

PLAN DE ACTUACIÓN PARA LA MEJORA DE LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR FERROVIARIO DE MERCANCÍAS



TRABAJO FINAL DEL MÁSTER EN SISTEMAS FERROVIARIOS

2015/2016

AUTOR: JUAN ÁLVAREZ VILLAR

TUTOR: MOISÉS GILABERTE FERNÁNDEZ

MASTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS FERROVIARIOS

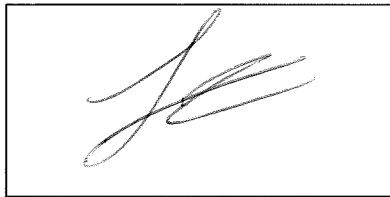
2015-2016

TÍTULO DEL TRABAJO:

PLAN DE ACTUACIÓN PARA LA MEJORA DE LA COMPETITIVIDAD DEL
SECTOR FERROVIARIO DE MERCANCÍAS

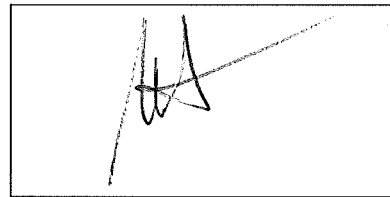
AUTOR:

JUAN ÁLVAREZ VILLAR



TUTOR:

MOISÉS GILABERTE FERNÁNDEZ



RESUMEN:

Este trabajo de fin de máster pretende analizar los condicionantes existentes actualmente en la red ferroviaria española que limitan la competitividad de los trenes de mercancías. Para ello, se analiza en primer lugar los tráficos existentes actualmente, tanto desde el punto de vista de recorridos como de tipología de servicio. Una vez detallados los tráficos existentes, se calculan aquellos estándares de longitudes y rampas máximas que permitirían un aumento de la competitividad del sector, para posteriormente analizar la red ferroviaria utilizando esta óptica. Este proceso desemboca en la delimitación de tramos críticos de la infraestructura que actúan como cuello de botella, limitando la carga máxima de los trenes y por ende su rentabilidad y competitividad frente a otros medios de transporte.

Una vez identificados los puntos críticos, se proponen soluciones tanto de obra civil, como de mantenimiento, tipología de explotación o normativa que solucionan o mitigan los problemas en la infraestructura detectados con anterioridad. Estas propuestas, van acompañadas de un presupuesto básico para cada una y una evaluación de su impacto sobre la explotación. De esta manera, las propuestas son clasificadas y organizadas en forma de plan de actuación con distintos horizontes temporales.

Además de realizar un análisis del estado actual del sector de transporte de mercancías por ferrocarril y proponer actuaciones concretas para su mejora, este trabajo intenta dar una visión global del sector explicando la forma en que todos los elementos (rampas máximas, longitudes excepcionales, tipos de locomotoras, tipos de vagones...) del proceso se entrelazan. Son, por tanto, esta visión global y el catálogo de propuestas de mejora, las aportaciones que este trabajo de fin de máster pretende como resultado final.

ÍNDICE

1.	<u>DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO</u>	3
2.	<u>OBJETIVOS DEL TRABAJO</u>	3
3.	<u>TAREAS</u>	3
4.	<u>PLANIFICACIÓN</u>	5
5.	<u>DESARROLLO DEL TRABAJO</u>	5
5.1	ESTADO ACTUAL DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS EN ESPAÑA.....	5
5.2	ESTADO ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA.....	6
5.3	PROCESO SEGUIDO PARA LA ELABORACIÓN DE ESTE TRABAJO.....	7
5.4	ESTUDIO DE LOS TRÁFICOS DE MERCANCÍAS ACTUALES.....	8
5.5	CÁLCULOS AUXILIARES PREVIOS AL ANÁLISIS DE LA RED.....	13
5.6	ANÁLISIS DE LA RED FERROVIARIA.....	19
5.7	PROPUESTAS PARA LA AMPLIACIÓN DE LA LONGITUD MÁXIMA.....	28
5.8	PROPUESTAS PARA LA REDUCCIÓN DE RAMPAS MÁXIMAS.....	38
5.9	PRESUPUESTOS Y CLASIFICACIÓN DE PROPUESTAS.....	51
6.	<u>APORTACIONES</u>	57
7.	<u>CONCLUSIONES</u>	58
8.	<u>ANEJOS A LA MEMORIA</u>	59

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

Este trabajo de fin de máster pretende primero, analizar el tráfico actual y potencial de mercancías comparándolo con las características de la red ferroviaria española con el fin de identificar la forma y cuantía por la cual la actual infraestructura limita la circulación de este tipo de trenes limitando por tanto su rentabilidad y por ende la del sector.

Una vez obtenidos estos resultados se propondrán actuaciones lo más puntuales y sencillas posibles que permitan paliar en parte estas limitaciones. Estas actuaciones estarán orientadas a buscar una homogenización de las características limitantes de cada línea o corredor y podrán ser de todo tipo (ingeniería civil, tipología de explotación, normativa...)

2. OBJETIVOS DEL TRABAJO

El objetivo de este trabajo es obtener un plan de actuación en el que se organicen según escenarios de aplicabilidad y eficacia; las actuaciones resultado del análisis de la red estatal convencional de ancho ibérico (1.668mm) así como del análisis de los servicios ferroviarios de mercancías actuales y potenciales. Cada actuación se acompañará de un presupuesto aproximado y de una descripción de las mejoras que supone con el fin de poder organizarlas en diferentes escenarios presupuestarios.

3. TAREAS

Este trabajo se compone de las siguientes tareas:

- Familiarización y estudio de la declaración sobre la red (Adif 2016).
- Análisis de los tráfico de mercancías actuales y futuros.
- Análisis de la red utilizando perfiles longitudinales, hojas de 2 Km y planos de estaciones.
- Identificación de puntos conflictivos de la red que merman la competitividad del sector ferroviario de mercancías.
- Propuesta de soluciones para los puntos conflictivos anteriormente identificados.
- Estimación presupuestaria básica de las propuestas realizadas.
- Organización de las propuestas en un plan de actuación con horizontes temporales concretos.

4. PLANIFICACIÓN

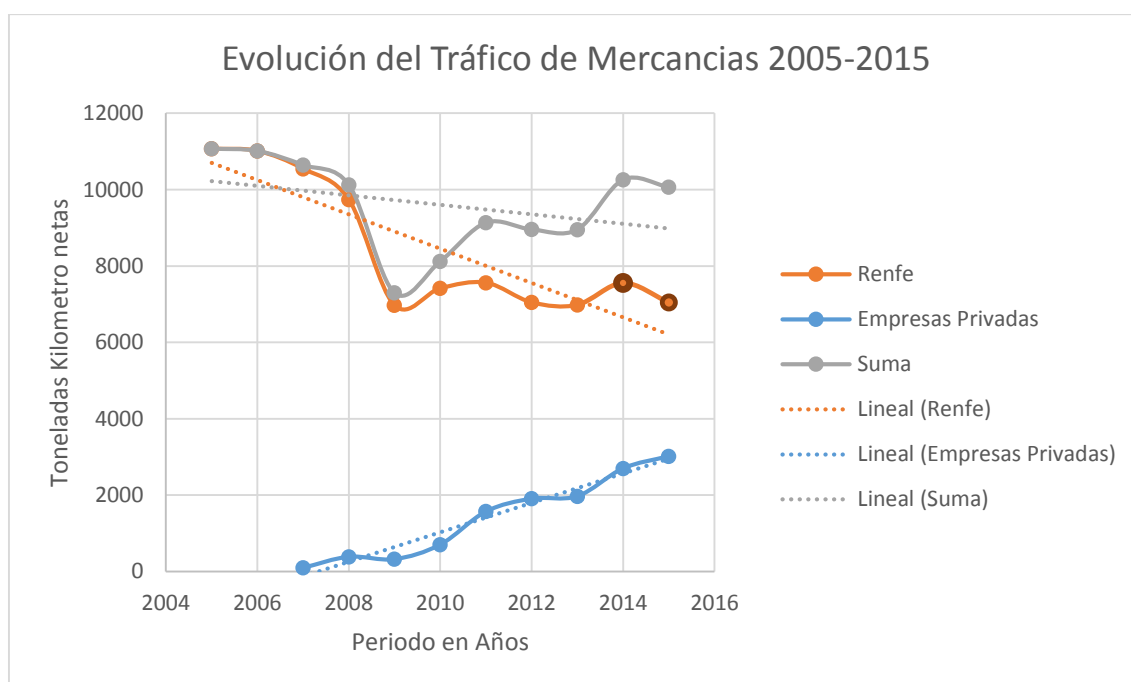
A continuación, se muestra la planificación seguida para la elaboración de este trabajo:

<u>TAREA</u>	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
Búsqueda de tema y documentación.							
Búsqueda de tutor y planificación de las tareas a acometer.							
Familiarización con la declaración sobre la red.							
Análisis de los tráficos de mercancías.							
Análisis de la red.							
Identificación de puntos conflictivos y búsqueda de soluciones.							
Clasificación de las propuestas y estructuración del trabajo.							
Defensa del trabajo							

5. DESARROLLO DEL TRABAJO

5.1 ESTADO ACTUAL DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS EN ESPAÑA

El transporte de mercancías en España es un mercado liberalizado desde 2005, donde la empresa estatal Renfe Mercancías compite contra un reducido (en comparación con otros países europeos) número de empresas de capital privado fundamentalmente ligadas a grandes empresas del ámbito de la construcción. La liberalización de este sector no ha conseguido hasta ahora corregir la insuficiente cuota que el ferrocarril supone en el tráfico de mercancías. Con una cuota de mercado inferior al 5%, España es uno de los países de la UE con menor presencia del ferrocarril en el tráfico de mercancías. Las mercancías transportadas por tren se han visto reducidas a aquellas “cautivas” por este sistema de transporte, es decir; aquellas con unas características tales que su transporte por otros medios conlleva un coste mucho mayor tales como productos siderúrgicos y automóviles principalmente.

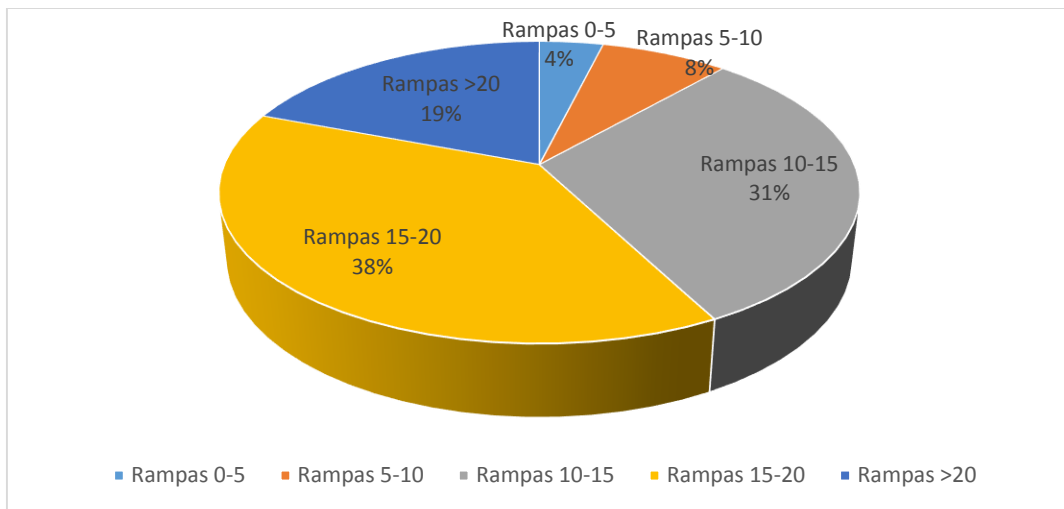


Fuente: Elaboración propia con datos del OFE y otros (2015) / (2014 y 2015 representa Renfe +Feve)

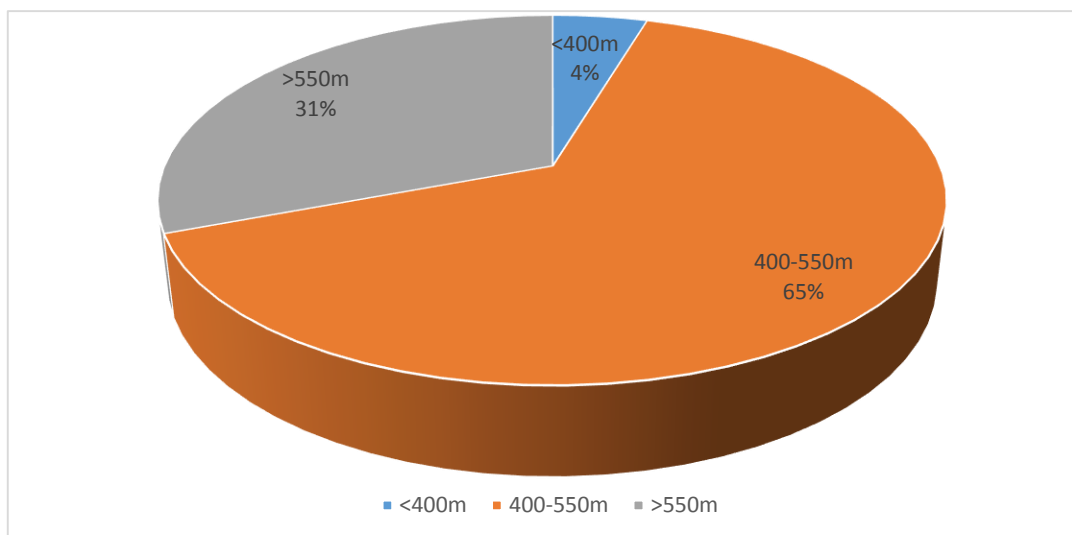
En el gráfico anterior se puede observar como la liberalización ha tenido efecto en cuanto al reparto de los servicios, pero no ha conseguido abrir nuevos nichos de mercado, de tal modo que, aunque con diferentes empresas, la carga total no experimenta aumento alguno estando además claramente influenciada por la coyuntura económica.

5.2 ESTADO ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS EN ESPAÑA

La infraestructura ferroviaria española es, según las fuentes consultadas, la principal limitación para el tráfico de mercancías en España. La difícil orografía del país (el segundo más montañoso de la UE tras Suiza) es la causante de una red convencional plagada de grandes rampas y trazados sinuosos. La baja capacidad que tradicionalmente esto ocasiona, hace que gran parte de la red carezca de estaciones adaptadas a la circulación de composiciones de gran longitud.



Reparto de Kilómetros de la red convencional según su rampa característica en milésimas en la declaración sobre la red. Elaboración propia.



