchón - Mirabueno	D			10	2	20%	7	0	14	14	0,7	130	34	22	56	BT	NO		1,2	0	0	0,51	2,40	5,2	0,7	2,0	0	0	0	1,20												
530	Monfragüe - Plasencia	B2			56	16	29%	77	85	82	86	0,5	13	17	15	32	BLAU-CTC	ASFA		5,2	0	0	4,07	3,43	5,1	1,9	1,1	16	8	0	4,48												
610	(Sagunto) - Caudiel	C2	VALENCIA		25	9	36%	93	102	108	116	1,5	138	24	24	48	BAU-CTC	TT-ASFA	SÍ	2,4	12	0	2,29	4,32	5,5	0,6	1,7	16	16	4	6,48												
610	Caudiel - Teruel	E			25	9	36%	63	64	53	50	-1,0	86	24	24	48	BLAU-CTC	TT-ASFA		0	0	0	2,29	4,32	4,6	1,1	1,7	16	16	0	4,61												
610	Teruel - Zaragoza	B1			25	9	36%	52	64	60	67	0,8	177	20	19	39	BLAU + BLAU-CTC	TT-ASFA	SÍ	6,8	0	0	2,29	4,32	5,2	0,2	1,4	16	16	4	5,63												
800	Monforte - Lugo	B2			46	19	41%	107	96	91	82	-1,6	71	23	23	46	BLAU-CTC	TT-ASFA	SÍ	5,2	0	0	4,84	4,96	4,4	1,3	1,6	16	16	4	5,83												
800	Lugo - Betanzos	B2			46	19	41%	103	98	85	77	-1,8	92	15	20	35	BLAU-CTC	TT-ASFA		5,2	0	0	4,84	4,96	4,3	1,1	1,3	16	16	0	5,37												
800	Betanzos Coruña	B2			46	19	41%	133	141	118	116	-1,5	26	13	17	30	BLAU-CTC	TT-ASFA		5,2	0	0	4,84	4,96	4,4	1,7	1,1	16	16	0	5,42												
804	Betanzos - Ferrol	B2			32	14	44%	66	87	84	97	1,8	43	23	23	46	BLAU-CTC	TT-ASFA		5,2	0	0	3,56	5,25	5,6	1,6	1,6	16	16	0	5,48												
820	Medina C - Zamora	E			48	10	21%	55	44	69	70	1,4	90	7	10	17	BLAU-CTC	ASFA	SÍ	0	0	0	2,55	2,50	5,4	1,1	0,6	16	8	4	4,02												
822	Zamora - P Sanabria	E			69	18	26%	47	44	69	75	2,2	107	7	13	20	BLAU-CTC	ASFA		0	0	0	4,58	3,13	5,7	0,9	0,7	16	8	0	3,91												
822	P Sanabria - Orense	E			69	18	26%	53	50	59	60	0,6	142	17	17	34	BAU-CTC	ASFA	SÍ	0	0	0	4,58	3,13	5,2	0,6	1,2	16	8	4	4,27												
824	Redondela - Pontevedra	B2			244	43	18%	290	313	222	207	-6,8	10	12	13	25	BAU-CTC	TT-ASFA	SÍ	5,2	0	0	10,95	2,11	2,6	1,9	0,9	16	16	4	5,97												
824	Pontevedra - Santiago	B2			244	43	18%	244	215	220	202	-2,4	54	13	12	25	BAU-CTC	TT-ASFA		5,2	0	0	10,95	2,11	4,1	1,5	0,9	16	16	0	5,67												

## 9. CONCLUSIONES

El análisis multicriterio-ponderado nos ayuda a identificar los tramos con mayor puntuación y por tanto con mayor prioridad de ser electrificados.

Pero se requiere tener una visión más amplia, para estos tramos, incorporando tramos colaterales que aunque pueden presentar menor puntuación, permitirán una explotación coherente sin cambio de tipo de tracción. Es decir, que tenemos que seleccionar líneas que permitan una operación eficiente que maximice el uso de tracción eléctrica en su mayor recorrido.

Sin menoscabo de realizar un mayor análisis, y un contraste más detallado de la valoración económica, se avanza en la siguiente tabla una primera selección de líneas ferroviarias con un elevado potencial de ser seleccionadas para un plan de electrificación, que tendrá en cuenta fundamentalmente que se encuentran en:

- 1º) Redes de cercanías.
- 2º) Líneas de mercancías de los Ejes ferroviarios Transeuropeos: Mediterráneo y Atlántico.
- 3º) Líneas de mercancías con importantes conexiones con ejes ferroportuarios.
- 4º) Líneas ferroviarias de corta longitud que se unen con líneas ya electrificadas.
- 5º) Líneas con importante tráfico de viajeros que permitirían reducir el tiempo de viaje al cambiar a tracción eléctrica.

También es importante contemplar actuaciones menores, pero que representan mejoras sustanciales en la operación ferroviaria y reducción de costes para las empresas ferroviarias y Operadores, en concreto la electrificación de cabeceras en terminales de mercancías.

Hay que considerar también lo expuesto previamente en relación al voltaje a instalar en cada línea y la necesidad de estudios coste – beneficio considerando el parque actual de locomotoras monotensión a 3.000V y su vida útil.

En la tabla se indica los viajeros y toneladas de mercancías transportadas en el año 2016 (dato proporcionado por RENFE como operador más representativo), así como la longitud del tramo, importancia por la que se propone incluir en el plan y una aproximación económica según el cuadro de precios del anejo correspondiente.

Línea Viajeros / Toneladas	km	Importancia	Valoración Económica	Plan
<b>ZARAGOZA- TERUEL-SAGUNTO</b> Viajeros: 177.169 Toneladas: 34.077	313	Corredor Cantábrico- Mediterráneo. Eficiencia en carga con tracción eléctrica. Prevista electrificación en el Plan de Electrificación 1946.	108,5 M€	2018- 2020
<b>BOBADILLA- ALGECIRAS</b> Viajeros: 375.476 Toneladas: 219.978	177	Forma parte del Corredor Mediterráneo. Eficiencia en carga con tracción eléctrica. Prevista en el Plan de Electrificación 1946. Prevista electrificación en el Plan de Electrificación 1946.	61,2 M€	2020- 2022
<b>SALAMANCA- FUENTE DE OÑORO-FRONTERA</b> Viajeros: 66.771 Toneladas: 406.418	125	Forma parte del Corredor Atlántico. Continuidad a la reciente electrificación Medina- Salamanca y unión con Portugal.	41,8 M€	2018- 2020
<b>GUILLAREI-TUI- FRONTERA</b> Viajeros: 7.623 Toneladas: 100.844	5	Conexión de Galicia con Portugal. Tráfico Transfronterizo.	4,7 M€	2020
<b>MONFORTE-LUGO- CORUÑA-FERROL</b> Viajeros: 80.039 Toneladas (principal tráfico Meirama carbón):1.505.829	227	Mejora tiempo de viaje viajeros con tracción eléctrica. Tráfico Regional.	76 M€	2020- 2022
<b>VALENCIA-BUÑOL- UTIEL</b> Viajeros: 572.162 Toneladas: 0	85	Mejora tiempo de viaje viajeros con tracción eléctrica. Tráfico Cercanías.	28,5 M€	2020- 2022
<b>GRANADA- MOREDA-HUENEJA- DÓLAR (+ALMERIA)</b> Viajeros: 68.488 Toneladas: 0	101	Mejora tiempo de viaje viajeros con tracción eléctrica. Tráfico Regional.	35 M€	2020- 2022
<b>EL REGUERON- CARTAGENA</b> Viajeros: 255.469 Toneladas: 212.599	55	Corredor Mediterráneo. Mejora tiempo de viaje viajeros con tracción eléctrica. Tráfico Cercanías	20,2 M€	2020- 2022

Otros tramos a considerar como consecuencia de la electrificación de los nuevos tramos de alta velocidad serían:

- San Isidro–Alicante, red convencional que pasaría a ancho estándar y a estar alimentado a 25 kV ca
- Estación apeadero Montijos, que con el paso de la línea de Alta velocidad podría estar atendida la estación de Montijos con 25 kV ca.
- Almendricos (Pulpi) con Aguilas, que también por la proximidad de la alta velocidad podría pasar a ancho estándar y a estar alimentada a 25 kV ca.

Todas estas líneas serían atendidas en su caso por la construcción de las líneas de alta velocidad y por ello no se han tasado en este plan de electrificación.

En cuanto a la red de Ancho Métrico se estudiará con más detalle la oportunidad de electrificación y su prognosis de tráfico pero se puede considerar que podrían ser objeto de electrificación los tramos Aranguren–Carranza y Sortiello–Veriña (5 km)

**Un plan de electrificación de unos 1.100 km, con un presupuesto de ejecución de unos 400 M€ a realizar en un marco de ejecución de 4 años aproximadamente.**

Tal y como se ha indicado en este plan, habrá que desarrollar estudios específicos que permitan determinar la mejor solución para:

- Determinación del voltaje nominal a instalar en cada línea, dependiendo de la eficiencia esperada, prognosis del transporte en esta línea, conexión con líneas interoperables, etc...
- Se realizará un análisis específico coste–beneficio en aquellas líneas que se pueden electrificar a 25 kV ca (por ejemplo Bobadilla–Algeciras, Zaragoza–Teruel–Sagunto) con especial atención en cada caso por el coste en la infraestructura de electrificación y por el del material motor de los operadores ferroviarios a fin de conocer la envolvente global y tomar una decisión al respecto. Los supuestos que se realizan en los correspondientes anexos de este plan son a título orientativo para hacer un cálculo pero no suponen una decisión al respecto que será tomada una vez se pueda comprobar este estudio global.
- Vías de apartado puntuales que se han quedado sin electrificar en la red y que ahora son necesarias, vías en Terminales de Mercancías para mejorar la posibilidad de tracción eléctrica de origen destino, etc.
- Líneas en la red de ancho métrico aprovechando la integración de esta red en la de ADIF permitiendo con ello la sinergia de utilizar ampliaciones de las subestaciones de la red convencional reduciendo el coste de electrificación y pudiendo ahorrar en la construcción de nuevas líneas de transporte y subestaciones en la red de ancho métrico.

- Líneas de la red convencional que puedan ser conectadas con las líneas de alta velocidad en construcción y que por ello se requiera una electrificación no contemplada.

A continuación se incluye el análisis técnico-económico de cada línea. Para ello se toma en consideración macroprecios de la electrificación, ratios de consumo diesel y eléctrico.

También se incluye la red ferroviaria portuguesa para poder valorar la electrificación en las líneas que nos unen con Portugal.

Por último, como ejemplo de un caso de uso en la línea, se hace un análisis económico de los ahorros operativos por operar con máquinas eléctricas en lugar de diesel y las emisiones efecto invernadero que vienen produciéndose con la tracción diesel y que al electrificar se reducirían considerablemente.

## **ANEJO I.MACROPRECIOS (ELECTRIFICACIÓN LÍNEAS EN RED CONVENCIONAL)**

Se han creado precios macro de la electrificación a partir de los precios que incorporan recientes licitaciones de electrificación para conformar un coste unitario que se pueda tomar de referencia, para la estimación de presupuesto económico de actuación de la electrificación de los ejes propuestos, tanto en el capítulo de catenaria como en el de subestaciones.

**ELECTRIFICACIÓN CC LAC DE VIA ÚNICA (2016) = 150 k€/km**  
**ELECTRIFICACIÓN CC LAC DE VIA DOBLE (2016) = 300 k€/km**  
**INSTALACIÓN DE UNA SUBESTACIÓN CC TIPO RC (2016) = 4 M€**

**ELECTRIFICACIÓN CA LAC VIA DOBLE GENERAL = 250 k€/km**  
**INSTALACIÓN DE UNA SUBESTACIÓN CA TIPO = 6 M€**

RESUMEN (APROXIMACIÓN):

ELECTRIFICACIÓN CC: 0,5 M€ / km

ELECTRIFICACIÓN CA: 0,6 M€ / km

Son datos para vía doble incluyendo el coste de Subestaciones y sistemas asociados a la energía como el Telemando de Energía, calefactores, iluminación túneles, etc...En el caso de ser vía única el coste unitario sería aproximadamente el 60 %.

Estos datos serán actualizados por las áreas de electrificación de ADIF con sus mejores datos.

**ANEJO II. RATIOS Y COEFICIENTES ADOPTADOS PARA EL CÁLCULO DE CONSUMOS DE GAS-OIL Y DE LOS POTENCIALES KWH ASI COMO LAS EMISIONES DE GASES INVERNADERO**

***Tráficos Diesel:***

TIPO CIRCULACIÓN	L DIST	M DIST	CERC	MERC	SERV
CONSUMOS (l/Km)	2	4	2,3	10	6

Las publicaciones especializadas y constructores suelen dar un consumo medio de 4,5 l/Km para locomotora de 2.500 Kw remolcando trenes de hasta 800 tn. por un perfil medio.

***Consumo de los Tráficos en Líneas Electrificadas:***

Convencional Tracción Diesel: 41 kWh/Km.

Convencional Tracción eléctrica para línea a 110 km/h: 15 kWh/Km.

Convencional Tracción eléctrica para línea a 160 km/h: 13 kWh/Km.

**Factores de Emisiones**

Tráficos Diesel:

2,66 Kg CO<sub>2</sub>/kWh

Tráficos en Líneas Electrificadas:

0,17 Kg CO<sub>2</sub>/kWh.

Datos obtenidos de:

A. García Álvarez and M. d. P. Martín Cañizares, "Cuantificación del consumo de energía eléctrica en el ferrocarril español," Monografías ElecRail, Madrid, 2008.

A. García Álvarez and M. d. P. Martín Cañizares, "Consumo de energía y emisiones asociadas al transporte por ferrocarril," Monografías EnerTrans, Madrid, 2008.

Red Eléctrica de España, "El sistema eléctrico español," Madrid, 2015.

A. García Álvarez and M. d. P. Martín Cañizares, "Diseño de los vehículos ferroviarios para la mejora de su eficiencia energética," Monografías ElecRail, Madrid, 2009.

A. García Álvarez, "Comparación medioambiental entre la tracción eléctrica y la tracción diesel en el ferrocarril," Madrid, 2009.

### ANEJO III. CUANTIFICACIÓN ECONÓMICA DE LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO2

Es obvio que los derechos de emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera tienen un valor, sin embargo, se diferencia el valor del mercado del valor sombra del carbono. El valor del mercado viene definido por la oferta y la demanda en cada momento. La oferta está definida por las autoridades europeas, que marcan un ritmo de decrecimiento de las emisiones, de manera que los volúmenes emitidos estén fijados y sigan una tendencia fija decreciente (-1,74% anual). Este mecanismo de reducción de las emisiones (ETS) tiene inconvenientes, por ejemplo, en periodos de recesión económica, en los que la economía no crece, las empresas disminuyen la demanda y los precios caen, como ha ocurrido en los últimos años, de manera que el valor de los derechos de emisión es muy reducido y no se corresponde con el valor real.

El concepto de valor (o precio) sombra del carbono, se establece considerando que las emisiones suponen una externalidad negativa para la sociedad, debido a sus actuales y potenciales consecuencias. Esta externalidad debería ser entendida como un coste adicional en los procesos productivos y, por tanto, como una disminución de los márgenes de beneficios de bienes y servicios.

Aunque monetizar algo intangible supone siempre un reto, se han elaborado tasaciones que marcan la evolución del precio a lo largo de los años, como la que se concluye en el "Handbook on Estimation of External Cost in Transport Sector"

<b>Coste de la tonelada equivalente de CO<sub>2</sub> recomendado (€)</b>			
	<b>Coste a la baja</b>	<b>Coste medio</b>	<b>Coste a la alta</b>
2010	7	25	45
2020	17	40	70
2030	22	55	100
2040	22	70	135
2050	20	85	180

*Costes de la tonelada equivalente de CO2 recomendado*

Información obtenida en la publicación C. S. D. S. H. v. E. B. B. R. S. A. S. C. D. B. P. M. Maibach, Handbook on estimation of external cost in the transport sector, Delf, 2007.

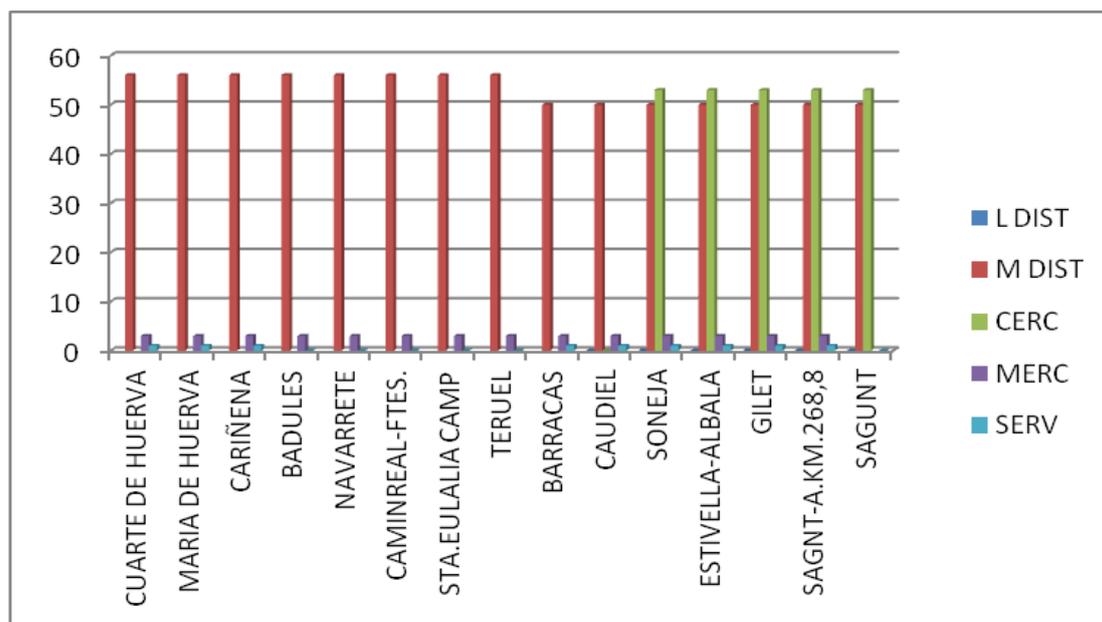
ANEJO IV.VIAJEROS POR TRAMOS Y TIPO DE SERVICIOS (AÑO 2016)

	TOTAL AÑO	TOTAL SEMANAL
<b>TRAMO ZARAGOZA-TERUEL-SAGUNTO</b>		
Media Distancia	124.200	2.388
Cercanías	52.969	1.018
<b>TOTAL</b>	<b>177.169</b>	<b>3.406</b>
<b>TRAMO BOBADILLA-ALGECIRAS</b>		
Larga Distancia	200.522	3.856
Media Distancia	174.954	3.364
<b>TOTAL</b>	<b>375.476</b>	<b>7.220</b>
<b>TRAMO SALAMANCA-FUENTES DE OÑORO</b>		
Larga Distancia	66.771	1.284
<b>TRAMO GUILLAREY-FRONTERA PORTUGUESA</b>		
Media Distancia	7.623	146
<b>TRAMO VALENCIA-BUÑOL</b>		
Cercanías	572.162	11.003
<b>TRAMO GRANADA-MOREDA-HUÉNEJA-DOLAR</b>		
Larga Distancia	13.541	260
Media Distancia	54.947	1.056
<b>TOTAL</b>	<b>68.488</b>	<b>1.316</b>
<b>TRAMO EL REGUERÓN-CARTAGENA</b>		
Larga Distancia	100.109	1.925
Media Distancia	125.540	2.414
<b>TOTAL</b>	<b>225.649</b>	<b>4.339</b>