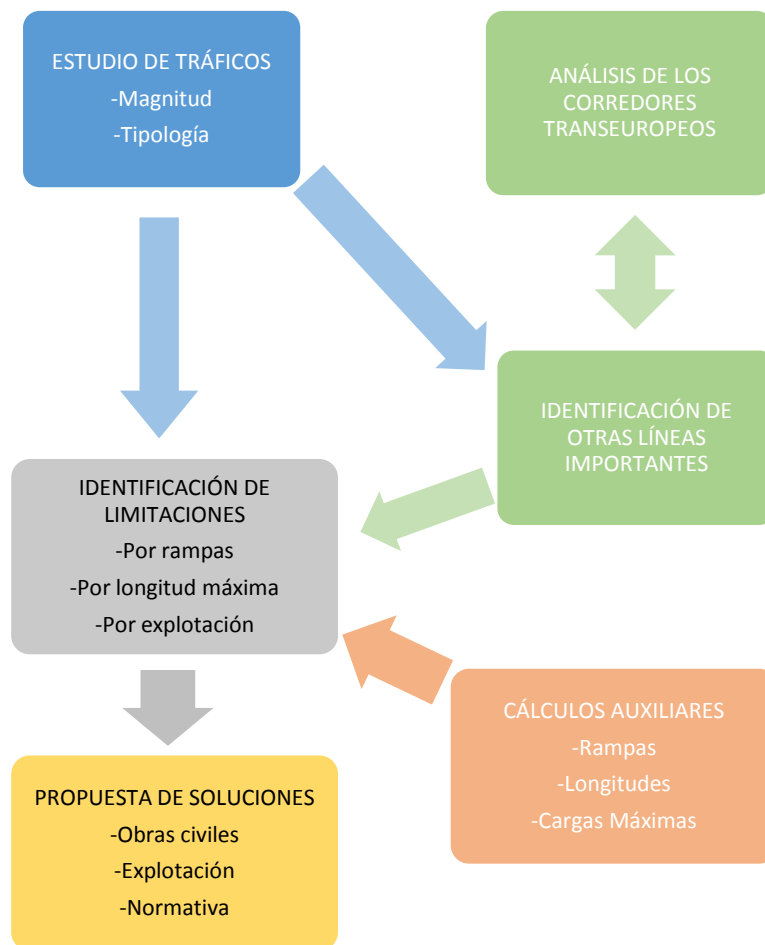
Reparto de Kilómetros de la red convencional según la Longitud Máxima Excepcional permitida. Elaboración propia.

Sin embargo y pese al hándicap de la difícil orografía y limitado de los trazados, la red convencional española presenta una virtud; su bajo uso. La construcción de nuevas líneas de alta velocidad en su mayoría para tráfico exclusivo de viajeros, permite disponer de un gran excedente de capacidad en muchas líneas.

5.3 PROCESO SEGUIDO PARA LA ELABORACIÓN DE ESTE TRABAJO

Una vez expuesto el estado del sector y de la infraestructura se describirá el proceso que se va a seguir para lograr los objetivos de este trabajo.

Primero, se analizarán los tráficos actuales y potenciales de trenes de mercancías por la red convencional gestionada por el Adif. El objetivo será obtener material gráfico que permita identificar rápidamente flujos de mercancías atendiendo además a su tipología. El resultado obtenido será de especial utilidad para identificar aquellos puntos de la red más vulnerables.



Antes de analizar las líneas férreas se realizarán una serie de cálculos auxiliares mediante los cuales se intentará obtener las características que debe de tener una línea para no limitar los principales servicios que por ella se prestan.

Una vez calculadas estas características será cuando se analizará la red, teniendo siempre en cuenta los resultados obtenidos del análisis de tráfico. La conjunción de análisis de los tráficos, junto al análisis de la red y los cálculos auxiliares de características limitantes permitirán identificar aquellos puntos conflictivos sobre los que se plantearán soluciones de distintas índoles.

Finalmente, las soluciones propuestas serán clasificadas según coste, tipología y horizonte temporal de ejecución.

5.4 ESTUDIO DE LOS TRÁFICOS DE MERCANCÍAS ACTUALES

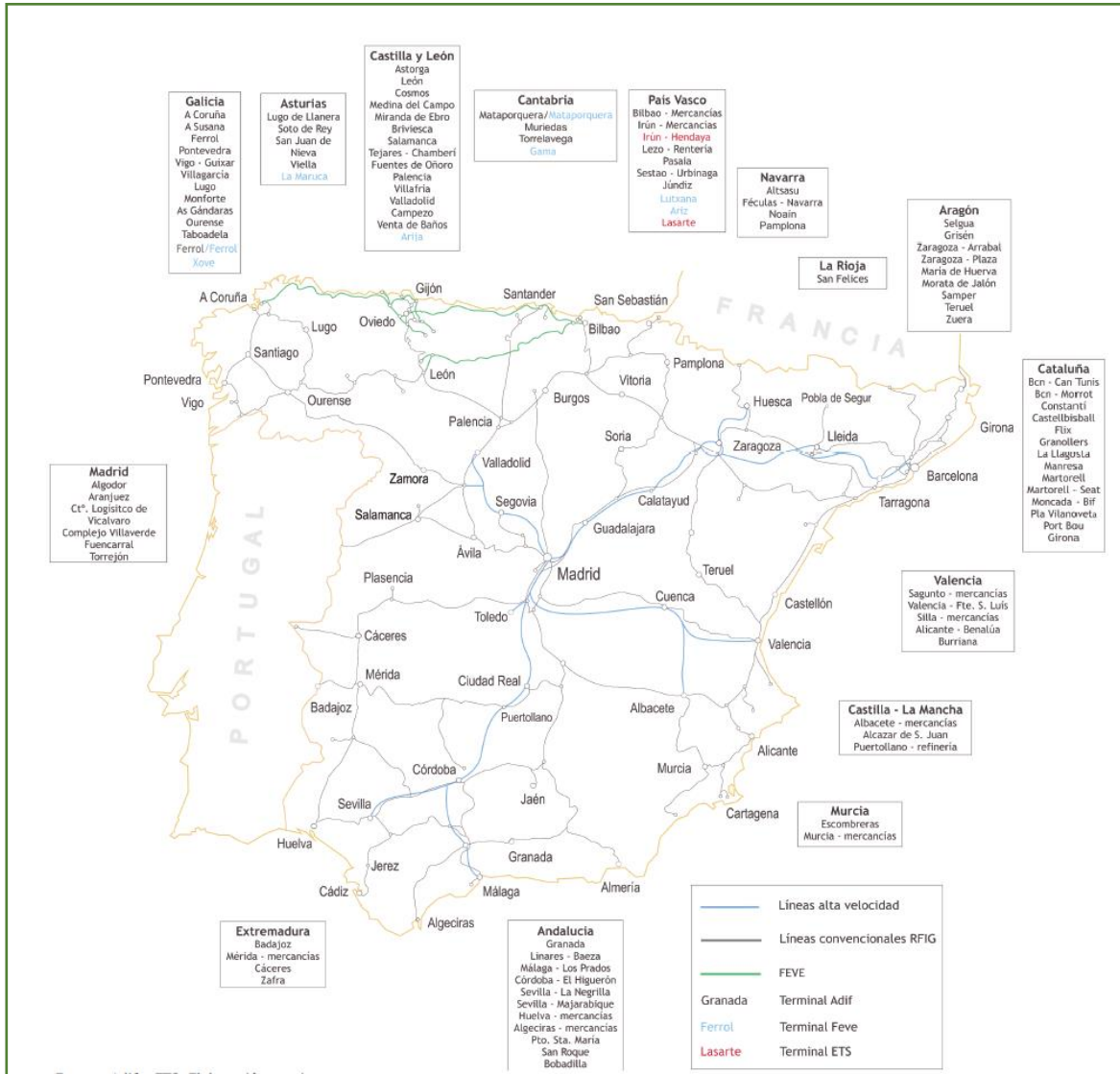
Para elaborar este estudio se ha partido del listado de mercancías programados por el Adif para el año 2016. Aunque en este listado no se reflejan trenes de carácter especial o adicional, sí que representa un buen punto de partida para cuantificar la magnitud y tipología de los trenes.

Operador Transfesa Rail			Pág. 11
o. 87020/1	VALLECAS-IND. a VILAR FORMOSO	LXV	
o. 87031/0	PUERTOLLANO-RE a HUELVA-CARGAS	LXV	
o. 87061	VICALVARO-CLAS a TORRELAVEGA	L	
o. 87160/1	VICALVARO-CLAS a ZAG CORBERA AL	L	
o. 87163/2	PUERTOLLANO-RE a TARRAGONA-CLAS	XV	(TLE500M-BENC-C)
o. 87210/1	VILAR FORMOSO a VALLECAS-IND.	LXV	
o. 87301/0	HUELVA-CARGAS a PUERTOLLANO-RE	MJ	
o. 87303/2	LINARES BAEZA a VICALVARO-CLAS	D	
o. 87309/8	MAJABARBIQUE-ES a PUERTOLLANO-RE	D	
o. 87339	HUELVA-CARGAS a MAJABARBIQUE-ES	S	
o. 87533/2	ZAG CORBERA AL. a LINARES BAEZA	V	
o. 87559/8	ZARAGOZA-PLAZA a ZAG CORBERA AL	L	
o. 87590	TORRELAVEGA a VICALVARO-CLAS	M	
o. 87601/0	TARRAGONA-CLAS a PUERTOLLANO-RE	L	
o. 87603/2	TARRAGONA-CLAS a PUERTOLLANO-RE	MJ	
o. 87622/3	ZAG CORBERA AL. a GIRONA-MERCADE	LXV	
o. 87641/6	GIRONA-MERCADE a ZAG CORBERA AL.	MJ	
o. 87666/7	GIRONA-MERCADE a ZARAGOZA-PLAZA	S	
o. 87661/0	CONSTANTI a TARRAGONA-CLAS	L	
o. 88663/2	CONSTANTI a TARRAGONA-CLAS	MJ	
o. 88663/2	TARRAGONA-CLAS a CONSTANTI	JS	
o. 97151	VICALVARO-CLAS a BILBAO MERCANC	D	(TLE500M)
o. 97230/1	LEON CLASIFICA a LA SALUD	L	(TLE-521 M TTE EXCP DEL 87250)
o. 97250/1	VILAR FORMOSO a TUDELA NAVARRA	XV	(CONT-TREN 97250)
o. 97252/3	TUDELA NAVARRA a CONSTANTI	J	(DE-TREN 97250)
o. 97254/5	TUDELA NAVARRA a CONSTANTI	S	(DE-TREN 97250)
o. 97305/4	LA NEGRILLA a VICALVARO-CLAS	S	
o. 97320/1	LA SALUD a LEON CLASIFICA	D	(TTE EXC DEL 87301/LE 521 M)
o. 97380/9	LA SALUD a SILLA	M	(TTE-EXCEPCIONAL-87306)
o. 97361/0	LA NEGRILLA a BILBAO MERCANC	X	(TLE500M)
o. 97380/1	LA SALUD a CONSTANTI	V	(TTE EXCEP DEL 87306)
o. 97523/2	CONSTANTI a VILAR FORMOSO	MJ	
o. 97531/2	CONSTANTI a LA SALUD	J	(TTE-EXCEPCIONAL-87530)
o. 97535/4	CONSTANTI a LA SALUD	S	(TTE-EXCEPCIONAL-87530)
o. 97730/1	BILBAO MERCANC a LA NEGRILLA	M	(TLE 503 M TTE EXC DEL 87705)
o. 98363/2	LA NEGRILLA a BILBAO MERCANC	S	(TLE 503M)
o. 98440	SILLA a LES PALMES	J	(TTE-EXCEPCIONAL)
o. 98666	BARNA MORROT a BILBAO MERCANC	MJ	(TLE500M)
o. 98660/1	BILBAO MERCANC a LA NEGRILLA	V	
o. 98640/1	BILBAO MERCANC a SILLA	MJ	(TLE 470M)
o. 98666/7	BILBAO MERCANC a BARNA MORROT	LX	(TLE500M)
o. 99460/1	SILLA a CONSTANTI	X	
o. 99460/1	LES PALMES a BILBAO MERCANC	J	(TLE 470M)
o. 99462/3	SILLA a BILBAO MERCANC	S	(TLE 470 M SUST A 8862 TBA 120)

Ejemplo de listado de trenes programados por el Adif. Concretamente para la empresa Transfesa Rail

Otra documentación base para este estudio ha sido la lista de terminales de mercancías operativas actualmente descritas en la declaración sobre la red del 2016. A estas terminales se

les ha sumado aquellos ramales privados, obteniéndose así un listado completo de “nodos de generación y recepción” de trenes de mercancías.



Mapa indicativo de las terminales públicas de mercancías. Fuente: OFE 2014

Partiendo de la documentación presentada, el estudio se ha elaborado creando matrices origen destino. Los destinos se organizan en zonas geográficas dentro de las cuales se engloban diferentes “nodos de generación” de trenes de mercancías. El reparto en zonas geográficas obedece a criterios de visualización y volumen generado. Por ejemplo, el nodo “Barcelona” engloba todas las terminales de la ciudad condal (Morrot, Can Tunís) mientras que el nodo “Cataluña” incluye a otras de terminales de la comunidad (Constantí, La Llagosta...). A continuación, se muestra el listado de nodos y las terminales englobadas en cada uno.

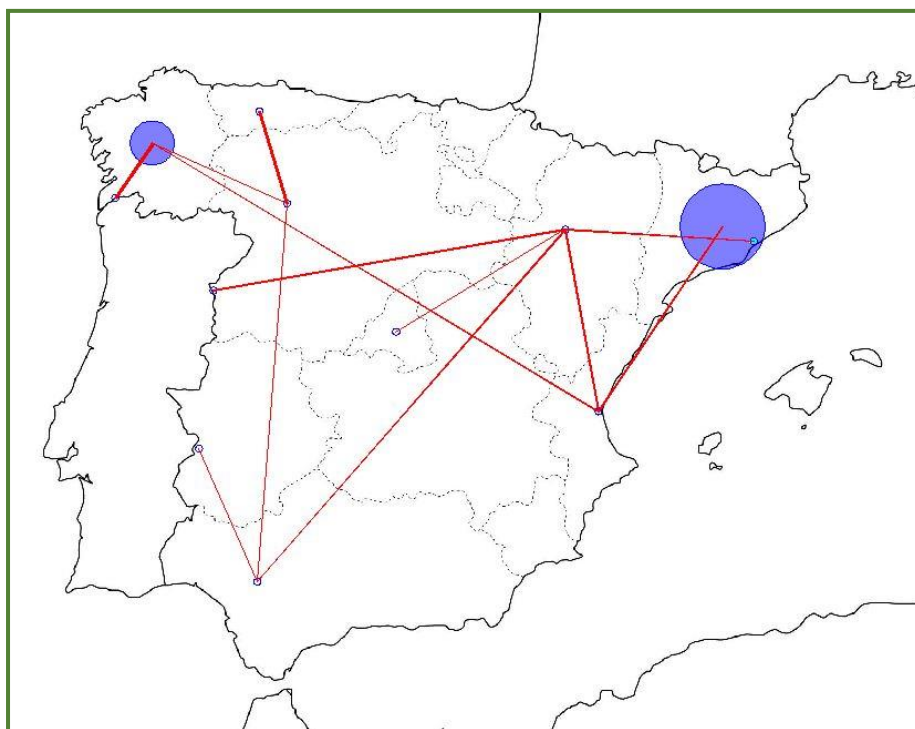
Galicia	A Coruña, A Susana, Ferrol, Pontevedra, Vigo-Guixar, Vilagarcía de Arousa, Lugo, Monforte de Lemos, As Gándaras, Ourense, Taboadela, Central Térmica de Meirama
Asturias	Lugo de Llanera, Soto de rey, San Juan de Nieva, Viella, Trasona, Avilés, Tudela Veguin, Cantera Naranco.
Cantabria	Mataporquera, Muriedas, Torrelavega.
Bilbao	Bilbao Mercancías, Sestao.
Irun-Frontera	Irún, Lezo-Rentería, Pasaia.
Zona Miranda	Miranda de Ebro, Briviesca, Villafria, Pancorbo, Júndiz.
Castilla y León	León, Cosmos, Medina del Campo, Salamanca, Tejares-Chamberí, Palencia Valladolid, Campezo, Venta de Baños, Arévalo, Ponferrada.
Vilar de Formoso (Frontera)	Vilar de Formoso
Valencia de Alcantara (Frontera)	Valencia de Alcántara
Aragón -Navarra-La Rioja	Altsasu, Féculas-Navarra, Noain, Pamplona, Selgua, Grisen, El Espartal, Zuera, Canfranc, Samper
Zaragoza	Cobrería, Plaza, Arrabal.
Portbou/Lim.TPFerro	Portbou, Cerbere, Límite TP Ferro
Barcelona	Can Tunís, Morrot
Cataluña	Constantí, Castellbisbal, Flix, Granollers, La Llagosta, Manresa, Martorell, Martorell-Seat, Moncada Bif, Pla Villanoveta, Girona
Valencia - Sagunt - Alicante	Sagunt, Valencia Fuente San Luis, Silla, Alicante-Benalúa, Burriana, Ford
Murcia	Escombreras, Murcia-Mercancías
Comunidad de Madrid	Algodor, Aranjuez, Torrejón.
Madrid	Vicálvaro, Villaverde, Fuencarral, Vallecas, Azuqueca de Henares, Abroñigal.
Sevilla	La Negrilla, Majarabique.
Andalucía	Granada, Linares-Baeza, Málaga-Los prados, Córdoba-El Higuero, Huelva, Algeciras, Pto. Sta. María, San Roque, Bobadilla, La Roda de Andalucía.
Extremadura	Badajoz, Mérida, Cáceres, Zafra.
Puertollano	Puertollano-Refinería.
Valença do Minho (Frontera)	Valença do Minho
Alcazar de San Juan	Alcazar de San Juan

Como se ha descrito anteriormente, el estudio de tráfico se ha elaborado creando matrices origen-destino las cuales pueden ser consultadas en el Anejo 1 (estudio de tráfico).