## ANEJO V.CAPACIDAD, TRAFICOS Y PRESUPUESTO DE LAS LINEAS A ELECTRIFICAR.

### TRAMO ZARAGOZA-TERUEL-SAGUNTO: Línea 610

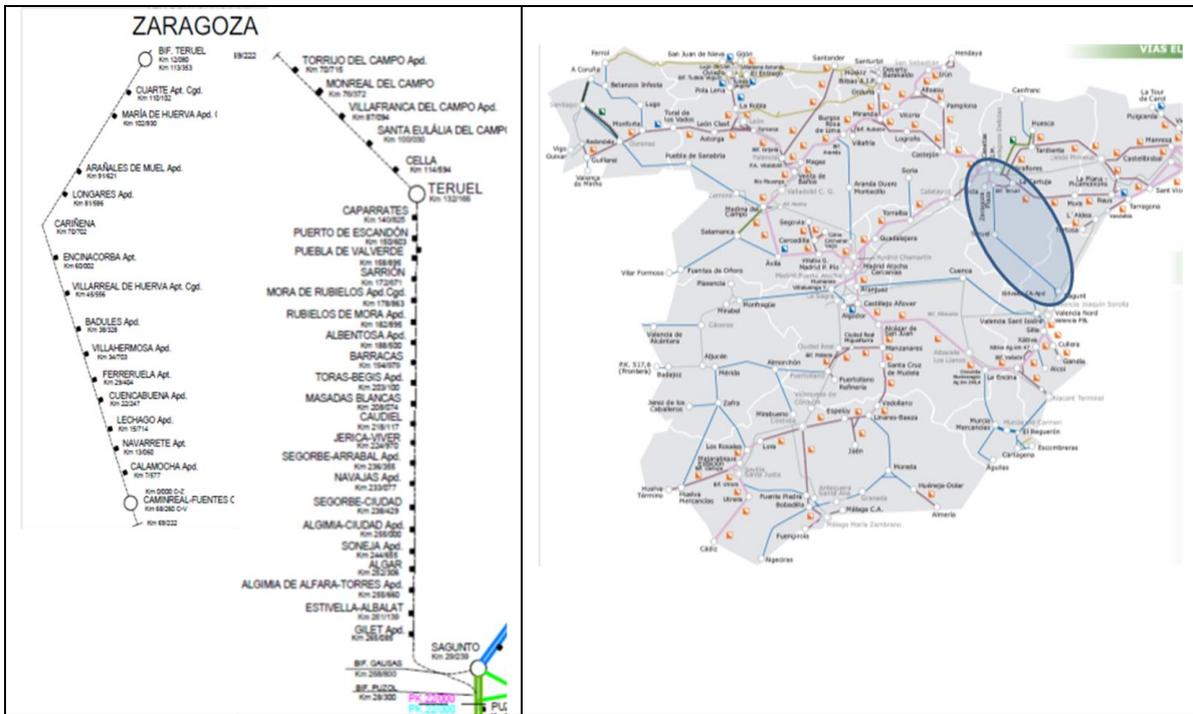
#### Tipología de Tráficos-Circulaciones



#### Datos de tráficos/semana en la línea (2015)

ORD	INICIO DE TRAMO	FINAL DE TRAMO	L DIST	M DIST	CERC	MERC	SERV
10	BIF. TERUEL	CUARTE DE HUERVA		56		3	1
20	CUARTE DE HUERVA	MARIA DE HUERVA		56		3	1
30	MARIA DE HUERVA	CARIÑENA		56		3	1
40	CARIÑENA	BADULES		56		3	0
50	BADULES	NAVARRETE		56		3	0
60	NAVARRETE	CAMINREAL-FTES.		56		3	0
70	CAMINREAL-FTES.	STA.EULALIA CAMP		56		3	0
80	STA.EULALIA CAMP	TERUEL		56		3	0
90	TERUEL	BARRACAS		50		3	1
100	BARRACAS	CAUDIEL		50		3	1
110	CAUDIEL	SONEJA		50	53	3	1
120	SONEJA	ESTIVELLA-ALBALA		50	53	3	1
130	ESTIVELLA-ALBALA	GILET		50	53	3	1
140	GILET	SAGNT-A.KM.268,8		50	53	3	1
150	SAGNT-A.KM.268,8	SAGUNTO		50	53		0

L DIST= Tráficos de Larga Distancia; M DIST= Tráficos de Media Distancia, CERC= Tráficos de Cercanías; MERC= Tráficos de Mercancías; SERV= otros Servicios.



TRAMO	LONGI TUD (Km)	VIAS	TRAFICO ACTUAL	TIPO CATENARI A (propuesta)	Presupuesto nueva LAC (M€)	Presupuesto nuevas Subestaciones (€)	Toneladas CO2 recuperadas
Bifurcación Teruel-Caminreal- Teruel- Bifurcación Gausas-Sagunto	313,9	UNICA	60 hasta Caudiel 107 hasta Valencia	CA-160 / CR-140 CC	46,5 M€	6 SSEE 42 M€	

**TIPO DE TENSIÓN:** A considerar el nivel de tensión según el estudio coste-beneficio. En cualquier caso considerar la conveniencia de electrificar a 3 kV cc desde Sagunto hasta Caudiel ya que circulan trenes regionales de viajeros que difícilmente tendrán bitensión (3 kVcc, 25 kV ca).

**BENEFICIOS A CORTO PLAZO:**

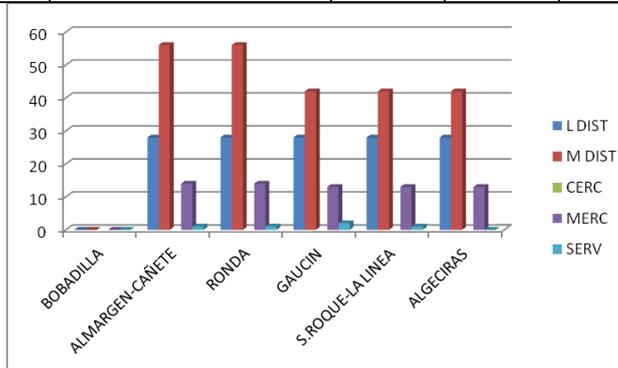
- ECONÓMICOS:** El coste kwh con respecto al coste litro-gasoil es de un 40 % ahorros.
- OPERATIVOS:** La tracción eléctrica puede remolcar el 50 % más de carga para una misma pendiente, favoreciendo la rentabilidad del tráfico de mercancías. Los trenes de Viajeros pueden reducir tiempo de viaje aprovechando tramos de hasta 200 km/h. Reduce el tráfico de mercancías por el corredor mediterráneo.
- MEDIOAMBIENTALES:** Reducción emisiones CO2.

## TRAMO BOBADILLA – ALGECIRAS: Línea 420

Datos de tráfico/semana en la línea (2015)

### Tipología de Tráficos-Circulaciones

INICIO DE TRAMO	FINAL DE TRAMO	L DIST	M DIST	CERC	MERC	SERV
BIF. MARAVILLAS	BOBADILLA	0	0		0	0
BOBADILLA	ALMARGEN-CAÑETE	28	56		14	1
ALMARGEN-CAÑETE	RONDA	28	56		14	1
RONDA	GAUCIN	28	42		13	2
GAUCIN	S.ROQUE-LA LINEA	28	42		13	1
S.ROQUE-LA LINEA	ALGECIRAS	28	42		13	0



TRAMO	LONGITUD (Km)	VIAS	TRAFICO ACTUAL	TIPO CATENARIA (propuesta)	Presupuesto nueva LAC (€)	Presupuesto nuevas Subestaciones (€)	Toneladas CO2 recuperadas
Bobadilla - Algeciras	176,4	UNICA	99 hasta Ronda ----- 83 hasta Algeciras	CA-160 / CR-140	26.2 M€	9 subestaciones 35 M€	

TIPO DE TENSIÓN: A considerar el nivel de tensión según el estudio coste-beneficio a realizar con los operadores.

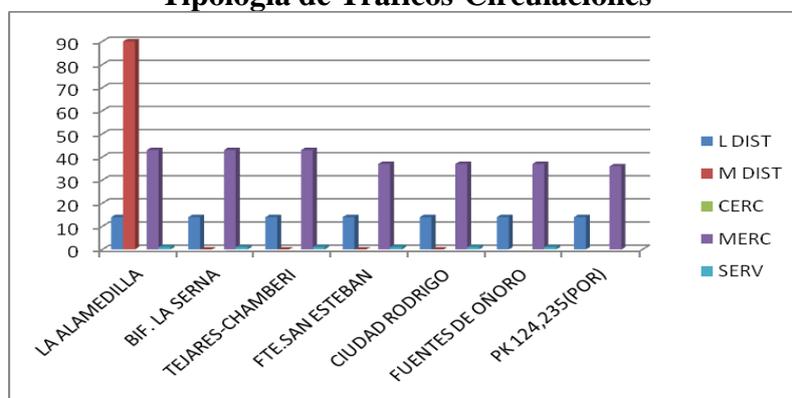
## TRAMO SALAMANCA – FUENTES DE OÑORO-FRONTERA PORTUGAL:

### Línea 120

Datos de tráfico/semana en la línea (2015)

ORD	INICIO DE TRAMO	FINAL DE TRAMO	L DIST	M DIST	CERC	MERC	SERV
40	SALAMANCA	LA ALAMEDILLA	14	90		43	1
50	LA ALAMEDILLA	BIF. LA SERNA	14	0		43	1
60	BIF. LA SERNA	TEJARES-CHAMBERI	14	0		43	1
70	TEJARES-CHAMBERI	FTE.SAN ESTEBAN	14	0		37	1
80	FTE.SAN ESTEBAN	CIUDAD RODRIGO	14	0		37	1
90	CIUDAD RODRIGO	FUENTES DE OÑORO	14			37	1
95	FUENTES DE OÑORO	PK 124,235(POR)	14			36	

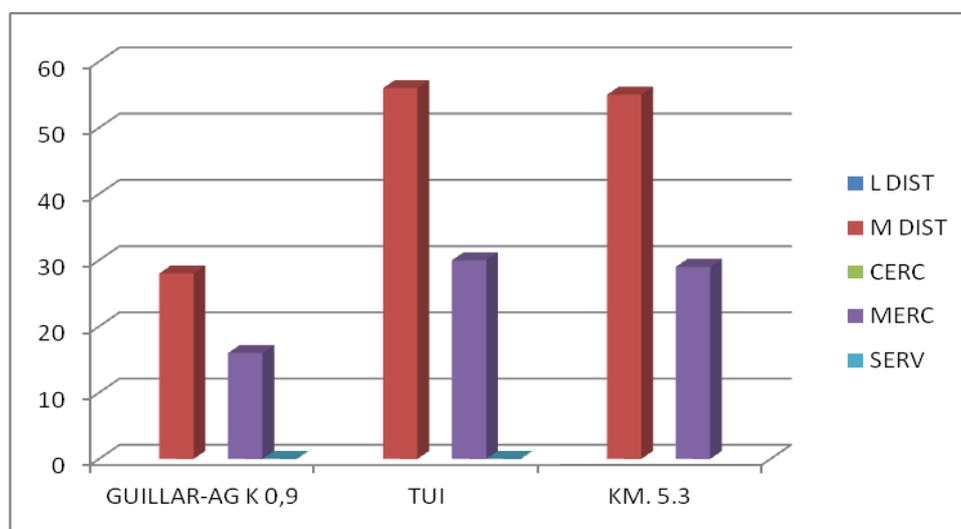
### Tipología de Tráficos-Circulaciones



TIPO DE TENSIÓN: A priori su electrificación debe ser a 25 kV ca por ser parte del Corredor Atlántico, estar conectando con Portugal y el tramo Salamanca-Medina también está a 25 kV ca

TRAMO	LONGITUD (Km)	VIAS	TRAFICO ACTUAL (Nº TRENES/SEMANA)	TIPO CATENARIA (propuesta)	Presupuesto nueva LAC (€)	Presupuesto nuevas Subestaciones (€)	Toneladas CO2 recuperadas
Salamanca – Fuentes-Oñoro-Frontera Portugal	124,242	UNICA	58 hasta Tejares ----- 50 hasta Frontera Portuguesa	CA-160 ALTERNA	18.5 M€	2 subestaciones (25 KV) 16 M€	

## TRAMO GUILLAREI-TUI-FRONTERA PORTUGUESA: Línea 814.



**Datos de tráfico/semana en la línea (2015)**

ORD	INICIO DE TRAMO	FINAL DE TRAMO	L DIST	M DIST	CERC	MERC	SERV
10	GUILLAREI	GUILLAR-AG K 0,9		28		16	0
20	GUILLAR-AG K 0,9	TUI		56		30	0
25	TUI	KM. 5.3		55		29	



**TIPO DE TENSIÓN:** Realizar análisis de tipo de electrificación a 25 kV ca por ser frontera con Portugal pero también tener 3 kV cc en lado RFIG.

TRAMO	LONGIT UD (Km)	VIAS	TRAFICO ACTUAL	TIPO CATENARIA (propuesta)	Presupuesto nueva LAC (€)	Presupuesto nuevas Subestaciones (€)	Toneladas CO2 recuperadas
Guillarei-Tui-Frontera Portuguesa	5,3	UNICA	86	CR-140	0,8 M€	0	

NOTA: Desde el Ministerio de Fomento existe el compromiso de abordar la obra en cuanto Portugal acometa su parte.

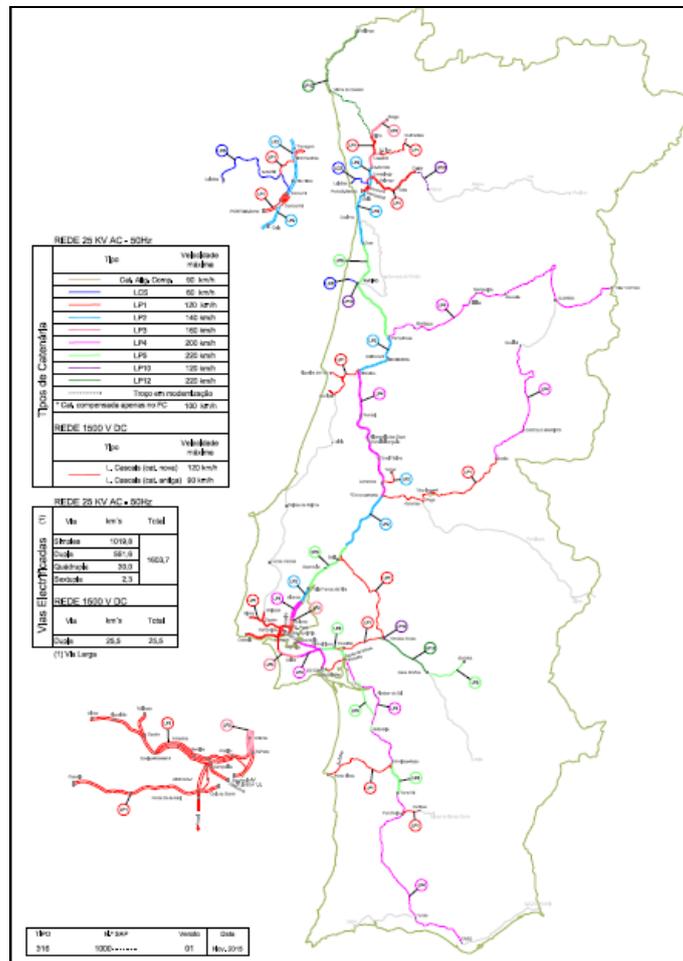


Ilustración 2: Líneas electrificadas en la red ferroviaria de Portugal. Fuente: IP

Como se puede comprobar la situación de las tres fronteras con Portugal son:

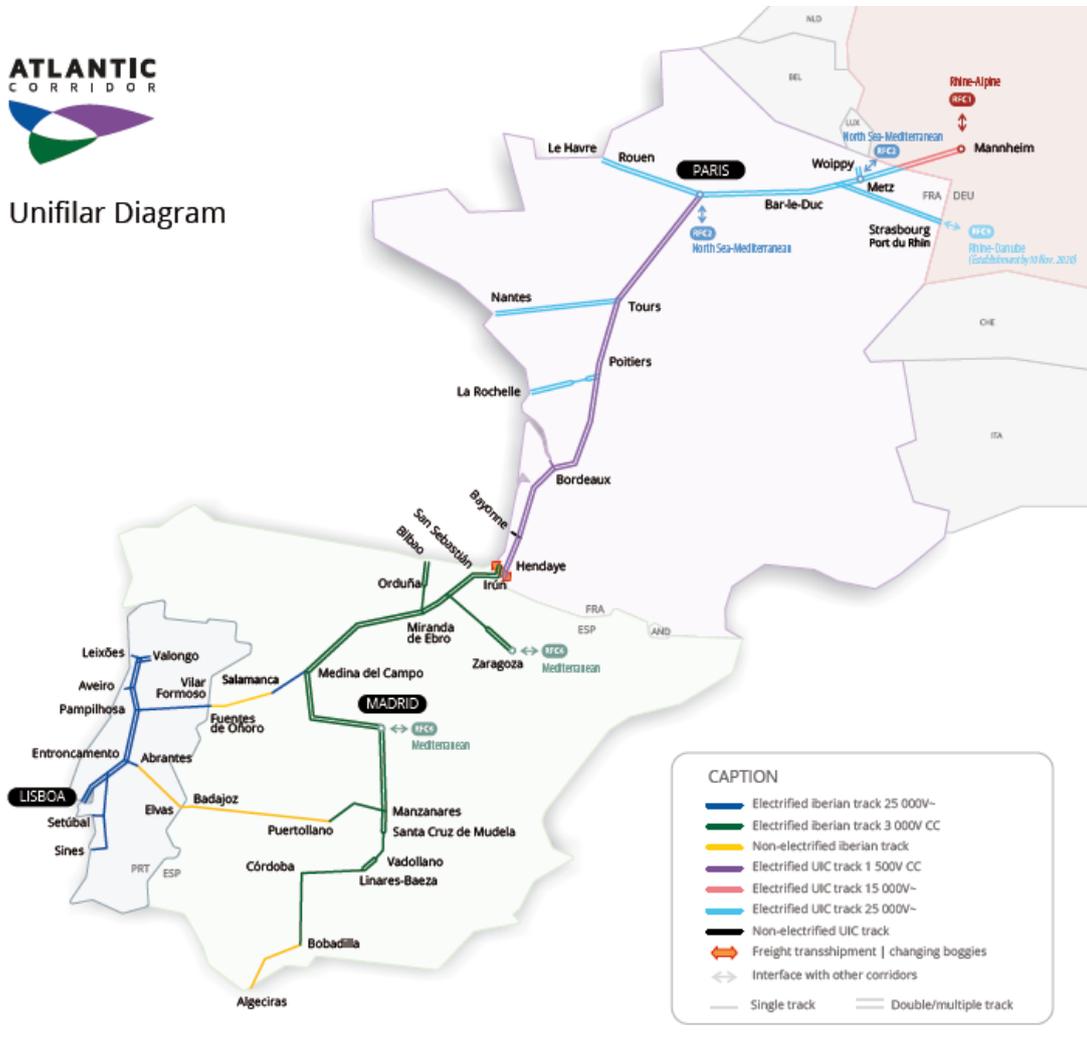
1. Tui: Están electrificando la Línea del Minho hasta Valenca y su unión a Tui en 25 kV 50 Hz
2. Fuente de Oñoro: Electrificado a 25 kV ca desde los años 90.
3. Valencia de Alcántara: No han desarrollado hasta ahora electrificación.