	Galicia	Asturias	Cantabria	Bilbao	Irún-Fr	Zona Miranda	CyL
Galicia	132						17
Asturias		44					42
Cantabria			16				
Bilbao							
Irún-Fr							
Zona Miranda		20		16	23		
CyL	11	63	58		11		21

Vista parcial de una matriz origen-destino.

En dichas matrices, se indica el número de trenes semanales grafiados por Adif para cada una de las relaciones, siendo por tanto el flujo total, la suma de ambas mitades de la tabla. Los recorridos de la diagonal (mismo origen-destino) reflejan los trenes interiores de esa zona geográfica. Se han realizado estudios de tráfico para las siguientes compañías: Renfe Mercancías, Comsa Rail-Takargo, Continental Rail, Acciona Rail, Logitren, Transfesa Rail y otro para la suma de todas ellas. El resultado final se ha representado gráficamente como se muestra a continuación:



Ejemplo de diagrama de tráfico de la empresa Iberocargo Rail (Alianza Comsa Rail+Takargo Rail)

El grosor de las líneas que representan los tráficos es proporcional al número semanal de trenes. Por ejemplo, 32 trenes semanales entre el Puerto de Gijón (nodo Asturias) y Ponferrada (nodo Castilla y León) se representan con una línea de 3.2mm de grosor. A su vez, los tráficos interiores de 60 trenes entre terminales del nodo Cataluña se representan con una circunferencia de radio 60mm. El resto de gráficos de flujos de mercancías pueden ser consultados en el Anejo 1 (estudio de tráficos).

Conclusiones al estudio de tráficos:

La primera gran conclusión que se obtiene del análisis de tráficos, es que gran parte de los servicios se centran en la mitad norte de España, destacando como nodos de generación Cataluña (con especial atención a Barcelona), Bilbao, Madrid, Zaragoza y la zona Navarro-Aragonesa, así como Valencia. La mitad sur está representada casi únicamente por Sevilla y otras terminales andaluzas, así como por Puertollano.

Se puede observar como los tráficos intermodales se encuentran principalmente en aquellos servicios que interconectan los principales puertos del país entre sí o con puntos de consumo interiores como Madrid. Esto se ve muy claramente en el gráfico de la empresa Continental Rail, dedicada especialmente a estos tráficos. En él se ve como gran parte de sus servicios consisten en interconectar entre sí Madrid, Bilbao, Barcelona, Valencia y Sevilla.

Otro flujo fácilmente apreciable es aquel que conecta el levante (Cataluña y Comunidad Valenciana principalmente) con la cornisa cantábrica y la frontera francesa de Irún-Hendaya. La estratégica situación de terminales como las de las zonas de Zaragoza y Miranda de Ebro hace que en estas se generen tráficos a múltiples zonas, hasta el punto de que gran parte de los nodos considerados tienen alguna conexión con estas.

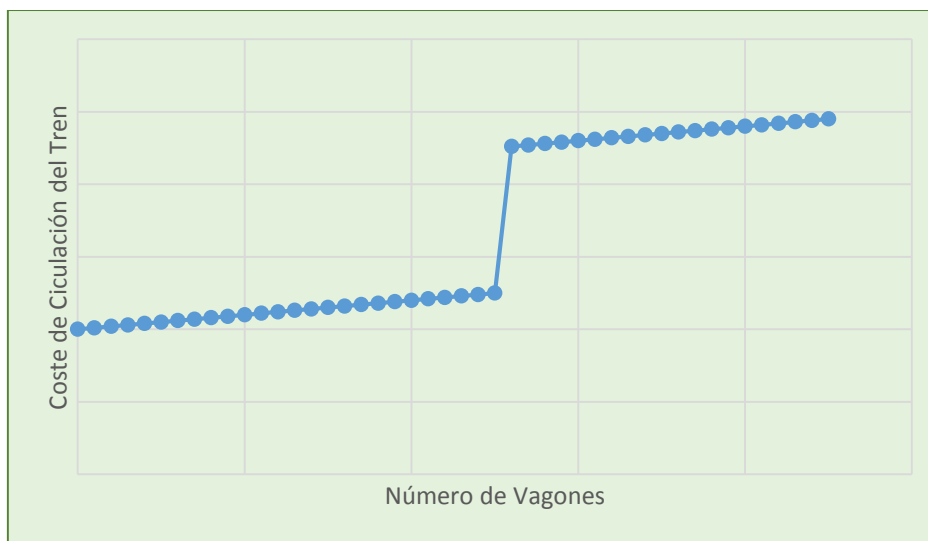
En cuanto a los tráficos interiores, las comunidades de Galicia y Cataluña son con diferencia aquellas que más tienen. En Cataluña, estos servicios están en gran parte ligados a tráficos de corto recorrido relacionados con la automoción como los servicios Cargometro a la fábrica de Seat en Martorell. Por su parte, los tráficos interiores gallegos están principalmente generados en los puertos, que importan materias primas a las industrias de la comunidad como los trenes de carbón, cereal o bioetanol entre el puerto de A Coruña y la central térmica de Meirama, la fábrica de Coren en Bonxe o la de bioetanol de Teixeiro respectivamente.

5.5 CÁLCULOS AUXILIARES PREVIOS AL ANÁLISIS DE LA RED

Antes de afrontar el análisis de la red ferroviaria es necesario fijar las características óptimas que será necesario garantizar para la mejora de la competitividad del sector ferroviario de mercancías.

Longitud Máxima:

La longitud de un tren es un claro indicador de su rentabilidad. La circulación de un tren de mercancías (o de cualquier otro tren) tiene unos costes fijos muy importantes. El canon de circulación, el coste del personal, el coste de la energía de tracción, la amortización del material tractor son algunos de los principales costes, los cuales son en gran parte independientes al número de vagones del tren, es decir; un tren capaz de transportar más carga podrá “diluir” mejor sus costes fijos ocasionando una mayor rentabilidad para el operador. Esta afirmación tiene algunos matices ya que, si para llevar más carga es necesario duplicar los recursos de tracción, los costes volverán a aumentar como se puede ver en la siguiente gráfica.



Es decir, los costes se pueden representar como una función “continua a trozos” donde cada escalón supone un aumento de los recursos de tracción. Se observa por tanto que el punto óptimo sería el número de vagones justo anterior a un aumento de tracción.

Los expertos consultados, cifran la longitud equivalente del punto óptimo para trenes de contenedores (principal tráfico junto al de automóviles limitado por longitud) en los 600 metros. Aunque ha habido experiencias por parte de Renfe Mercancías de trenes de 750 metros estos no han sido óptimos. La dificultad de encontrar corredores con tal nivel de demanda hace poco rentable un tren de esa longitud.



Los TLE 750 de Renfe exigen dobles tracciones generando además traslados de material.

Además, las operadoras privadas, caracterizadas en muchos casos por menos recursos de tracción así como por una mayor sensibilidad a la rentabilidad, han desechado la idea de operar trenes de 750 metros, limitándose a 600 metros en aquellos corredores que lo permiten, principalmente entre Madrid y Valencia.

Rampa Máxima:

Las rampas son uno de los principales condicionantes de los trenes de mercancías. La medida usada en la declaración sobre la red del Adif es la “rampa característica”. Esta se define como la rampa geométrica más un incremento también en milésimas que busca reflejar otras resistencias adicionales como pueden ser las generadas por curvas cerradas.

En función de la influencia de las rampas se pueden definir dos tipos de trenes de mercancías. Por un lado, los trenes de mercancías pesados, es decir aquellos en los que existe gran diferencia entre carga máxima y carga en vacío. Buenos ejemplos son los trenes siderúrgicos, trenes de gránulos o madera. En este tipo de trenes, se agotará antes la capacidad de arrastre de la o las locomotoras antes que la longitud máxima admisible por la línea. Al estar limitados por la potencia de tracción, estos trenes son muy sensibles a las rampas. Por otra parte, están los trenes de mercancías ligeros o limitados por volumen como pueden ser los trenes de contenedores o de automóviles. En estos casos la carga viene delimitada en la mayoría de los casos por los metros de longitud de la composición y no por la potencia de tracción.

Los trenes limitados por carga están relacionados con aquellas mercancías “cautivas” por el ferrocarril ya que la gran capacidad de carga de este sistema lo convierte en el más idóneo para este tipo de cargas, sin embargo; este tipo de servicios está en franca decadencia en la red de

Adif. Las nuevas operadoras han apostado claramente por el tráfico de contenedores y el sector del automóvil es un cliente fuerte en la península.



Dos locomotoras diésel serie 333.3 de Renfe con 3000CV cada una son necesarias para mover un corto tren de 14 vagones cargados de madera por Galicia .Servicio A Susana-Valença do Minho.



Portacoches Ávila-Barcelona Can Tunís, un servicio claramente limitado por longitud.

En el apartado anterior se han establecido 600 metros de longitud como una longitud óptima para un tren de contenedores. Siendo este tipo de tráfico de importancia estratégica además de estar en un punto casi intermedio entre los trenes claramente limitados por carga (siderúrgicos) y claramente limitados por longitud (automóviles) se buscará un valor de rampa característica que garantice la circulación de trenes de contenedores de dicha longitud. Para este cálculo se usarán las hojas de cargas máximas de locomotoras del Adif. Para convertir la carga máxima establecida para un modelo de locomotora en longitud de la composición se establecerán diferentes tipos de servicios y un tipo de vagón para cada uno de la siguiente manera:

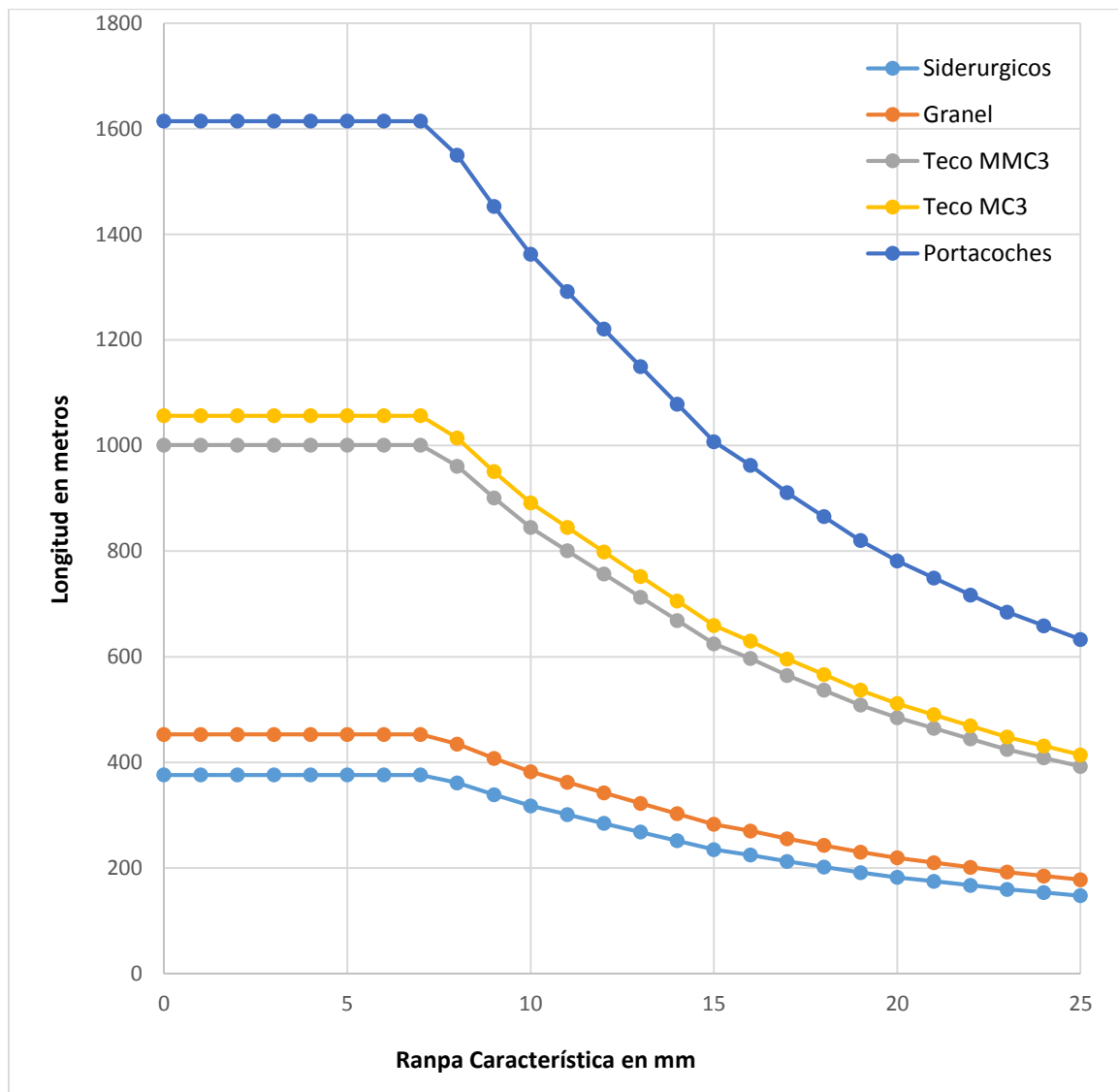
TIPO TREN	VAGÓN REFERENCIA	LONGITUD	CARGA	VAGÓN CARGADO
Siderúrgico	Shimms 	12,04 m	56,6 Tn	79,46 Tn
Granel/Madera	Ealos 	14,40 m	57 Tn	79,05
Contenedores (vagón 2 ejes)	MC3 	13,86 m	20* Tn	32,8* Tn
Contenedores (vagón 4 ejes)	MMC3 	19,90 m	30* Tn	49,7* Tn
Automóviles	Laaers 	31,00 m	10** Tn	48** Tn

Notas:

* Se considera un peso por TEU de 10 Tn. El vagón MC3 puede transportar 2 TEU y el MMC3 3 TEU.