La interoperabilidad entre las dos redes, española y portuguesa, puede estar comprometida por el gálibo permitido para el pantógrafo en una y otra red. Se deberá tener en cuenta esta problemática y prescribir una solución técnica relacionada con el descentramiento del hilo de contacto que permita a los distintos pantógrafos permitidos en las dos redes circular sin restricciones.

## CORREDOR ATLANTICO



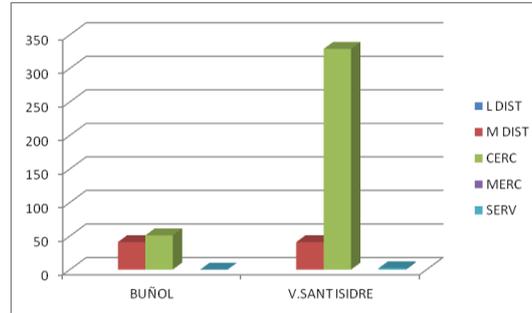
Unifilar Diagram



Se puede observar cómo las únicas líneas que aún no están electrificadas de este corredor (COLOR AMARILLO) son las que están en la península ibérica y fundamentalmente en nuestro país. Con especial atención al tramo Salamanca–Fuentes de Oñoro.

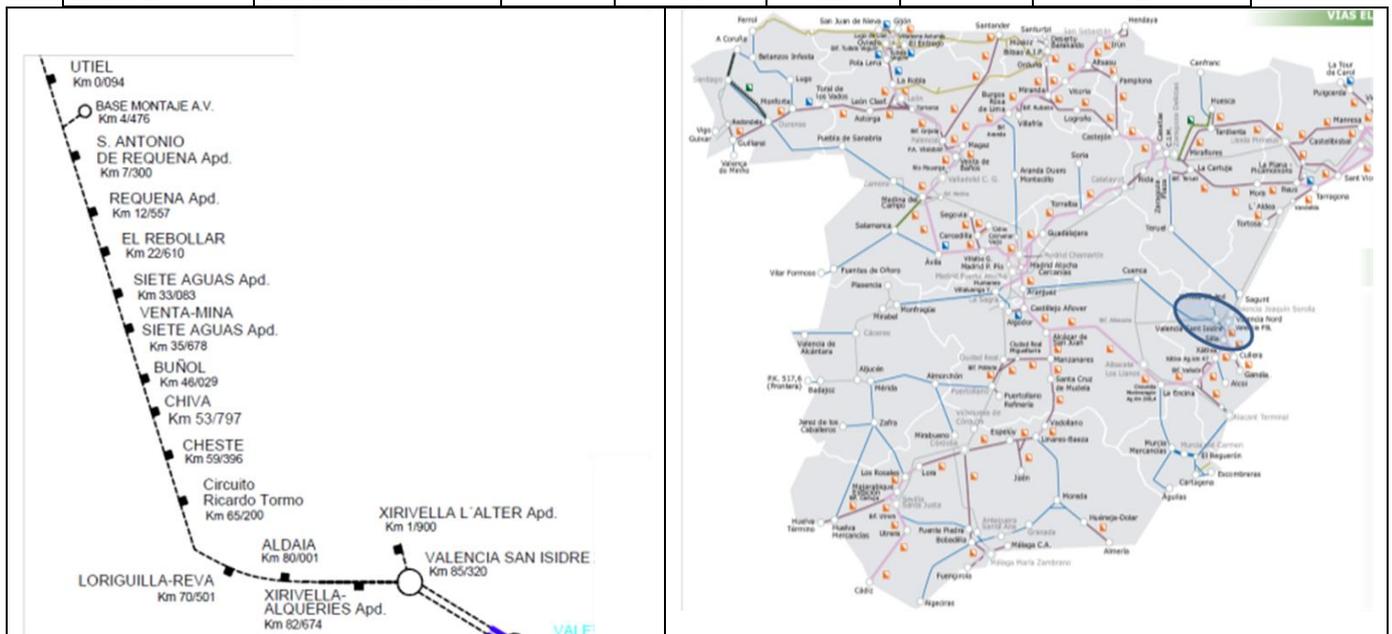
## TRAMO VALENCIA – BUÑOL-UTIEL: Línea 310

### Tipología de Tráficos-Circulaciones de Cercanías y Media Distancia del Tramo Buñol-València San Isidre: Línea 310



Datos de tráfico/semana en la línea (2015).

INICIO DE TRAMO	FINAL DE TRAMO	L DIST	M DIST	CERC	MERC	SERV
BUÑOL	V.SANT ISIDRE		41	329		2

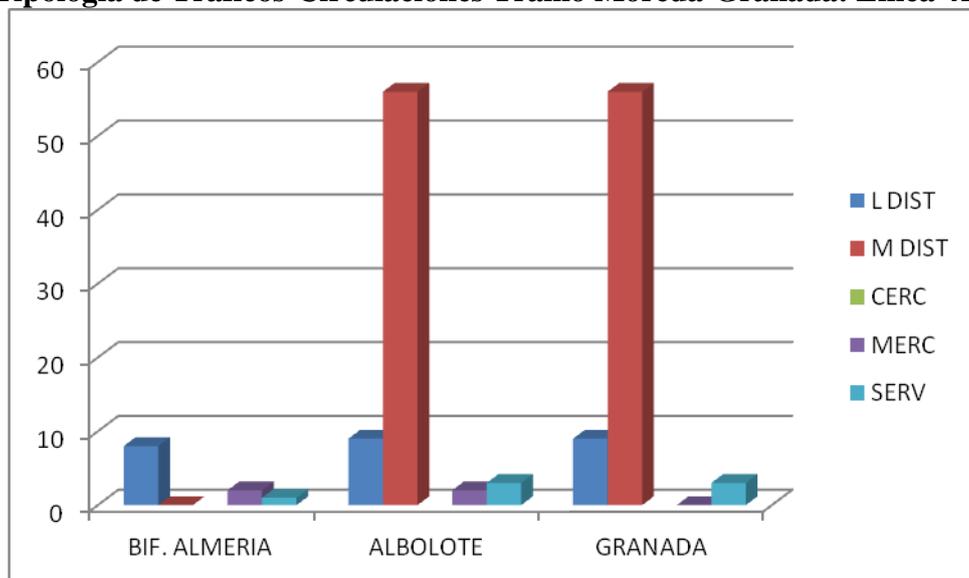


TIPO DE TENSIÓN. Considerar si es conveniente sólo electrificar hasta Buñol por el número de trenes y confirmar con RENFE que no se realizarán servicios hasta Utiel.

TRAMO	LONGIT UD (Km)	VIAS	TRAFICO ACTUAL	TIPO CATENARIA (propuesta)	Presupuesto nueva LAC (€)	Presupuesto nuevas Subestaciones (€)	Toneladas CO2 recuperadas
Buñol / San Isidre	XXXX	UNICA	372 de Buñol a València S. Isidre	CA-160	13 M€	4 subestación 15.5 M€	

**TRAMO GRANADA – MOREDA – HUÉNEJA-DÓLAR. Línea 410 y 416**

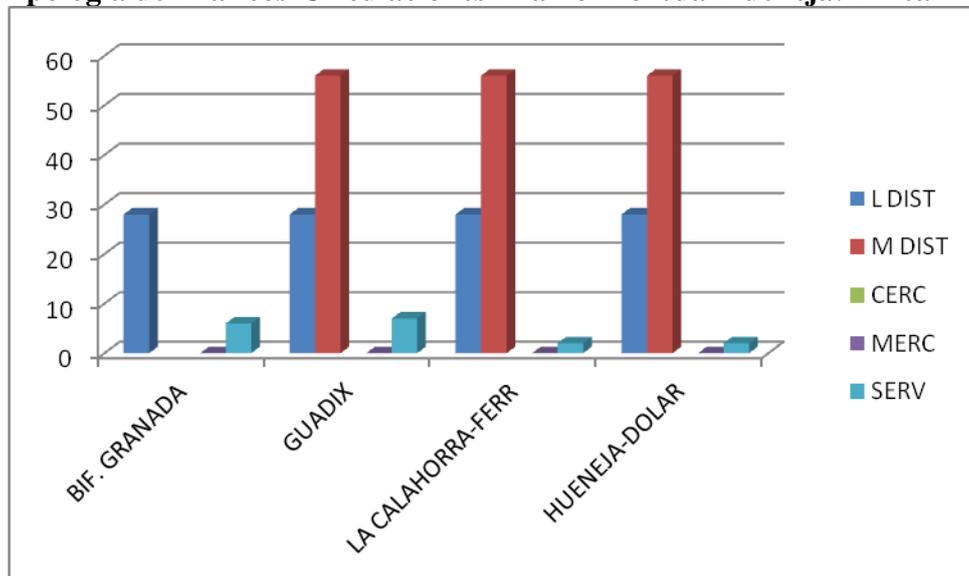
**Tipología de Tráficos-Circulaciones Tramo Moreda-Granada: Línea 416**



**Datos de tráfico/semana en la línea (2015).**

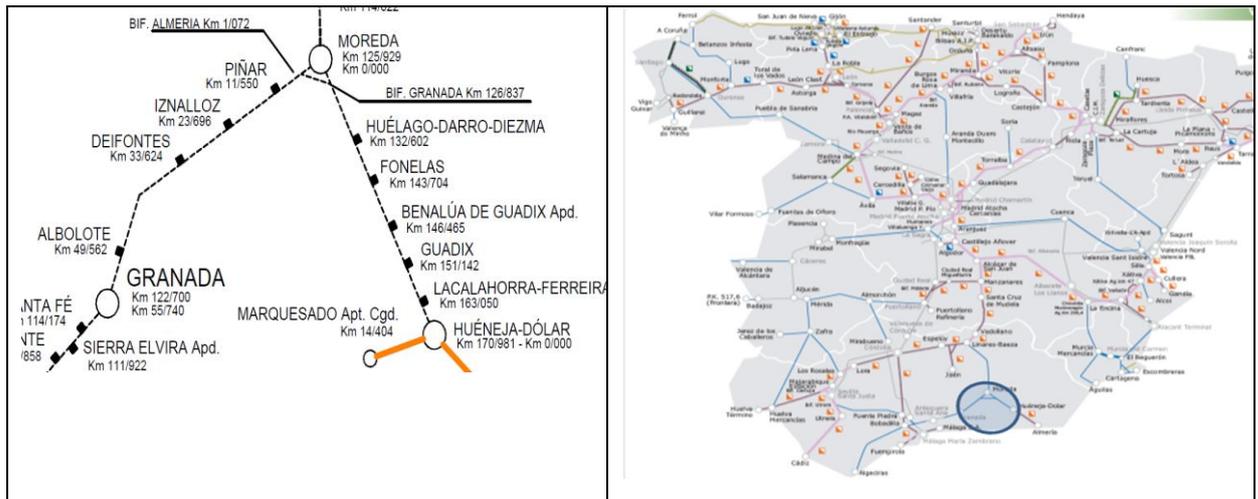
INICIO DE TRAMO	FINAL DE TRAMO	L DIST	M DIST	CERC	MERC	SERV
MOREDA	BIF. ALMERIA	8	0	0	2	1
BIF. ALMERIA	ALBOLOTE	9	56	0	2	3
ALBOLOTE	GRANADA	9	56	0	0	3

**Tipología de Tráficos-Circulaciones Tramo Moreda-Huéneja: Línea 410**



**Datos de tráfico/semana en la línea (2015).**

INICIO DE TRAMO	FINAL DE TRAMO	L DIST	M DIST	CERC	MERC	SERV
MOREDA	BIF. GRANADA	28	0	0	0	6
BIF. GRANADA	GUADIX	28	56	0	0	7
GUADIX	LA CALAHORR-FERR	28	56	0	0	2
LA CALAHORR-FERR	HUENEJA-DOLAR	28	56	0	0	2

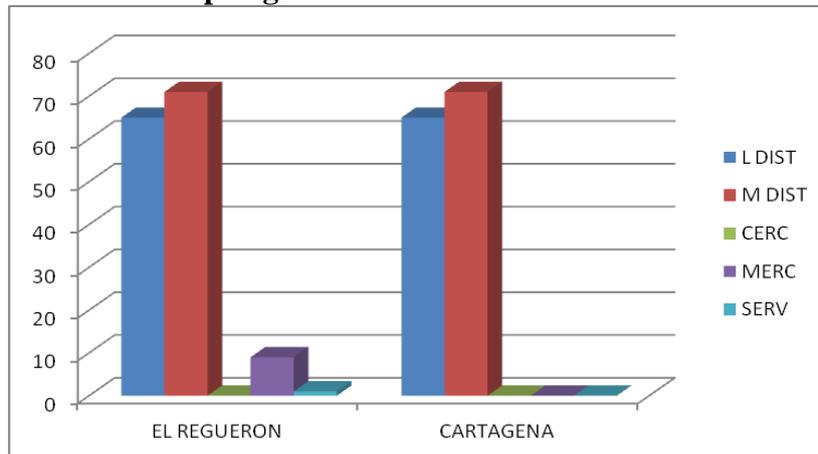


Cabe indicar que entre Huéneja-Dólar y Almería aparece en los distintos documentos de la Declaración de la Red como electrificado a 3 kV cc pero desde hace años no se utiliza tracción eléctrica en este tramo y será necesario realizar una importante renovación del tramo. Considerar conveniencia de electrificar con tensión 3 kV cc.

TRAMO	LONGITUD (Km)	VIAS	TRAFICO ACTUAL	TIPO CATENARI A (propuesta)	Presupuesto nueva LAC (M€)	Presupuesto nuevas Subestaciones (M€)	Toneladas CO2 recuperadas
Granada - Moreda-Huéneja-Dolar	(55,7+45,1) 100,8	UNICA	91 de Moreda a Guadix y 86 de Guadix a Huéneja/ 70 de Moreda a Albolote y 68 Albolote a Granada	CR-140	15 M€	5 subestación 20 M€	

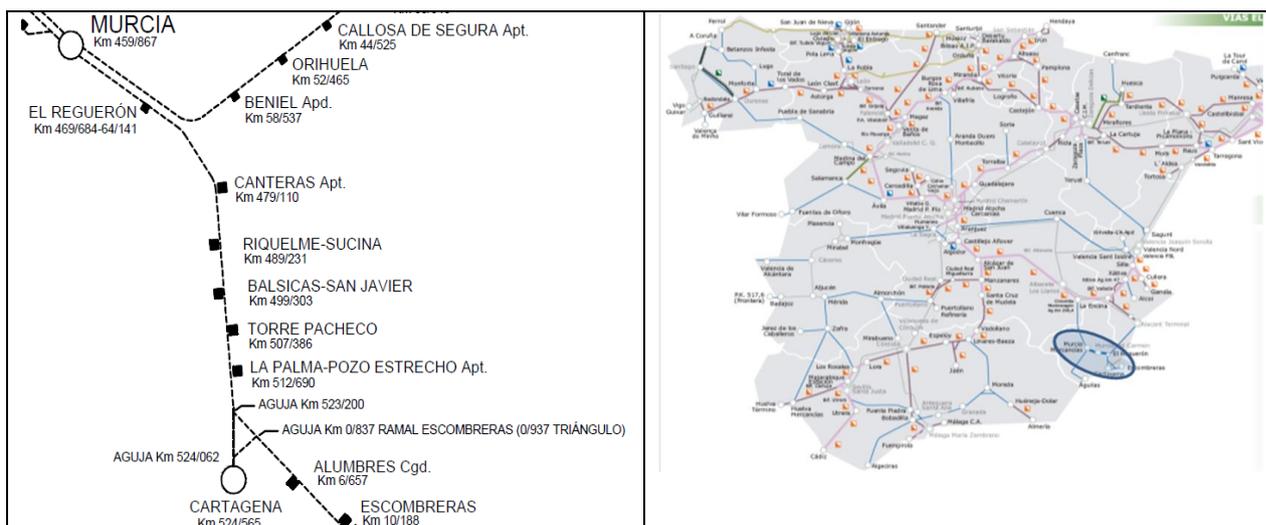
## TRAMO EL REGUERÓN – CARTAGENA: Línea 320

### Tipología de Tráficos-Circulaciones



### Datos de tráfico/semana en la línea (2015).

INICIO DE TRAMO	FINAL DE TRAMO	L DIST	M DIST	CERC	MERC	SERV
EL REGUERON	AGUJA KM. 523,2	65	71	0	9	1
AGUJA KM. 523,2	CARTAGENA	65	71	0	0	0



TIPO DE TENSIÓN: Analizar la conveniencia de electrificar a 3 kV cc por el tráfico regional.

TRAMO	LONGITUD (Km)	VIAS	TRAFICO ACTUAL	TIPO CATENARIA (propuesta)	Presupuesto nueva LAC (M€)	Presupuesto nuevas Subestaciones (€)	Toneladas CO2 recuperadas
El Reguerón-Cartagena	54,9	UNICA	146	CA-160	8,2 M€	3 subestación 12 M€	

ANEJO VI. TONELADAS TRANSPORTADAS EN LÍNEAS NO LECTRIFICADAS.

FUENTE DE DATOS: RENFE

**ZARAGOZA - TERUEL - SAGUNTO**

**Tráfico regular**

Origen	Destino	tn	Mercancía
Grisén	Valencia Pto	18.147	Autos

Total regular	18.147
---------------	--------

**Tráfico Esporádico**

Origen	Destino	Tn	Mercancía
Caminreal	Almenara	1.782	Balasto
	Moncófar	5.778	Balasto
	Roca-Cúper	5.994	Balasto
	Silla	594	Balasto
Barracas	Roca-Cúper	594	Balasto
Cieza	Sarrión	1.188	Balasto

Total esporádico	15.930
------------------	--------

<b>Total</b>	<b>34.077</b>
--------------	---------------

*Datos tráfico 2016*

**Comentarios a reseñar**

*Situación actual de esta línea:*

- \* *Línea única sin electrificar*
- \* *Limitación longitud de trenes:*
  - *Longitud básica autorizada por Adif: 400 m*
  - *Longitud condicionada autorizada por Adif: 450 m.*
- \* *Limitación de carga por eje a 20 t/eje, cuando en el resto de líneas principales es de 22,5 t/eje.*
- \* *Infraestructura y vía obsoletas con varias limitaciones temporales de velocidad.*

\* Sin tren tierra entre Zaragoza y Caminreal (previsto que esté para final de este año). Esto implica la necesidad de agente de acompañamiento en cabina, además del maquinista.