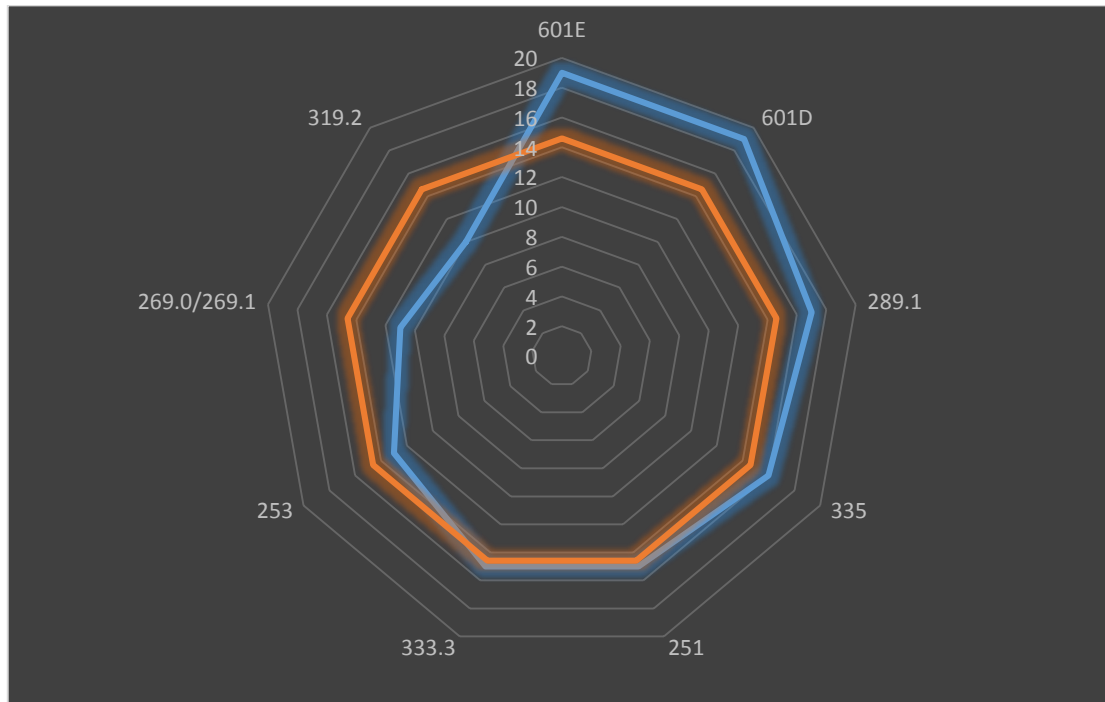
**Se considera un peso por automóvil de 1 Tn. Un vagón Laaers puede transportar 10 automóviles.

Relacionando carga y longitud a través de estos vagones, y conociendo la carga máxima de cada serie de locomotoras según la rampa característica se puede calcular la longitud máxima para cada tipo de tren según la rampa. A continuación, se muestra el ejemplo de una locomotora diésel Euro 4000 de Vossloh. El resto de tablas y gráficas pueden ser consultadas en el Anejo 2 (cálculos auxiliares).



Relación de longitudes de tren para una locomotora Euro 4000

Juntando los resultados obtenidos para todas las series de locomotoras analizadas en rampa máxima con un tren de contenedores puro de vagones MMC3 de 600 metros se obtienen los siguientes valores:



Nota: Para las series 269 y 319 se ha considerado la subserie más baja en funcionamiento por ser la más restrictiva. Las locomotoras 601E y 601D corresponden a la locomotora Bitrac en modo eléctrico y diésel respectivamente.

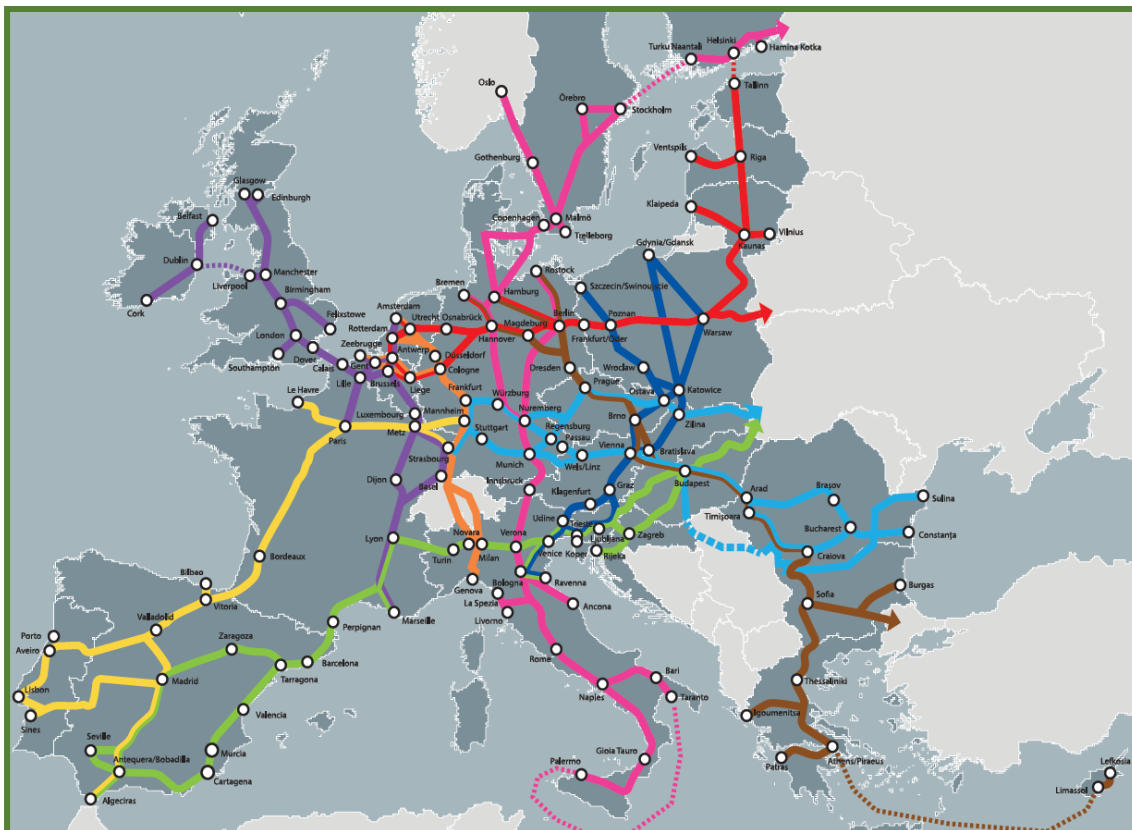
En naranja se ha marcado la media de los 9 casos analizados obteniéndose como resultado 14,67mm. Es decir, hasta una rampa característica de 15mm las principales locomotoras del parque motor ferroviario de mercancías podrían arrastrar un tren de contenedores de 600 metros.

En resumen, de aquí en adelante se considerarán como características básicas mínimas para mejorar la competitividad del sector ferroviario de mercancías las siguientes:

- Rampa característica máxima: 15 milésimas.
- Longitud Máxima: 600 metros.

5.6 ANÁLISIS DE LA RED FERROVIARIA

La primera aproximación al estudio de la red será definir cuáles son aquellas líneas consideradas como estratégicas. Para ello se tomarán aquellas incluidas en los corredores transeuropeos de mercancías. El Reglamento (UE) 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 estableció una serie de corredores europeos de mercancías para aumentar la competitividad del ferrocarril frente a otros medios de transporte. Estos corredores europeos de mercancías constituyen asimismo la espina dorsal de las Redes Transeuropeas de Transporte definidas en los Reglamentos UE 1315/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de Diciembre de 2013 sobre las orientaciones de la Unión para el desarrollo de la Red Transeuropea de Transporte, y 1316/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de Diciembre de 2013 por el que se crea el Mecanismo “Conectar Europa”. Seis de los nueve corredores ferroviarios para transporte de mercancías están operativos desde el pasado 11 de noviembre de 2013. Entre ellos, dos transcurren por España y cuentan con la participación de Adif. Son los Corredores Atlántico (antes Corredor Ferroviario de Mercancías 4) y Corredor Europeo de Mercancías 6, parte de los Corredores Atlántico y Mediterráneo de la Red TEN-T, respectivamente.



Corredores transeuropeos de mercancías

Junto a las líneas comprendidas en los corredores transeuropeos se añadirán otras que por el estudio de tráficos realizado anteriormente se consideran de significativa importancia para la competitividad del sector.



Rojo: Corredor Atlántico europeo de mercancías.

Azul: Corredor Mediterráneo europeo de mercancías.

Verde: Otras líneas consideradas importantes que ya cumplen las características básicas definidas anteriormente.

Amarillo: Otras líneas consideradas importantes que no cumplen las características básicas definidas anteriormente.

A continuación, se razonarán los criterios que han llevado a considerar importantes otras líneas fuera de los corredores transeuropeos:

Línea Vigo-Medina del Campo:

En el sur de Galicia, principalmente en Vigo, se generan trenes de contenedores y automóviles con destinos tales como Pinto (Madrid), La Llagosta (Cataluña), Zaragoza-Plaza o Valladolid.

La ruta actual es vía Monforte de Lemos y Ponferrada, una ruta de gran dificultad geográfica. Los trenes están limitados a 465 metros y la rampa máxima es de 23mm. La línea Ourense-Medina del Campo llamado comúnmente “Directo de Zamora” es una línea de mejores perfiles y escaso tráfico. Tan solo un servicio regional (Puebla de Sanabria – Valladolid) y los trenes de larga distancia Galicia – Madrid recorren esta línea además de algún esporádico mercancías. La progresiva construcción de nuevos tramos de alta velocidad está liberando a esta línea del tráfico de viajeros por lo en pocos años podría convertirse en una conexión de mayores prestaciones de la meseta con Galicia.

Línea León-Palencia:

Por su situación forma el tronco de la “antena cantábrica” del corredor atlántico a la que se conectan las comunidades de Cantabria y Asturias. Con una longitud máxima excepcional de 600 metros y 12mm de rampa máxima está dentro de los umbrales marcados anteriormente.

Línea Palencia-Santander:

Es una línea de gran importancia sobre todo para el tráfico de automóviles. Actualmente cuenta con únicamente con 4 surcos aptos para 608 metros y con rampas de 22 milésimas.

Línea Colmenar Viejo-Burgos:

El llamado “Directo de Burgos” se encuentra actualmente cerrado entre Colmenar Viejo y Aranda de Duero y con únicamente servicio de mercancías entre esta y Burgos. Con unos perfiles más suaves (12mm frente a 18mm) que la línea actual por Ávila es una opción atractiva para un corredor de mercancías. Expertos y compañías ferroviarias consultadas señalan su importancia y su intención de usarlo si se reabriera.

Conexión Norte de Corredores:

La Y formada por las líneas Zaragoza-Castejón de Ebro, Castejón de Ebro-Miranda de Ebro y Castejón de Ebro-Altsasu son la conexión natural en el norte entre los dos corredores transeuropeos de mercancías. El estudio de tráfico arroja además un intenso tráfico por estas lo que las hace especialmente importantes. Actualmente admiten longitudes inferiores a los 550m y contienen rampas de entre 10 y 17mm.

Alcázar de San Juan-Chinchilla:

Forma parte de la línea Madrid-Valencia la cual es actualmente la línea con mayores prestaciones en lo que a tráfico de mercancías se refiere. Aunque no está incluida en ningún corredor si se considera principal.

Córdoba-Sevilla:

Con la llegada de las compañías privadas, la capital hispalense ha experimentado un auge en el tráfico de mercancías. Siendo considerado además su puerto como nodal, se considera importante adapta este tramo de línea para que sea considerado como una antena al corredor atlántico.

Una vez presentadas las líneas sobre las que se pretende actuar, se expondrán las características más importantes desde el punto de vista de los trenes de mercancías reflejadas en la declaración sobre la red. Estos datos se estructurarán según el esquema de líneas anteriormente presentado.

CORREDOR ATLÁNTICO:

El llamado corredor atlántico (o corredor ferroviario de mercancías número 4) entra en la península a través de la frontera de Irún-Hendaya. Discurre hacia el sur en forma de vía doble electrificada a través del puerto de Zumárraga. En Miranda de Ebro se une con su ramificación a Bilbao a través del puerto de Orduña, electrificado en vía única. Recorre las llanuras castellanas, Burgos, Palencia, Venta de Baños, Valladolid y Medina del Campo son las estaciones principales de este tramo. En esta última se bifurca, la vía doble electrificada continúa hacia Madrid a través de la Sierra del Guadarrama y una vía única sin electrificar parte dirección Salamanca y la frontera portuguesa. Tras bordear la capital, el corredor toma dirección hacia Alcázar de San Juan, la vía doble electrificada solo se interrumpe temporalmente para atravesar el paso de Despeñaperros. Antes, en la localidad manchega de Manzanares se bifurca la conexión sur con Portugal a través de Extremadura en vía única sin electrificar. Ya en Andalucía, la vía doble electrificada se transforma en única en Córdoba, y en simple sin electrificar en Bobadilla donde comienzan las fuertes rampas para llegar a Algeciras.

En la siguiente tabla se presentan las características básicas reflejadas en la declaración sobre la red:

CORREDOR ATLÁNTICO		LONGITUD MAX	LONGITUD EXC	RAMPA MÁXIMA SENTIDO NORTE	RAMPA MÁXIMA SENTIDO SUR	DOBLE VIA	ELECTRIFICADA	APTA
TRAMO	TRAMO							
HENDAYA - SAN SEBASTIAN	450	550	12	13	SI	SI		
SAN SEBASTIAN-ALTSASU	450	550	13	18	SI	SI		
ALTSASU-VITORIA	520	550	9	10	SI	SI		
VITORIA-MIRANDA DE ERRO	520	550	10	11	SI	SI		
MIRANDA DE ERRO-BURGOS	520	550	15	12	SI	SI		
BURGOS-VENTA DE BAÑOS	520	550	15	2	SI	SI		
VENTA DE BAÑOS-VALLADOLID	480	550	5	3	SI	SI		
VALLADOLID-MEDINA DEL CAMPO	480	550	11	9	SI	SI		
MEDINA DEL CAMPO-AVILA	480	550	5	10	SI	SI		
AVILA-VILLALBA G.	480	550	17	17	SI	SI		
VILLALBA G.-MADRID	480	550	18	17	SI	SI		
ENLACES MADRID	480	550	-	20?	SI	SI		
ARANJUEZ-CASTILLEJO AÑOVER	500	750	5	6	SI	SI		
CASTILLEJO AÑOVER-ALCAZAR SI	500	750	7	10	SI	SI		
ALCAZAR SI-MANZANARES	500	600	5	6	SI*	SI		
MANZANARES-LINARES BAEZA	500	600	16	13	NO*	SI		
LINARES BAEZA-ESPELÚY	550	600	13	5	NO	SI		
ESPELÚY-CORDOBA	550	600	12	11	NO	SI		
CORDOBA-BOBADILLA	500	600	17	17	NO	SI		
BOBADILLA-RONDA	500	550	18	24	NO	NO		
RONDA-ALGECIRAS	500	550	23	22	NO	NO		
ANTENA BILBAO								
MIRANDA DE ERRO-ORDUÑA	450	500	12	18	NO	SI		
ORDUÑA-BAKALDO	450	500	0	14	NO	SI		
BAKALDO-SANTURTZI	450	500	13	13	NO	SI		
CONEXIÓN NORTE PORTUGAL								
MEDINA DEL CAMPO-SALAMANCA	550	600	11	10	NO	NO*		
SALAMANCA-FR. PORTUGAL	550	600	17	18	NO	NO*		
CONEXIÓN SUR PORTUGAL								
MANZANARES-CIUDAD REAL	400	460	5	5	NO	SI		
CIUDAD REAL-PUERTOLLANO	500	515	12	13	NO	SI		
PUERTOLLANO-ALMORCHÓN	400	460	16	17	NO	NO		
ALMORCHÓN-MERIDA	400	460	16	15	NO	NO		
MERIDA-FR. PORTUGAL	400	460	9	10	NO	NO		

Desde el punto de vista de las rampas podemos observar como el máximo fijado de 15mm se incumple varios puntos. Es importante a la hora de proponer soluciones, identificar con detalle donde se sitúan estas rampas y en que entorno. Para ello se ha recurrido a perfiles longitudinales de cada línea, así como a las llamadas “hojas de 2km”. Las tablas resultado de estos estudios en detalle pueden ser consultadas en el anejo 3 (estudio de líneas). A modo de ejemplo se incluye a continuación el del tramo San Sebastian – Altsasu.

SAN SEBASTIAN									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	3,3	400	570	-3,3	-400	570		5,3	-5,3
	1	0	1200	-1	0	1200		1,0	-1,0
	1,2	400	520	-1,2	-400	520		3,2	-3,2
	3,3	500	452	-3,3	-500	452		4,9	-4,9
HERNANI									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	4,4	500	480	-4,4	-500	480		6,0	-6,0
	10	400	4100	-10	-400	4100		12,0	-12,0
	5	0	800	-5	0	800		5,0	-5,0
	-0,5	700	800	0,5	-700	800		0,6	-0,6
ANDOAIN									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	1,9	500	350	-1,9	-500	350		3,5	-3,5
	2	400	1380	-2	-400	1380		4,0	-4,0
VILLABONA-CIZURQUIL									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	2,6	0	750	-2,6	0	750		2,6	-2,6
	3,8	500	2170	-3,8	-500	2170		5,4	-5,4
	2,9	500	1955	-2,9	-500	1955		4,5	-4,5
	4,6	500	1389	-4,6	-500	1389		6,2	-6,2
TOLOSA									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	5	550	400	-5	-550	400		6,5	-6,5
	2,8	350	480	-2,8	-350	480		5,1	-5,1
	7,1	550	1505	-7,1	-550	1505		8,6	-8,6
	5,4	500	538	-5,4	-500	538		7,0	-7,0
	2,4	500	825	-2,4	-500	825		4,0	-4,0
ALEGRIA DE ORIA									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	4,4	500	1495	-4,4	-500	1495		6,0	-6,0
	6,8	500	1620	-6,8	-500	1620		8,4	-8,4
LEGORRETA									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	6,4	0	1057	-6,4	0	1057		6,4	-6,4
	3,1	450	541	-3,1	-450	541		4,9	-4,9
	5,7	600	1229	-5,7	-600	1229		7,0	-7,0
	6,5	300	600	-6,5	-300	600		9,2	-9,2
	4,9	500	620	-4,9	-500	620		6,5	-6,5
VILLAFRANCA									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	7,4	400	347	-7,4	-400	347		9,4	-9,4
BEASAIN									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	5,5	0	302	-5,5	0	302		5,5	-5,5
	10,9	300	490	-10,9	-300	490		13,6	-13,6
	5,6	300	302	-5,6	-300	302		8,3	-8,3
	14,8	300	367	-14,8	-300	367		17,5	-17,5
	15,3	300	787	-15,3	-300	787		18,0	-18,0
	15,2	300	2101	-15,2	-300	2101		17,9	-17,9
	14,7	400	451	-14,7	-400	451		16,7	-16,7
	16,4	400	1235	-16,4	-400	1235		18,4	-18,4
	15,5	300	8608	-15,5	-300	8608		18,2	-18,2
	16,1	300	2328	-16,1	-300	2328		18,8	-18,8
	10,7	300	507	-10,7	-300	507		13,4	-13,4
	16,7	0	838	-16,7	0	838		16,7	-16,7
	13,2	215	283	-13,2	-215	283		16,9	-16,9
ZUMARRAGA									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	10	0	456	-10	0	456		10,0	-10,0
	12,8	0	706	-12,8	0	706		12,8	-12,8
	14,9	500	5142	-14,9	-500	5142		16,5	-16,5
	14,4	300	644	-14,4	-300	644		17,1	-17,1
BRINCOLA									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	15,5	500	2942	-15,5	-500	2942		17,1	-17,1
	12,9	500	334	-12,9	-500	334		14,5	-14,5
	10	100	2619	-10	-100	2619		18,0	-18,0
	8,9	300	452	-8,9	-300	452		11,6	-11,6
	14,5	300	1614	-14,5	-300	1614		17,2	-17,2
	8,38	300	1314	-8,38	-300	1314		11,0	-11,0
	10	400	2214	-10	-400	2214		12,0	-12,0
	6,3	500	314	-6,3	-500	314		7,9	-7,9
	1,3	0	314	-1,3	0	314		1,3	-1,3
	4,7	0	800	-4,7	0	800		4,7	-4,7
	-9,9	-500	1425	9,9	500	1425		-11,5	11,5
	-10,5	-2000	2180	10,5	2000	2180		-10,9	10,9
	-9,7	-550	375	9,7	550	375		-11,2	11,2
	-10,5	-300	1670	10,5	300	1670		-13,2	13,2
	-9,7	-400	1350	9,7	400	1350		-11,7	11,7
	-1,3	0	550	1,3	0	550		-1,3	1,3
ALTSASU									

Para la realización del estudio en detalle se han tomado los datos de las rampas más relevantes en cuanto a gradiente y/o longitud. A su vez, se ha tomado nota de los radios mínimos de presentes en dicha rampa. De tal forma se calcula la rampa característica la cual, como se puede comprobar, coincide con la reflejada en la declaración sobre la red.

Para el caso en concreto del tramo analizado vemos como las rampas características de 18mm no son puntuales, sino que se extienden de forma casi constante entre las estaciones de Beasain y la mitad de la interestación Brincola-Altsasu.

Veamos ahora los resultados obtenidos para el resto de puntos donde se exceden las 15 mm de rampa característica:

Tramo Analizado	Rampa Declaración Red	Resultado Análisis
San Sebastian-Altsasu	18mm (dir. Sur)	Rampas de gran longitud entre Beasain y mitad interestación Brincola-Altsasu. Correspondientes al puerto de Zumarraga
Miranda de Ebro-Burgos	15 mm (dir.norte) 12 (dir. Sur)	Rampa puntual localizada en la nueva variante de Burgos. En sentido contrario existen rampas continuadas de 10-12mm entre Miranda y Santa Olalla.
Burgos-Venta de Baños	15 mm (dir.norte)	Rampa puntual localizada en la nueva variante de Burgos.
Ávila-Villalba Guadarrama	17 mm (dir.norte) 17 (dir. Sur)	Rampas de gran longitud ubicadas en la sierra del Guadarrama
Villalba G. - Madrid	18 mm (dir.norte) 17 (dir. Sur)	Rampas de gran longitud ubicadas en la sierra del Guadarrama
Manzanares-Linares Baeza	16 mm (dir.norte) 13 (dir. Sur)	Ubicadas en el paso por el desfiladero de Despeñaperros, entre las estaciones de Linares-Baeza y Almuradiel.
Córdoba-Bobadilla	17 mm (dir.norte) 17 (dir. Sur)	Tramo con rampas importantes y continuadas en varios sentidos. La pendiente de 17mm reflejada en la DSR se encuentra en los alrededores de la estación de Montilla. En el resto del tramo no se superan las 15mm
Bobadilla-Ronda	18 mm (dir.norte) 24 (dir. Sur)	Grandes rampas distribuidas por todo el tramo.
Ronda-Algeciras	23 mm (dir.norte) 22 (dir. Sur)	Grandes rampas distribuidas por todo el tramo.

En cuanto a longitudes máximas se observa como tan solo el tramo Aranjuez – Córdoba así como la “conexión norte” con Portugal cumplen el límite mínimo de 600 metros previamente fijado.

CORREDOR MEDITERRÁNEO:

El llamado corredor mediterráneo (o corredor ferroviario de mercancías número 6) entra en la península a través de la frontera de Cerbere – Portbou. Atraviesa Cataluña de norte a Sur pasando por las localidades de Girona, Granollers y Tarragona. Al sur de esta comunidad, el

corredor se ramifica. Una de las ramas sigue el mar mediterráneo cruzando las localidades de Castelló y Valencia llegando hasta la comunidad de Murcia. La otra rama se adentra hacia el interior cruzando Aragón mediante dos itinerarios, uno por Lleida y otro por Mora la Nova; ambos confluyen en la ciudad de Zaragoza desde donde se dirigen a Madrid vía Calatayud. En la capital de España, este corredor se une al corredor atlántico.

En la siguiente tabla se presentan las características básicas reflejadas en la declaración sobre la red:

CORREDOR MEDITERRÁNEO	INTERIOR CATALUÑA	LONGITUD MAX	LONGITUD EJC	RAMPA MÁXIMA SENTIDO NORTE	RAMPA MÁXIMA SENTIDO SUR	DOBLE VÍA	ELECTRIFICADA	APT A
CERBERE-GIRONA	500	500		15	15	SI	SI	
GIRONA-MACANET	500	575		10	10	SI	SI	
MACANET-CASTELLIBSAL	500	575		18	15	SI	SI	
CASTELLIBSAL-SANT VICENÇ CALDERS	500	575		14	13	SI	SI	
SANT VICENÇ CALDERS-PLANA PICAMOXONS	500	575		8	14	NO	SI	
SANT VICENÇ CALDERS-TARRAGONA	450	550		9	6	SI	SI	
TARRAGONA-REUS	500	575		1	15	SI	SI	
PLANA PICAMOXONS-REUS	500	575		14	3	NO	SI	
REUS-MORA LA NOVA	500	575		17	14	NO	SI	
TRONCO CENTRAL								
PLANA PICAMOXONS-LLEIDA	500	575		17	17	NO	SI	
LLEIDA-TARDIENTA	500	575		17	18	NO	SI	
TARDIENTA-LA CARTUJA	500	575		14	10	NO	SI	
MORA LA NOVA-LA CARTUJA	500	575		19	16	NO	SI	
CIRCUNVALACIÓN ZARAGOZA	500	575		17	18	SI*	SI	
CASETAS-RICLA	500	575		2	10	SI	SI	
RICLA-CALATAYUD	500	550		0	10	NO	SI	
CALATAYUD-ARIZA	500	550		0	10	SI	SI	
ARIZA-TORRALBA	500	550		0	16	SI	SI	
TORRALBA-GUADALAJARA	550	550		14	8	SI	SI	
GUADALAJARA-MADRID	550	550		8	17	SI	SI	
TRONCO MEDITERRÁNEO								
TARRAGONA-BIF CALATAYUD	500	575		12	11	NO	SI	
BIF CALATAYUD-AUDEA	500	575		11	12	SI	SI	
LALDEA-CASTELLÓ	500	550		15	14	SI	SI	
CASTELLÓ-SAGUNT	500	550		7	14	SI	SI	
SAGUNT-VALENCIA	500	550		11	12	SI	SI	
VALENCIA-SILLA	440	550		5	5	SI	SI	
SILLA-XATIVA	500	750		7	11	SI	SI	
XATIVA-BIF VALLEDA	500	750		10	14	SI	SI	
BIF VALLEDA-ALACANT	450	500		17	6	NO	SI	
ALACANT-EL REGUERÓN	350	350		14	12	NO	NO	
EL REGUERÓN-CARRIAGEVA	500	550		14	15	NO	NO	
ANTENA LORCA								
BIF VALLEDA-CHINGHILLA	500	750		13	13	NO	NO	
CHINGHILLA-MURCIA CARGAS	500	550		13	9	NO	NO	
MURCIA CARGAS-LORCA	500	550		9	16	NO	NO	

Realizando un análisis en detalle del mismo modo, al expuesto en el apartado anterior se obtienen los siguientes resultados de origen y localización de las rampas superiores a 15mm.

Tramo Analizado	Rampa Declaración Red	Resultado Análisis
Cerbere - Girona	15 mm (dir.norte) 15 (dir. Sur)	Rampas distribuidas en ambos sentidos en varios puntos del tramo.
Maçanet - Catellbisbal	18 mm (dir.norte) 15 (dir. Sur)	La principal rampa se encuentra entre las estaciones de Granollers y Cardedeu.
Tarragona - Reus	15 mm (dir.sur)	Distribuidas en ambos puntos del tramo.
Plana P. - Lleida	17 mm (dir.norte) 17 mm (dir.sur)	Distribuidas en todo el tramo.
Lleida - Tardienta	17 mm (dir.norte) 18 (dir. Sur)	Las principales rampas se encuentran en el entorno de la estación de Sariñena
Mora la Nova – La Cartuja	19 mm (dir.norte) 16 (dir. Sur)	Ubicada en el ascenso a Pradell sentido norte y el entorno de Nonaspe sentido sur.
Circunvalación Zaragoza	19 mm (dir.norte) 16 (dir. Sur)	Ubicadas en toda la variante pero de escasa longitud.
Ariza - Torralba	16 (dir. Sur)	Entre las estaciones de Arcos de Jalón y Medinaceli. Tramo encajonado en valle con curvas cerradas.
Guadalajara - Madrid	17 (dir. Sur)	Localizada en el entorno de la estación de Vicálvaro.
L`Aldea - Castelló	15 mm (dir.norte)	Localizada en el entorno de la estación de L`Aldea.
Bif. Vallada - Alacant	17 mm (dir.norte)	Se extiende a lo largo de 5Km desde la estación de Elda sentido Alicante.

LÍNEA VIGO-MEDINA DEL CAMPO:

Esta línea comienza en Vigo, recorre el sur de Galicia pasando por Ourense desde donde continúa hacia Puebla de Sanabria y Zamora uniéndose al corredor atlántico de mercancías en la localidad de Medina del Campo. Sus características reflejadas en la declaración sobre la red son las siguientes:

VIGO-MEDINA DEL CAMPO							
TRAMO	LONGITUD MAX	LONGITUD EXC	RAMPA MÁXIMA SENTIDO NORTE	RAMPA MÁXIMA SENTIDO SUR	DOBLE VIA	ELECTRIFICAD	APTA
VIGO-REDONDELA	400	465	12	13	NO	SI	
REDONDELA-GUILLAREI	400	465	15	18	NO	SI	
GUILLAREI-OURENSE	500	550	12	17	NO	SI	
OURENSE-PUEBLA DE SANABRIA	500	550	17	17	NO	NO	
PUEBLA DE SANABRIA-ZAMORA	500	550	13	7	NO	NO	
ZAMORA-MEDINA DEL CAMPO	500	550	7	10	NO	NO	
CONEXIÓN CON FRONTERA PORTUGUESA	LONGITUD MAX	LONGITUD EXC	RAMPA MÁXIMA SENTIDO NORTE	RAMPA MÁXIMA SENTIDO SUR	DOBLE VIA	ELECTRIFICAD	APTA
GUILLAREI-FRONTERA	400	465	11	15	NO	NO	

Aunque presenta rampas superiores a 15mm, esta línea se plantea como una alternativa al actual recorrido vía Monforte y Ponferrada, razón por la cual, ya supone una mejora.

LÍNEA LEÓN - PALENCIA:

Esta línea conecta la meseta con Cantabria a través del puerto del Pozazal, el cual provoca importantes rampas en sentido sur.

SANTANDER-PALENCIA							
TRAMO	LONGITUD MAX	LONGITUD EXC	RAMPA MÁXIMA SENTIDO NORTE	RAMPA MÁXIMA SENTIDO SUR	DOBLE VIA	ELECTRIFICADA	APTA
PALENCIA-MATAPORQUERA	450	550	8	8	NO	SI	
MATAPORQUERA-SANTANDER	450	550	11	22	NO	SI	

CONEXIÓN NORTE DE CORREDORES:

Se denomina así a la Y que forman las líneas Casetas-Castejón de Ebro, Castejón de Ebro-Miranda de Ebro y Castejón de Ebro-Altsasu. Localizadas en las comunidades de Aragón, Burgos, La Rioja y Navarra comunican los corredores Atlántico (Miranda de Ebro) y Mediterráneo (Casetas).