\* Fuertes pendientes de hasta 24 milésimas.

\* Lo anterior incide, ante los problemas operativos, en el escaso tráfico de mercancías en esta línea.

\* Con las actuaciones ya previstas en la línea (eliminación LTV, tren tierra en todo el recorrido,

aumentar la longitud autorizada de los trenes hasta los 750 m, incrementar la carga por eje hasta

las 22,5 t/eje), entrada en servicio de un CTC), más la electrificación de la línea, ésta pasaría a ser un trayecto importante para los tráficos de mercancías de todos los operadores ferroviarios, que haría trasladar a esta línea tráficos que actualmente se llevan a cabo por otros recorridos de mayor longitud que ofrecen mejores condiciones operativas.

Se podrían trasladar los siguientes tráficos regulares de Renfe Mercancías realizados en 2016:

- Tráficos de Siderúrgicos (en tn):		286.353
Sagunto - Santurce	27.321	
Sagunto-Grisén	64.699	
Sagunto-Villafría (Burgos)	68.733	
Sagunto-Pancorbo	23.787	
Sagunto-Irún	93.350	
Irún-Sagunto	3.993	
Santurce-Sagunto	2.468	
Sestao-Sagunto	2.002	
- Tráficos de contenedores (en tn):		57.157
Silla-Bilbao	27.584	
Silla -Irún Contenedores	13.091	
Bilbao-Silla	14.874	
Irún Contenedores-Silla	1.608	
- Total tráfico trasladable (en tn):		343.510

\* Por último indicar que según como quede finalmente la configuración del corredor mediterráneo esta línea podría ser básica como alternativa para los tráficos a realizar con material de ancho convencional hacia Cataluña y frontera francesa, lo que implicaría bastante más tráfico.

\* Todo lo anterior afectaría a todos los operadores ferroviarios de mercancías.

## BOBADILLA - ALGECIRAS

### Tráfico regular

Origen	Destino	tn	Mercancía
Algeciras Pto.	Varios destinos	48.378	Contenedores
S. Roque Contenedores	Varios destinos	94.122	Contenedores
Varios orígenes	Algeciras Pto.	38.569	Contenedores
Varios orígenes	S. Roque Contenedores	38.439	Contenedores

Total regular

219.508

### Tráfico Esporádico

Origen	Destino	Tn	Mercancía
Espeluy	Jimena de la Fra.	470	Balasto

Total esporádico

470

**Total**

**219.978**

*Datos tráfico 2016*

### Comentarios a reseñar

#### Situación actual de esta línea:

- \* Línea única sin electrificar.
- \* Infraestructura y vía obsoletas con varias limitaciones temporales de velocidad.
- \* Sin tren tierra, lo que implica la necesidad de agente de acompañamiento en cabina.
- \* Fuertes pendientes de hasta 24 milésimas.
- \* Lo anterior incide, ante los problemas operativos, en que el tráfico ferroviario de mercancías por esta línea no sea más importante, teniendo en cuenta que es la vía de enlace con el puerto de Algeciras (uno de los puertos más importantes de Europa) y el área industrial de San Roque, donde se genera un gran volumen para transportar que actualmente se realiza mayoritariamente por carretera.
- \* En esta línea también realizan tráfico otros operadores ferroviarios.
- \* Por último reseñar que actualmente los tráfico que se realizan por parte de Renfe Mercancías son de contenedores, si bien hay otros tráfico se venían realizando y que podrían volver a llevarse a cabo, como son el tráfico de butano entre la planta de Repsol Butano de San Roque a su apartadero en Albolote (actualmente no se hace por las obras de A.V. hacia Granada) y el tráfico de chatarra

*alumínica con destino la planta de Acerinox en San Roque.*

*\* La electrificación entre Bobadilla y Algeciras favorecería de manera importante el incremento del Tráfico ferroviario de mercancías.*

## SALAMANCA - FUENTES DE OÑORO (frontera portuguesa)

### Tráfico regular

Origen	Destino	tn	Mercancía
Tejares	La Robla	12.277	Cemento
F. Oñoro (frontera)	Paredes de Nava	7.006	Abono
	Medina del Campo	2.271	Abono
	Sagunto	36.985	Siderúrgicos
	Varios destinos	52.264	Contenedores
La Robla	Tejares	33.279	Cemento
Tarragona Pto.	Tejares	49.303	Papel
Varios orígenes	F.Oñoro (frontera)	154.583	Siderúrgicos
Varios orígenes		58.450	Contenedores
Total regular		406.418	

### Tráfico Esporádico

Origen	Destino	Tn	Mercancía

Total esporádico	0
------------------	---

<b>Total</b>	<b>406.418</b>
--------------	----------------

*Datos tráfico 2016*

### Comentarios a reseñar

#### Situación actual de esta línea:

\* Línea única sin electrificar entre Salamanca y Fuentes de Oñoro. Ya electrificado el T/ Medina-Salamanca.

En Portugal línea electrificada hasta estación fronteriza de Vilar Formoso.

\* Fuertes pendientes de hasta 18 milésimas.

\* En esta línea también realizan tráfico otros operadores ferroviarios.

\* La electrificación entre Salamanca y la frontera de Fuentes de Oñoro permitiría continuar con tracción eléctrica los tráficos procedentes de Portugal, mejorando la interoperabilidad en esta frontera.

## GUILLAREY - TUY (frontera portuguesa)

### Tráfico regular

Origen	Destino	tn	Mercancía
Tuy	Zaragoza	19.316	Madera
A Susana	Tuy (frontera)	62.033	Madera
Lugo Mercancías		19.495	Madera

Total regular	100.844
---------------	---------

### Tráfico Esporádico

Origen	Destino	Tn	Mercancía

Total esporádico	0
------------------	---

<b>Total</b>	<b>100.844</b>
--------------	----------------

*Datos tráfico 2016*

### Comentarios a reseñar

#### Situación actual de esta línea:

- \* Línea única sin electrificar entre Guillarey y la frontera de Tuy con Portugal.  
En Portugal también hay proyecto para electrificar la línea hasta frontera (Valença do Minho).
- \* En esta línea también realizan tráfico otros operadores ferroviarios.
- \* La electrificación entre Guillarey y la frontera de Tuy permitiría continuar con tracción eléctrica los tráficos con origen/destino Portugal, mejorando la interoperabilidad en esta frontera.

## VALENCIA-BUÑOL

### Tráfico regular

Origen	Destino	tn	Mercancía

Total regular	0
---------------	---

### Tráfico Esporádico

Origen	Destino	Tn	Mercancía

Total esporádico	0
------------------	---

<b>Total</b>	<b>0</b>
--------------	----------

*Datos tráfico 2016*

### Comentarios a reseñar

*\* No ha habido tráfico de mercancías en este trayecto en 2016 (ni en años anteriores).*

*\* No se prevé tráfico de mercancías por esta línea, salvo necesidades puntuales de material de vía para reparación y obras puntuales.*

*\* Línea utilizada para tráfico de Viajeros (Cercanías y Media Distancia).*

## GRANADA-MOREDA-HUÉNEJA DÓLAR

### Tráfico regular

Origen	Destino	tn	Mercancía

Total regular	0
---------------	---

### Tráfico Esporádico

Origen	Destino	Tn	Mercancía

Total esporádico	0
------------------	---

<b>Total</b>	<b>0</b>
--------------	----------

Datos tráfico 2016

### Comentarios a reseñar

\* *Línea única sin electrificar.*

\* *Infraestructura y vía obsoletas con limitaciones temporales de velocidad.*

\* *Sin tren tierra, lo que implica la necesidad de agente de acompañamiento en cabina.*

\* *Fuertes pendientes de hasta 28 milésimas.*

\* *Lo anterior incide, ante los problemas operativos, en que el tráfico ferroviario de mercancías por esta línea sea prácticamente nulo en estos momentos.*

\* *Aunque actualmente no haya tráfico de mercancías por esta línea, si es conveniente reseñar lo siguiente:*

· *En Gádor existe un apartadero particular de la cementera Holcim en el que ahora no hay tráfico pero existe posibilidad de que en el futuro vuelva si la construcción crece.*

*· En Benahadux se realizan cargues/descargues de transporte militares. Son tráficos de campaña puntuales dependiendo de las necesidades del Ministerio de Defensa, con el cual Renfe tiene un Convenio en vigor.*

*· La conexión con el puerto de Almería, actualmente en desuso, está previsto que se mejore junto con las obras del Corredor Mediterráneo en Almería.*

*\* Las minas de Alquife es posible que vuelvan a tener actividad y si es así, es probable que el transporte se lleve a cabo por ferrocarril, por lo que modernizar la electrificación sería fundamental para reactivar este transporte con el puerto de Almería.*

*\* Por último, es importante remarcar que si se electrifica desde Moreda hasta Almería, para los tráficos de mercancías por línea convencional sería preciso asimismo electrificar el tramo entre Linares y Moreda.*

## EL REGUERON - CARTAGENA - ESCOMBRERAS

### Tráfico regular

Origen	Destino	tn	Mercancía
Escombreras	Puertollano Ref.	23.661	Etanol
	Babilafuente	3.805	Bioetanol
	Varios	99.085	Butano
Puertollano Ref.	Escombreras	8.724	Vacío Etanol
Babilafuente		3.928	Bioetanol
Varios orígenes		72.806	Vacío butano

Total regular

212.009

### Tráfico Esporádico

Origen	Destino	Tn	Mercancía
Cieza	Escombreras	590	Balasto

Total esporádico

590

**Total**

**212.599**

*Datos tráfico 2016*

### Comentarios a reseñar

*\* Línea en vía única sin electrificar en la actualidad.*

*\* Actualmente prácticamente todo el tráfico ferroviario de mercancías se realiza sobre Escombreras siendo básicamente de mercancías peligrosas (butano, etanol, etc.)*