RIOJA-NAVARRA							
TRAMO	LONGITUD MAX	LONGITUD EXC	RAMPA MÁXIMA SENTIDO NORTE	RAMPA MÁXIMA SENTIDO SUR	DOBLE VIA	ELECTRIFICADA	APTA
CASSETAS-CASTEJÓN DE EBRO	500	575	10	8	SI	SI	
CASTEJÓN DE EBRO-PAMPLONA	500	550	17	17	NO	SI	
PAMPLONA-ALTSASU	500	550	16	13	NO	SI	
CASTEJÓN DE EBRO-LOGROÑO	450	550	9	2	NO	SI	
LOGROÑO-MIRANDA DE EBRO	450	550	12	13	NO	SI	

Las principales rampas se encuentran en Navarra, concretamente en las localidades de Pamplona y Biurrun.

5.7 PROPUESTAS PARA LA AMPLIACIÓN DE LA LONGITUD MÁXIMA

Adif define dos tipos de longitud máxima en su red. La longitud máxima normal es aquella mínima que se puede garantizar en un determinado tramo y viene definido por la longitud más pequeña de apartado en una estación determinada. La longitud máxima excepcional es aquella que es posible garantizar en determinados surcos o horarios. Es decir, hay determinados momentos del día en los que un tren de mayor longitud que la normal, podrá circular ya que solo tendrá que apartarse en estaciones con una longitud suficiente para él y no en las más pequeñas. Estos surcos son muy cotizados por las empresas ferroviarias, y su número depende del día y del tráfico de la línea. Cuanto mayor es el tráfico, más difícil será ofrecer surcos de longitud excepcional.

A la hora de proponer mejoras en la longitud máxima se buscará ampliar los surcos disponibles de longitud excepcional, proponiendo la ampliación de estaciones concretas y no de las de toda la línea.

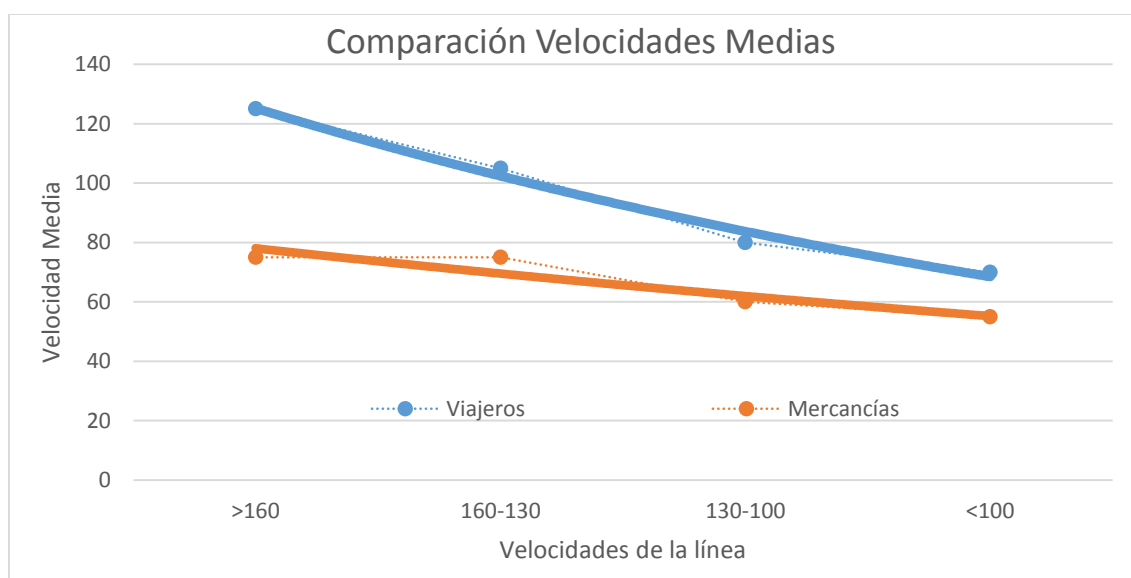
Ha sido necesario, por tanto, construir un proceso que permita determinar que estaciones deben ser ampliadas. Dicho proceso se basa en la simulación de mallas tipo, es decir; crear horarios teóricos que permitan averiguar el número de estaciones donde es necesario apartar un tren de longitud excepcional.

Las mallas ferroviarias relacionan tiempos y distancias. Siendo el tiempo función de la velocidad de los trenes en un tramo, el primer paso ha sido determinar la velocidad a la que los trenes circularán por cada tramo. Dado el carácter de anteproyecto de este trabajo, las velocidades se han calculado de forma genérica. Se ha realizado una descomposición de los tramos de la red en 4 grupos según su velocidad característica (aquella más representativa de entre todos los límites de velocidad).

Velocidad Característica	Tramos
>160	LÁLDEA – CASTELLÓ CASTELLÓ – SAGUNT SAGUNT – VALENCIA XATIVA – BIF. VALLADA
160-130	VITORIA-MIRANDA DE EBRO MIRANDA DE EBRO-BURGOS BURGOS-VENTA DE BAÑOS VENTA DE BAÑOS-VALLADOLID VALLADOLID-MEDINA DEL CAMPO MEDINA DEL CAMPO-AVILA ARANJUEZ-CASTILLEJO AÑOVER CASTILLEJO AÑOVER-ALCAZAR SJ ALCAZAR SJ-MANZANARES MANZANARES-CIUDAD REAL CIUDAD REAL-PUERTOLLANO PUERTOLLANO-ALMORCHÓN ALMORCHÓN-MERIDA MERIDA-FR.PORTUGAL TARRAGONA-BIF.CALAFAT PLANA PICAMOIXONS-LLEIDA LLEIDA-TARDIENTA TARDIENTA-LA CARTUJA MORA LA NOVA-LA CARTUJA CIRCUNVALACIÓN ZARAGOZA CASETAS-RICLA RICLA-CALATAYUD CALATAYUD-ARIZA ARIZA-TORRALBA TORRALBA-GUADALAJARA GUADALAJARA-MADRID VALENCIA-SILLA

	<p>SILLA-XATIVA XATIVA-BIF.VALLADA BIF.VALLADA-ALACANT SEVILLA-LOS ROSALES LOS ROSALES-CORDOBA MANZANARES-LINARES BAEZA AVILA-VILLALBA G. VILLALBA G.-MADRID ENLACES MADRID MIRANDA DE EBRO-ORDUÑA MEDINA DEL CAMPO-SALAMANCA SALAMANCA-FR. PORTUGAL CERBERE-GIRONA GIRONA-MAÇANET MAÇANET-CASTELLBISBAL CASTELLBISBAL-SANT VICENÇ CALDERS SANT VICENÇ CALDERS-PLANA PICAMOIXONS SANT VICENÇ CALDERS-TARRAGONA TARRAGONA-REUS PLANA PICAMOIXONS-REUS REUS-MORA LA NOVA ALACANT-EL REGUERÓN EL REGUERÓN-CARTAGENA BIF.VALLADA-CHINCHILLA CHINCHILLA-MURCIA CARGAS MURCIA CARGAS-LORCA PUEBLA DE SANABRIA-ZAMORA ZAMORA-MEDINA DEL CAMPO CASETAS-CASTEJÓN DE EBRO CASTEJÓN DE EBRO-PAMPLONA PAMPLONA-ALTSASU CASTEJÓN DE EBRO-LOGROÑO LOGROÑO-MIRANDA DE EBRO</p>
130-100	
<100	<p>HENDAYA - SAN SEBASTIAN SAN SEBASTIAN-ALTSASU ALTSASU-VITORIA ORDUÑA-BARAKALDO BARAKALDO-SANTURTZI VIGO-REDONDELA REDONDELA-GUILLAREI GUILLAREI-ORENSE ORENSE-PUEBLA DE SANABRIA PALENCIA-MATAPORQUERA MATAPORQUERA-SANTANDER</p>

Una vez clasificados los tramos en función de su velocidad característica, se ha realizado un estudio para determinar la velocidad media de los trenes en cada tipo de línea. Para el cálculo de velocidad media de trenes de viajeros se han recopilado tiempos de viaje de trenes tipo Alvia de renfe y dividido su tiempo de recorrido en un tramo entre la distancia del mismo. Para trenes de mercancías se ha seguido un proceso similar, recopilando testimonios y datos de tiempos de viaje. El resultado obtenido se representa en la siguiente gráfica.

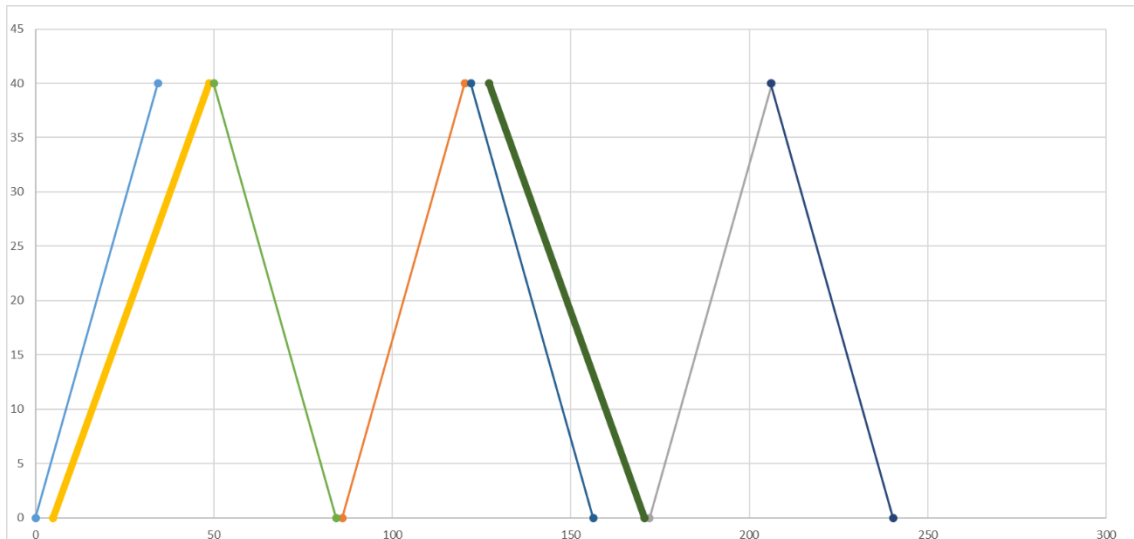


El objetivo de este proceso es conocer, cada cuantos kilómetros debe situarse una estación con longitud mínima de apartado de 600 metros en función de la velocidad característica de la línea y de su nivel de tráfico.

Por cuestiones de seguridad en la explotación no se admitirán más de 50 Km entre dos estaciones de longitud excepcional. Se considera que, por encima de esa distancia, cualquier tipo de avería o anomalía tendría graves perjuicios para la explotación. Podría ser por ejemplo el caso de un tren de 600 metros al que se le detecta una caja de grasa con temperatura elevada. El tren deberá reducir su velocidad y apartarse donde sea posible para subsanar el problema. Con interestaciones superiores a los 50Km este tren tendría que recorrer una distancia elevada en condiciones degradadas pudiendo ocasionar problemas en la explotación.

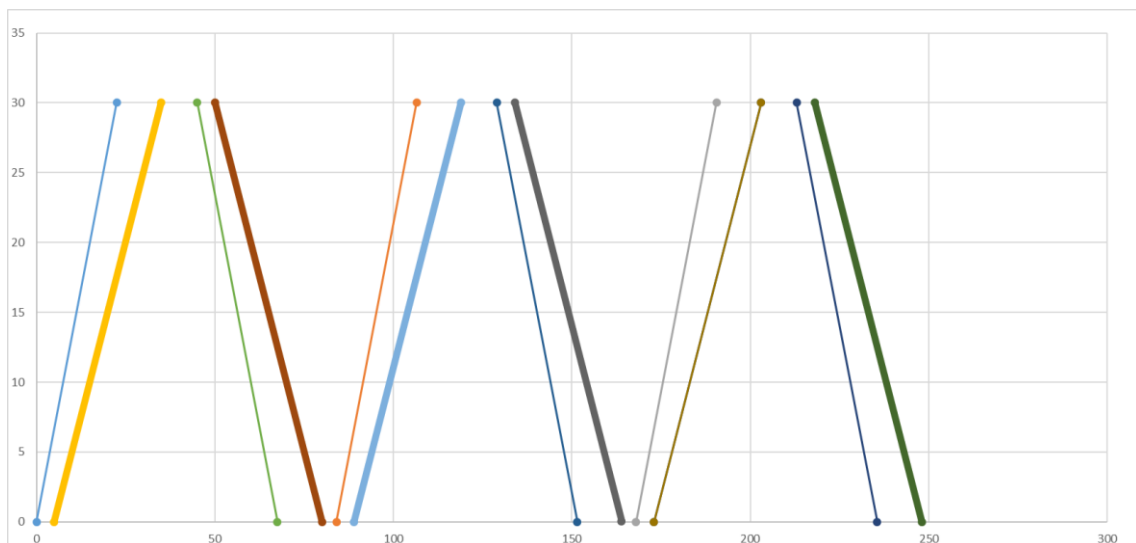
Se han limitado 5 escenarios de tráfico de viajeros y 5 para mercancías, por tanto, se han calculado 25 casos de tráfico distintos. A su vez, se han realizado los cálculos tanto para vía única como doble para cada grupo de velocidades características. Es decir, se han simulado 200 condiciones de explotación obteniendo para cada una la longitud necesaria de separación entre estaciones.

Se ha considerado que una longitud de interestación es suficiente cuando se puede obtener una malla que permita introducir los surcos de mercancías necesarios para ese nivel de tráfico sin afectar a la malla inicial de viajeros. Veamos un ejemplo de malla para un nivel de tráfico de 200 trenes de viajeros y 100 de mercancías semanales en un tramo de vía única de velocidad característica <100 Km/h.



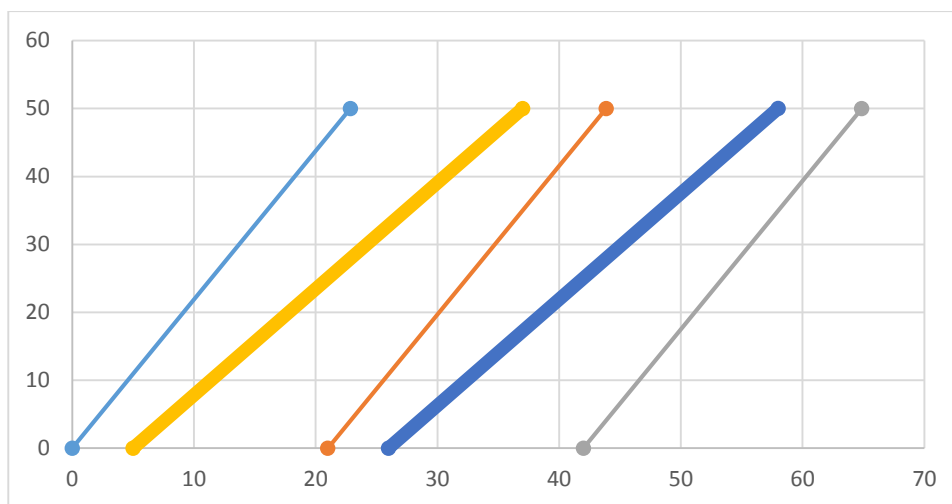
Malla teórica de 200 trenes de viajeros y 100 de mercancías en vía única <100Km/h

Los trenes de mercancías están marcados con trazo más grueso. Los horarios se han calculado repartiendo el número de trenes semanales equitativamente en 7 días y en 20 horas para cada día (se suponen 4 horas diarias de interrupción por mantenimiento). Como se puede observar, el resultado obtenido es el de 40 km entre ambas estaciones. En el siguiente ejemplo de 200 trenes de viajeros y 200 mercancías en vía única tipo 130-100 Km/h vemos como el valor obtenido es de 30 Km.



La confección de estas mallas se ha realizado buscando las configuraciones más óptimas. Es decir, los trenes de mercancías parten “a cantón” detrás de un tren de viajeros.

Para las mallas de vía doble se han confeccionado mallas que eviten el adelantamiento de un tren de viajeros a un mercancías. A continuación, se muestra un ejemplo de tramo de vía doble.



Una vez presentados los cálculos, se reflejarán los resultados obtenidos, los cuales se han estructurado en 8 tablas según el tipo de vía (doble o simple) y la velocidad característica.

Vía Doble Línea >160					
	Tráfico de Viajeros Semanal				
Trenes de Mercancías	Muy Bajo (<20)	Bajo (20-100)	Medio (100-200)	Alto (200-300)	Muy Alto (>300)
Muy Bajo (<10)	50	50	50	50	40
Bajo (10-50)	50	50	50	50	40
Medio (50-100)	50	50	50	50	40
Alto (100-200)	50	50	50	50	40
Muy Alto (>200)	50	50	50	50	40
Vía Doble Línea 160-130					
	Tráfico de Viajeros Semanal				
Trenes de Mercancías	Muy Bajo (<20)	Bajo (20-100)	Medio (100-200)	Alto (200-300)	Muy Alto (>300)
Muy Bajo (<10)	50	50	50	50	50
Bajo (10-50)	50	50	50	50	50
Medio (50-100)	50	50	50	50	50
Alto (100-200)	50	50	50	50	50
Muy Alto (>200)	50	50	50	50	50

Vía Doble Línea 130-100					
	Tráfico de Viajeros Semanal				
Trenes de Mercancías	Muy Bajo (<20)	Bajo (20-100)	Medio (100-200)	Alto (200-300)	Muy Alto (>300)
Muy Bajo (<10)	50	50	50	50	50
Bajo (10-50)	50	50	50	50	50
Medio (50-100)	50	50	50	50	50
Alto (100-200)	50	50	50	50	50
Muy Alto (>200)	50	50	50	50	50
Vía Doble Línea <100					
	Tráfico de Viajeros Semanal				
Trenes de Mercancías	Muy Bajo (<20)	Bajo (20-100)	Medio (100-200)	Alto (200-300)	Muy Alto (>300)
Muy Bajo (<10)	50	50	50	50	50
Bajo (10-50)	50	50	50	50	50
Medio (50-100)	50	50	50	50	50
Alto (100-200)	50	50	50	50	50
Muy Alto (>200)	50	50	50	50	50

Vía Única Línea >160					
	Tráfico de Viajeros Semanal				
Trenes de Mercancías	Muy Bajo (<20)	Bajo (20-100)	Medio (100-200)	Alto (200-300)	Muy Alto (>300)
Muy Bajo (<10)	50	50	50	30	30
Bajo (10-50)	50	50	50	30	30
Medio (50-100)	50	50	40	30	30
Alto (100-200)	50	50	40	20	20
Muy Alto (>200)	50	30	30	20	20
Vía Única Línea 160-130					
	Tráfico de Viajeros Semanal				
Trenes de Mercancías	Muy Bajo (<20)	Bajo (20-100)	Medio (100-200)	Alto (200-300)	Muy Alto (>300)
Muy Bajo (<10)	50	50	50	30	30
Bajo (10-50)	50	50	50	30	30
Medio (50-100)	50	50	40	30	30
Alto (100-200)	50	50	40	20	20
Muy Alto (>200)	50	30	30	20	20
Vía Única Línea 130-100					
	Tráfico de Viajeros Semanal				
Trenes de Mercancías	Muy Bajo (<20)	Bajo (20-100)	Medio (100-200)	Alto (200-300)	Muy Alto (>300)
Muy Bajo (<10)	50	40	40	30	30
Bajo (10-50)	50	40	40	30	30
Medio (50-100)	50	40	40	20	20
Alto (100-200)	50	40	30	20	20
Muy Alto (>200)	50	30	20	10	10
Vía Única Línea <100					
	Tráfico de Viajeros Semanal				
Trenes de Mercancías	Muy Bajo (<20)	Bajo (20-100)	Medio (100-200)	Alto (200-300)	Muy Alto (>300)
Muy Bajo (<10)	50	40	40	30	30
Bajo (10-50)	50	40	40	30	30
Medio (50-100)	50	40	40	20	20
Alto (100-200)	50	30	30	20	10
Muy Alto (>200)	50	20	20	10	10

Con los datos obtenidos resulta sencillo determinar que estaciones deben de ser ampliadas, pongamos un ejemplo: El tramo Miranda de Ebro-Orduña, de 63 Km de longitud. Es un tramo de vía única con velocidad característica 130-100 Km/h. El nivel de tráfico de viajeros es bajo (20-100 trenes semanales). El de mercancías, según el estudio expuesto con anterioridad, es de 89 trenes semanales. Se considera que todas las soluciones propuestas se deben dimensionar previendo un aumento de los tráficos. Por tanto, el valor estimado actual se multiplicará por un coeficiente de 1.5, de tal forma que el tráfico de mercancías de cálculo será alto (100-200). Consultando las tablas anteriores se obtiene que la interestación máxima para garantizar estos niveles de tráfico es de 40Km. Dada la longitud del tramo analizado, será necesario ampliar una estación intermedia. La candidata idónea es la estación de Izarra, situada en un punto medio entre Miranda de Ebro y Orduña. La mayor vía de apartado de esta estación mide 575 metros. Por lo tanto, será necesario ampliar esta hasta los 600m. La estimación de costes se realiza en el apartado correspondiente. Siguiendo este razonamiento, a continuación, se muestra la lista de estaciones que se propone ampliar:

Tramo Analizado	Tráfico Viajeros	Tráfico Mercancías	Propuesta Ampliación	Dificultad (metros)
Hendaya-San Sebastian	Medio	Alto	San Sebastian	Alta (530-600)
San Sebastian-Altsasu	Medio	Alto	Beasain Altsasu	Alta (540-600) Alta (520-600)
Altsasu-Vitoria	Bajo	Medio	Vitoria	Alta (480-600)
Vitoria-Miranda	Bajo	Medio	-	-
Miranda-Burgos	Alto	Medio	Briviesca	Media (450-600)
Burgos-Venta de Baños	Alto	Medio	Villodrigo	Baja (450-600)
Venta de Baños-Valladolid	Medio	Medio	Valladolid	Alta (400-600)
Valladolid-Medina del Campo	Medio	Medio	Medina del Campo	Media (450-600)
Medina del Campo-Ávila	Medio	Medio	Adanero	Baja (0-600)
Ávila-Villalba G.	Medio	Medio	Las Navas	Media (440-600)
Villalba G. - Madrid	Muy Alto	Medio	Villalba G.	Media (400-600)
Bobadilla-Ronda	Bajo	Bajo	Almargen Ronda	Baja (500-600) Baja (450-600)
Ronda-Algeciras	Bajo	Bajo	-	-
Miranda de Ebro-Orduña	Bajo	Alto	Izarra	Media (575-600)
Orduña-Barakaldo	Medio	Alto	-	-
Barakaldo-Santurtzi	Medio	Alto	-	-
Manzanares-Ciudad Real	Bajo	Bajo	-	-
Ciudad Real-Puertollano	Bajo	Bajo	Puertollano	Alta (500-600)
Puertollano-Almorchón	Bajo	Bajo	Almadenejos	Baja (430-600)
Almorchón-Mérida	Bajo	Muy Bajo	Campanario Mérida	Baja (0-600) Media (570-600)
Mérida-Frontera	Nulo*	Muy Bajo	Badajoz	Media (360-600)
Chinchilla-Murcia Cargas	Bajo	Muy Bajo	Hellín Cieza	Media (475-600) Baja (520-600)
Murcia Cargas-Lorca	Bajo	Muy Bajo	-	-

Vigo-Redondela	Medio	Medio	-	-
Redondela-Guillarei	Medio	Medio	Guillarei	Baja (400-600)
Guillarei-Ourense	Medio	Medio	Frieira Ourense	Alta (250-600) Media (465-600)
Ourense-Puebla de Sanabria	Bajo	Muy Bajo	Vilar de Barrio A Gudiña	Media (520-600) Media (520-600)
Puebla de Sanabria-Zamora	Bajo	Muy Bajo	Sarracín de Aliste	Baja (470-600)
Zamora-Medina del Campo	Muy Bajo	Muy Bajo	-	-
Palencia-Mataporquera	Bajo	Medio	Las Cabañas de Castilla	Baja (0-600)
Mataporquera-Santander	Medio	Medio	Lantueno Los Corrales de Buelna	Media (550-600) Media (0-600)
Casetas-Castejón de Ebro	Alto	Alto	Cortes de Navarra	Media (575-600)
Castejón de Ebro-Pamplona	Medio	Alto	Olite	Media (570-600)
Pamplona-Altsasu	Medio	Alto	Pamplona Uhart-Arakil Altsasu	Media (575-600) Media (500-600) Alta (520-600)
Castejón de Ebro-Logroño	Medio	Alto	Castejón Lodosa Recajo	Media (575-600) Baja (520-600) Baja (485-600)
Logroño-Miranda de Ebro	Medio	Alto	Cenicero Haro	Media (550-600) Baja (550-600)
Cerbere-Girona	Muy Alto	Medio	Portbou Figueres Girona	Alta (500-600) Media (500-600) Baja (500-600)
Girona-Maçanet	Muy Alto	Medio	Maçanet	Baja (400-600)
Maçanet-Castellbisbal	Muy Alto	Alto	Granollers Castellbisbal	Baja (575-600) Media (300-600)
Castellbisbal-Sant Vicent C.	Muy Alto	Alto	-	-
Sant Vicent C.-Plana P.	Muy Alto	Alto	Plana Picamoixons	Media (550-600)
Sant Vicent C-Tarragona	Muy Alto	Alto	Sant Vicent C Tarragona	Alta (550-600) Alta (550-600)
Tarragona-Reus	Muy Alto	Alto	Reus	Alta (575-600)
Reus-Mora la Nova	Alto	Alto	-	-
Plana P.-Lleida	Alto	Alto	Lleida	Alta (450-600)
Lleida-Tardienta	Medio	Alto	Monzón Grañén	Baja (550-600) Baja (485-600)
Mora la Nova-La Cartuja	Medio	Alto	Nonaspe Samper Quinto	Baja (575-600) Media (450-600) Baja (515-600)
Circunvalación Zaragoza	Alto	Alto	-	-
Casetas-Ricla	Medio	Alto	Ricla	Baja (550-600)
Ricla-Calatayud	Medio	Alto	Calatayud	Baja (520-600)
Calatayud-Ariza	Medio	Alto	Ariza	Baja (520-600)
Ariza-Torralba	Medio	Alto	Torralba	Media (550-600)
Torralba-Guadalajara	Medio	Alto	Guadalajara	Alta (450-600)
Guadalajara-Madrid	Muy Alto	Alto	-	-
Tarragona-Bif. Calafat	Muy Alto	Alto	Calafat	Media (575-600)
Bif. Calafat-L´Aldea	Muy Alto	Alto	-	-
L´Aldea-Castelló	Muy Alto	Alto	Alcanar Torreblanca Castelló	Baja (575-600) Baja (450-600) Alta (575-600)

Castelló-Sagunt	Muy Alto	Alto		
Sagunt-Valencia	Muy Alto	Alto	Sagunt Massafalsar	Media (550-600) Baja (550-600)
Valencia-Silla	Alto	Alto	Silla	Alta (550-600)
Bif.Vallada-Alacant	Alto	Medio	Elda San Vicent Raspeig	Media (500-600) Media (500-600)
Alacant-El Regueron	Alto	Medio	Orihuela Murcia	Alta (300-600) Alta (450-600)
El Reguerón-Cartagena	Alto	Bajo	-	-

5.8 PROPUESTAS PARA LA REDUCCIÓN DE RAMPAS MÁXIMAS

En el presente capítulo se propondrán actuaciones para reducir las rampas máximas en aquellos puntos donde se superen las 15mm que se han establecido como valor aconsejable para una correcta explotación.

Las propuestas planteadas en este apartado podrán actuaciones de obra civil, actuaciones sobre la explotación o actuaciones normativas. Previamente se van a presentar algunas propuestas generales.

Punto de Tracción Adicional:

Los refuerzos de tracción no son algo insólito en la red de Adif. Habitualmente Renfe acopla una locomotora diésel a los pesados trenes siderúrgicos que pretenden subir el Guadarrama. La locomotora empuja por cola la composición desde Ávila hasta La Cañada.



Doble tracción por cola entre Avila y La Cañada

Un Punto de Tracción Adicional (PTA) sería un tramo en el que cualquier operador, tendrá una locomotora disponible que le preste tracción adicional. Este servicio funcionaría de la misma forma que las maniobras en una terminal, donde Adif (u otra subcontrata) ofrece los servicios de maniobras como servicio complementario. El Adif, ya posee el material necesario para estos servicios, ya que tanto las locomotoras diésel serie 310 o 319 sería excelentes candidatas.



Locomotora serie 310 de Adif. Candidata perfecta para estos servicios.

Campañas para la conservación de la adherencia:

La adherencia es un factor clave en el ferrocarril. La reducción temporal del coeficiente de adherencia bien sea por humedad o suciedad afecta muy negativamente a la explotación. Otoño e invierno son los periodos más críticos. El agua unida a una capa biológica creada por las hojas al caer sobre los carriles y ser machacadas por los trenes reduce drásticamente el coeficiente de adherencia.



La locomotora de viajeros S.334 ha tenido que dejar su tren en Betanzos para socorrer a un mercancías con problemas de patinaje.

España no es un país sensibilizado con esta problemática. En zonas húmedas y con abundante vegetación como puede ser Galicia, los problemas se repiten casi a diario entre octubre y marzo. La propuesta respecto a este tema es la adquisición por parte del Adif de equipamiento específico para la limpieza de las vías como el que ya tienen países como Francia y Reino Unido. La limpieza periódica de los carriles ayudará a que el coeficiente de adherencia se degrade menos, haciendo la explotación más segura y fluida.



Ejemplo de tren de limpieza de carril con agua a presión.

Tramos de aumento de la adherencia:

Como se vio en el apartado anterior, la adherencia es clave para la explotación. La fuerza adherente es el resultado de multiplicar la componente normal del peso de los ejes tractores de un tren por el coeficiente de adherencia. Dado que el peso es prácticamente constante, la única forma de aumentar el esfuerzo capaz de aportar una locomotora es aumentar la adherencia con el carril. Existen varios métodos, siendo el que se va a proponer a continuación el que está dando mejores resultados. Probado en el metro de Helsinki, el método consiste en imprimir un patrón rugoso en la banda de rodadura del carril como se muestra en la siguiente imagen.



Patrón ranurado impreso sobre el carril

Cambios en la normativa de velocidades mínimas:

En las tablas de cargas máximas para las locomotoras, diseñadas por el Adif y presentadas anteriormente, se tienen en cuenta no solo la carga máxima que puede remolcar una locomotora, sino que se restringe la carga máxima a aquella que la locomotora puede remolcar para unos determinados requerimientos de velocidades mínimas garantizadas. Esta medida tiene lógica, dado que un tren a muy bajas velocidades podría perturbar la explotación de una línea, ocasionando por ejemplo retrasos en trenes de viajeros. Sin embargo, la progresiva apertura de líneas de alta velocidad está dejando muchos tramos de la red convencional casi en exclusiva para los trenes de mercancías, es por ello que se propone rebajar estas exigencias de velocidades mínimas para aquellos tramos donde la influencia con los tráficos prioritarios sea más reducida.