*\* Es importante, por tanto, para favorecer el incremento del tráfico de mercancías por ferrocarril que se electrifique hasta Escombreras, lo que podría facilitar la captación de tráficos del puerto de Cartagena, donde actualmente no se realiza tráfico por parte de Renfe Mercancías. Es básico que también se electrifique la línea entre Albacete y El Reguerón para el tráfico de mercancías, ya que los tráficos son hacia el centro de la península (Castilla La Mancha, Madrid, Castilla León).*

*\* En esta línea también realizan tráfico otros operadores ferroviarios.*

*\* Por último reseñar que actualmente los tráficos que se realizan por parte de Renfe Mercancías son de contenedores, si bien hay otros tráficos se venían realizando y que podrían volver a*

*llevarse a cago, como son el tráfico de butano entre la planta de Repsol Butano de San Roque a su Apartadero en Albolote (actualmente no se hace por las obras de A.V. a Granada ) y el tráfico de Chatarra alumínica con destino la planta de Acerinox en San Roque.*

## MONFORTE - LUGO - A CORUÑA - FERROL

### Tráfico regular

Origen	Destino	tn	Mercancía
Ferrol	Zaragoza	71.852	Madera
A Coruña S. Diego	Varios	1.546	Contenedores
	Cosmos	6.637	Vacío cemento
	<b>Central Térmica Meirama</b>	<b>836.768</b>	<b>Carbón</b>
	Teixeiro	79.098	Cereal y vacío bioetanol
	Bonxe	44.604	Cereal
Sogama (Meirama)	Lugo	20.582	Residuos sólidos urbanos (vacío)
	Taboadela	23.351	Residuos sólidos urbanos (vacío)
A Susana	Cosmos	9.242	Vacío cemento
Teixeiro	A Coruña S. Diego	122.405	Bioetanol
Bonxe	A Coruña S. Diego	18.299	vacío cereal
Lugo Mercancías	Sogama (Meirama)	93.190	Residuos sólidos urbanos
	Tuy (frontera)	19.495	Madera
Taboadela	Sogama (Meirama)	102.222	Residuos sólidos urbanos
Varios orígenes	A Coruña S. Diego	4.212	Contenedores
Cosmos	A Coruña S. Diego	36.243	Cemento
	Oural	16.083	Cemento
Total regular		1.505.829	

### Tráfico Esporádico

Origen	Destino	Tn	Mercancía
Teixeiro	Babilafuente	572	vacío bioetanol
Cantera de Campomarzo	Betanzos	511	Balasto
	A Coruña	501	Balasto
Valladolid	Sarria	980	Carril en barra larga soldada

Total esporádico

2.564

**Total**

**1.508.393**

*Datos tráfico 2016*

Comentarios a reseñar

Situación actual de esta línea:

\* Línea en vía única sin electrificar.

\* Pendiente de hasta 23 milésimas.

\* En esta línea también realizan tráfico otros operadores ferroviarios.

\* Se trata de una línea con un importante tráfico de mercancías de todo tipo, con diferentes puntos con actividad logística: puertos (A Coruña y Ferrol), terminales logísticas (A Coruña S. Diego, Lugo Mercancías, Monforte), derivaciones particulares (Sogama y Central Térmica en ramal de Meirama, Abengoa en Teixeiro, Cementos Cosmos en A Susana y Oural, etc.).

\* La electrificación de esta línea favorecerá de manera importante la competitividad de los traficos de mercancías frente a la carretera. Para ello será preciso tener en cuenta también la necesidad de electrificar los puntos de actividad: terminales logísticas, derivaciones particulares, etc. En caso contrario, se seguiría precisando tracción diésel no consiguiendo, por tanto, el objetivo de disminución de costes y, por tanto, de mayor competitividad.

**ANEJO VII.VIAJEROS POR TRAMOS Y TIPO DE SERVICIOS (AÑO 2016).**

	TOTAL AÑO	TOTAL SEMANAL
<b>TRAMO ZARAGOZA-TERUEL-SAGUNTO</b>		
Media Distancia	124.200	2.388
Cercanías	52.969	1.018
<b>TOTAL</b>	<b>177.169</b>	<b>3.406</b>
<b>TRAMO BOBADILLA-ALGECIRAS</b>		
Larga Distancia	200.522	3.856
Media Distancia	174.954	3.364
<b>TOTAL</b>	<b>375.476</b>	<b>7.220</b>
<b>TRAMO SALAMANCA-FUENTES DE OÑORO</b>		
Larga Distancia	66.771	1.284
<b>TRAMO GUILLAREY-FRONTERA PORTUGUESA</b>		
Media Distancia	7.623	146
<b>TRAMO VALENCIA-BUÑOL</b>		
Cercanías	572.162	11.003
<b>TRAMO GRANADA-MOREDA-HUÉNEJA-DOLAR</b>		
Larga Distancia	13.541	260
Media Distancia	54.947	1.056
<b>TOTAL</b>	<b>68.488</b>	<b>1.316</b>
<b>TRAMO EL REGUERÓN-CARTAGENA</b>		
Larga Distancia	100.109	1.925
Media Distancia	125.540	2.414
<b>TOTAL</b>	<b>225.649</b>	<b>4.339</b>

<b>TRAMO AVILA-SALAMANCA</b>		
Media Distancia	90.377	1.738

<b>TRAMO MONFORTE – LUGO- FERROL – A CORUÑA</b>		
Larga Distancia	9.228	177
Media Distancia	70.811	1.361
<b>TOTAL</b>	<b>80.039</b>	<b>1.538</b>

FUENTE DE DATOS: RENFE

**EMISIONES DE GASES INVERNADERO**

**TRAMO ZARAGOZA-TERUEL-SAGUNTO: Línea 610**

ORD	INICIO DE TRAMO	FINAL DE TRAMO	TOTAL TRENES SEMANA	Longitud (km)	Situación Actual: tráfico diesel		Situación Propuesta		Ahorro Emisiones de CO2 (tn CO2/año)	Ingresos en mercado emisiones (euros)
					Consumo anual (litros gasoil)	Emisiones de CO2 (tn CO2/año)	Consumo anual (kwh)	Emisiones de CO2 (tn CO2/año)		
10	BIF. TERUEL	CUARTE DE HUERVA	60	3,47	46.914,40	124,79	140.743,20	23,93	100,87	4.034,64
20	CUARTE DE HUERVA	MARIA DE HUERVA	60	7,18	97.073,60	258,22	291.220,80	49,51	208,71	8.348,33
30	MARIA DE HUERVA	CARIÑENA	60	32,22	435.614,40	1.158,73	1.306.843,20	222,16	936,57	37.462,84
40	CARIÑENA	BADULES	59	32,47	428.863,76	1.140,78	1.295.033,48	220,16	920,62	36.824,88
50	BADULES	NAVARRETE	59	25,11	331.652,88	882,20	1.001.487,24	170,25	711,94	28.477,75
60	NAVARRETE	CAMINREAL-FTES.	59	12,74	168.269,92	447,60	508.122,16	86,38	361,22	14.448,69
70	CAMINREAL-FTES.	STA.EULALIA CAMP	59	31,73	419.089,84	1.114,78	1.265.519,32	215,14	899,64	35.985,63
80	STA.EULALIA CAMP	TERUEL	59	32,14	424.505,12	1.129,18	1.281.871,76	217,92	911,27	36.450,62
90	TERUEL	BARRACAS	54	62,81	770.804,32	2.050,34	2.292.816,24	389,78	1.660,56	66.422,43
100	BARRACAS	CAUDIEL	54	23,07	283.115,04	753,09	842.147,28	143,17	609,92	24.396,84
110	CAUDIEL	SONEJA	107	26,5	493.186,20	1.311,88	1.916.798,00	325,86	986,02	39.440,79
120	SONEJA	ESTIVELLA-ALBALA	107	16,49	306.892,09	816,33	1.192.754,68	202,77	613,56	24.542,59
130	ESTIVELLA-ALBALA	GILET	107	4,05	75.373,74	200,49	292.944,60	49,80	150,69	6.027,74
140	GILET	SAGNT-A.KM.268,8	107	3,66	68.115,53	181,19	264.735,12	45,00	136,18	5.447,29
150	SAGNT-A.KM.268,8	SAGUNT	103	1,2	20.086,56	53,43	83.553,60	14,20	39,23	1.569,05
					<b>4.369.557,40</b>	<b>11.623,02</b>	<b>13.976.590,68</b>	<b>2.376,02</b>	<b>9.247,00</b>	<b>369.880,09</b>
<b>Coste operativo(€):</b>					<b>2.621.734,44</b>		<b>1.118.127,25</b>			<b>1.503.607,19</b>
									<b>Total Ahorro Anual (€)</b>	<b>1.873.487,28</b>

Para cada tipo de tráfico y tramo se ha calculado tanto el consumo anual de litros de gasoil, como de kwh (en el supuesto de que estuviese electrificado). Para cada uno de los tipos de tracción se calcula las toneladas de emisiones CO2 anuales. Y con ello se obtiene el valor cuantitativo de la reducción de toneladas de emisiones de CO2 que se alcanzaría anualmente si se electrifica la línea.

A continuación se obtienen los ahorros operativos, por una parte por la reducción de coste de la energía eléctrica respecto al total del coste del gasoil. Y por otro lado se valoran económicamente las toneladas CO2 que se dejan de emitir. La suma de estos dos conceptos sería el ahorro anual en términos operativos y de emisiones.

Si el hecho de electrificar supone a la postre un aumento del tráfico el ahorro se incrementará considerablemente.