Buenas prácticas sobre la colocación de la carga:

La forma de ubicar la carga en el tren influye también en el avance del mismo, ya que la resistencia al avance generada por la fricción del aire no será siempre la misma. Así, por ejemplo, en trenes de contenedores, la ubicación de estos a continuación de la locomotora con los mínimos espacios intermedios revertirá en una menor resistencia al avance.

Por otra parte, el transporte de madera al aire libre también genera problemas de explotación. En zonas lluviosas, la madera aumenta de densidad con la lluvia, aumentando por tanto de peso. Por tanto, el tonelaje cargado puede aumentar provocando al tren problemas a la hora de circular. El uso de toldos o lonas ayudaría a paliar este problema.



Los vagones “ealos” usados para los tráficos de madera no evitan que el agua sature la madera ni que el agua se acumule en su interior

Uso de locomotoras específicas para mercancías:

La tendencia actual de los principales fabricantes a crear plataformas de locomotoras universales (uso para viajeros y mercancías) no es lo más interesante para un operador de mercancías español. Locomotoras como las Traxx de Bombardier usadas en España por Renfe y Comsa Rail se han demostrado insuficientes para muchos tráficos ya que es una locomotora pensada para tráfico tanto de mercancías como viajeros. Se recomienda por tanto el uso por parte de los operadores de locomotoras diseñadas específicamente para mercancías, con gran potencia, como pueden ser las Euro 4000 de Vossloh o las Bitrac de Caf.



Locomotoras 601 y 335 con un mercancías.

Con una longitud aproximada de 38Km de los cuales unos 20Km son en túnel, esta variante permite evitar las rampas del puerto de Zumárraga restando tráfico al nudo de Altsasu. La línea actual parte de Tolosa hacia Zumarraga (línea azul). Al llegar a Altsasu la línea se bifurca hacia Vitoria y Pamplona (línea amarilla). Esta variante podría además complementar a la Y Vasca para mejorar los servicios País Vasco – Cataluña.

Tramo Miranda de Ebro – Burgos – Venta de Baños:

En este tramo se localizan rampas de 15mm en la variante de Burgos. Dicha variante, de nueva creación dispone de plataforma para 3 vías aunque actualmente solo dispone de 2. La propuesta que se realiza para este tramo es el tendido de una tercera vía, que sea de uso exclusivo para trenes de mercancías funcionando como el carril de vehículos lentos de una autopista de tal forma que un mercancías subiendo a escasa velocidad no interfiera en el tráfico de viajeros.



Mercancías en la variante de Burgos. Se aprecia la rampa de 15mm así como el espacio para una tercera vía.

Tramo Ávila-Madrid:

Para evitar las fuertes rampas de la sierra del Guadarrama se hacen dos propuestas complementarias.

-Puntos de tracción adicional en los tramos Ávila – La Cañada y Villalba-La Cañada.

-Reapertura del tramo Colmenar Viejo – Aranda de Duero actualmente sin servicio por derrumbe parcial de un túnel. Esta reapertura supondría reducir la rampa característica máxima sentido norte de 18mm a tan solo 12mm. En sentido contrario la declaración sobre la red refleja una rampa de 18mm localizada en la conexión de esta línea con la variante de Burgos. Dado el

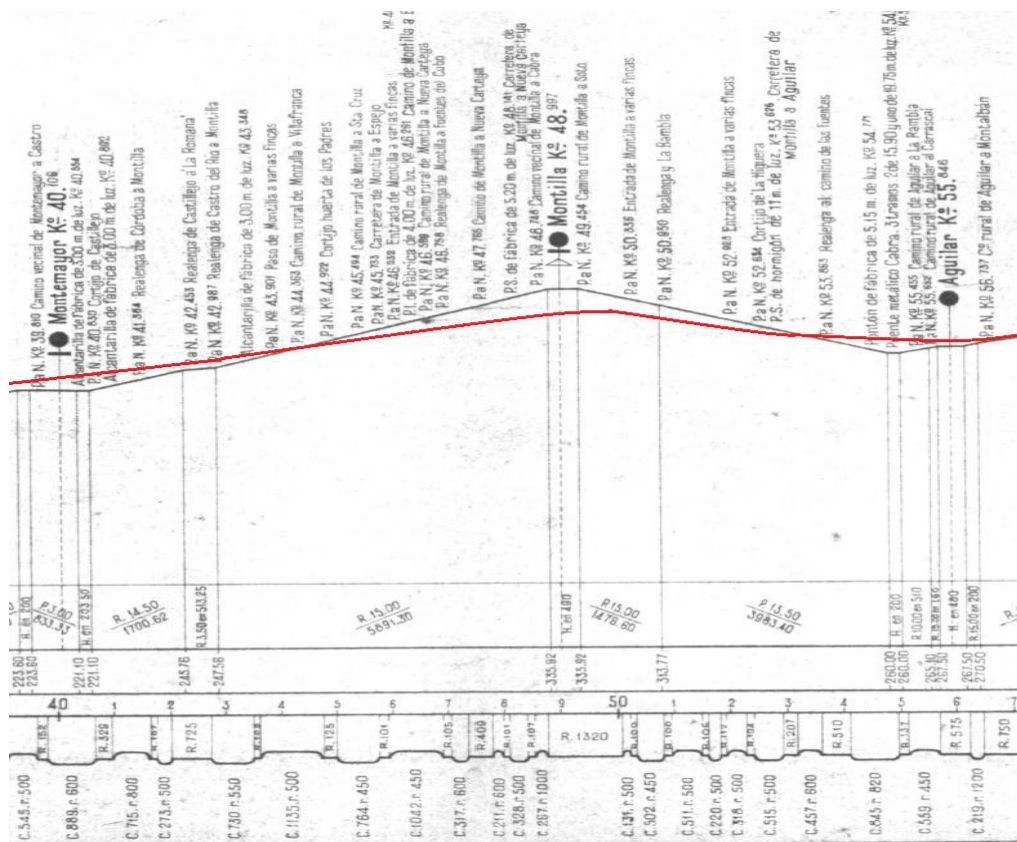
carácter de exclusividad para mercancías que tendría esta línea esta corta rampa puede ser paliada permitiendo menores velocidades mínimas.

Tramo Manzanares-Linares Baeza:

Las mayores rampas se localizan en el tramo Linares Baeza y Almuradiel. Las rampas geométricas no exceden las 15mm sin embargo las curvas cerradas aumentan este valor. Se propone una rectificación del trazado aumentando radios de curvas y reperfilando las rampas mayores. La inauguración de la variante de la A-4 a su paso por Despeñaperros añade espacio disponible para variar el trazado. Con este tipo de actuaciones se considera que se puede reducir la rampa característica sentido norte hasta las 14mm. Hasta la ejecución de las obras un punto de tracción adicional en este tramo aumentaría la capacidad.

Tramo Córdoba - Bobadilla:

Este tramo presenta pendientes que rondan las 15mm, sin embargo, el tramo Montemayor – Aguilar de la Frontera posee 17mm para superar la montaña que separa ambas localidades. La actuación sobre este tramo reduciendo las pendientes máximas, convertiría la rampa característica de este tramo en 15mm.

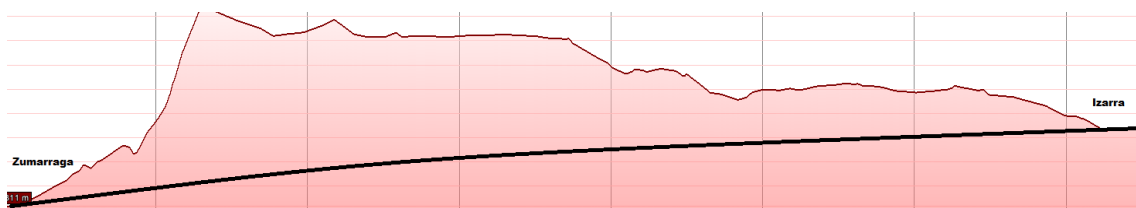
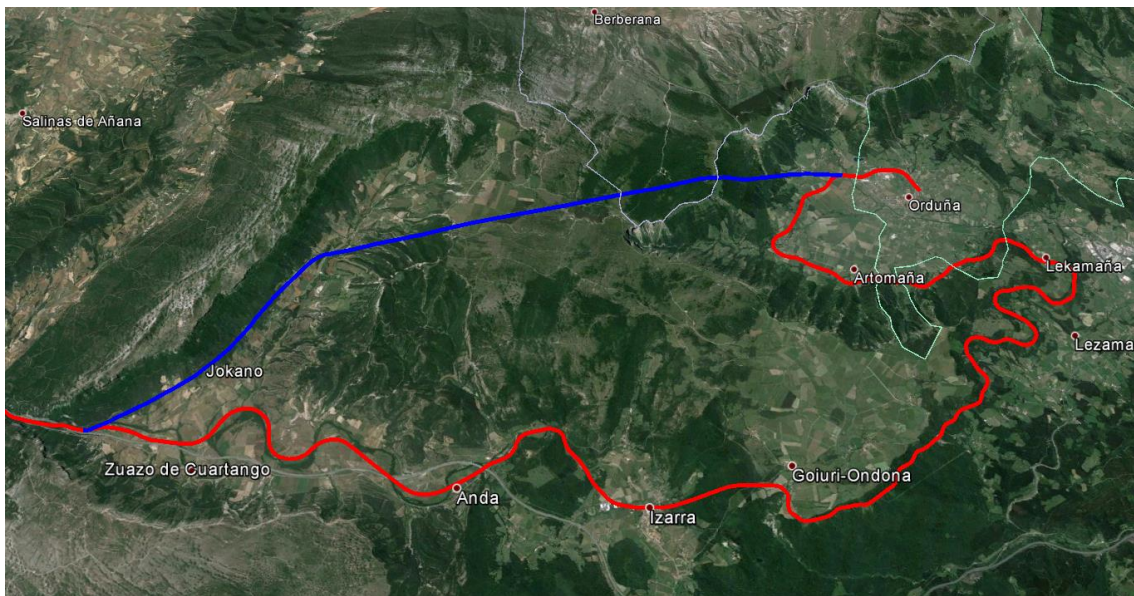


Tramo Bobadilla-Algeciras:

Este tramo presenta fuertes y continuadas rampas que hacen muy difícil encontrar una solución puntual. Se propone que la futura línea de alta velocidad entre Antequera y Algeciras se construya con parámetros de tráfico mixto garantizando pendientes inferiores a las 15mm y longitudes máximas de al menos 600m.

Tramo Miranda de Ebro-Orduña:

Presenta rampas de 18mm entre las estaciones de Zumarraga e Izarra. Se propone un punto de tracción adicional entre ambas estaciones. A mayores, sería interesante la construcción de un túnel de base entre ambas estaciones que evitara estas grandes rampas.



La variante (azul) consistiría en un túnel de 18Km y pendiente constante de 12,5mm.

Tramo Salamanca-Frontera Portuguesa:

Existen rampas y pendientes enlazadas de 17 y 18mm en ambos sentidos. Son de escasa longitud dando lugar a cambios de rasante que el tren sube “casi por inercia”. La electrificación de este tramo ya está en marcha lo cual ayudará a aumentar la potencia de las locomotoras. Dado

el carácter casi exclusivo de mercancías únicamente se propone permitir velocidades mínimas a los trenes de mercancías en este tramo.



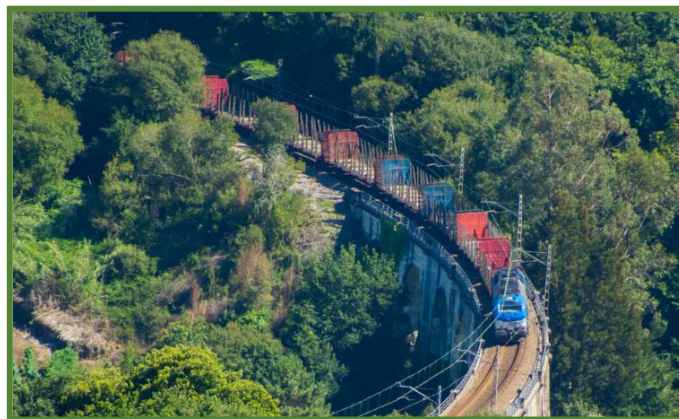
Ejemplo de los fuertes cambios de rasante de este tramo.

Tramo Puertollano-Mérida:

Al igual que el tramo analizado anteriormente, las rampas enlazadas son la principal característica de este tramo. Dado el escaso tráfico de la línea no se considera óptima su electrificación. Permitir velocidades mínimas menores se antoja la mejor opción.

Tramo Redondela-Guillarei:

La llamada rampa de “Os Valos” es donde se localizan las rampas de este tramo. Dado la poca longitud del mismo y la gran vegetación adyacente se propone actuar mediante campañas de limpieza del carril e impresión de patrón rugoso.



La vegetación adyacente condiciona mucho la adherencia en esta rampa.

Tramo Ourense-Puebla de Sanabria:

Aunque presenta 17mm de rampa característica, este tramo se propone como alternativa al usado actualmente vía Monforte de Lemos y Ponferrada. De este modo, estas rampas, aunque excesivas, suponen una reducción desde las 22 y 23 del otro trazado.

Tramo Mataporquera-Santander:

La subida al puerto del Pozazal supone rampas características de 22mm. Se propone un punto de tracción adicional en este tramo. Sin embargo, se debe resaltar que la mayoría de los servicios de mercancías actuales circulan vacíos en el sentido de las mayores rampas, por tanto, estas son menos limitantes de lo que cabría esperar. En el futuro, la LAV Palencia-Santander debería dimensionarse con criterios de LAV mixta con el fin de evitar dicho puerto.

Tramo Castejón de Ebro-Pamplona:

Las principales rampas se encuentran, como se puede comprobar en el anejo correspondiente, entre el entorno de la estación de Garinoain y la de Biurrun Campanas. Dada la geografía de la zona se propone la construcción de una variante de aproximadamente 12Km que salva el monte intermedio.

A su vez, la salida de la estación de Pamplona lado Altsasu presenta una rampa de 17mm y 1.3Km de longitud en curva de 450m de radio. El reperfilado de este tramo de forma que se rebaje la pendiente puede ser una obra compatible con la mejora de la integración en la ciudad. Con una pendiente menor se podría soterrar en parte este tramo urbano, favoreciendo el desarrollo de la ciudad y mejorando la capacidad de la línea.

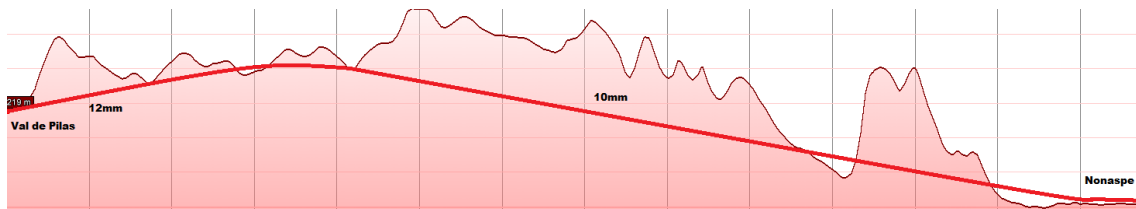
Tramo Los Rosales-Córdoba:

Rampa de corta longitud localizada a la salida de la estación cordobesa. La impresión de patrón ranurado y permitir velocidades mínimas menores se antojan suficientes para aumentar la capacidad de la misma.

Tramo Cerbere-Girona:

Con rampas características de 15mm, no se consideran necesarias grandes intervenciones siempre y cuando se permita una menor velocidad mínima en dichas rampas.

separadamente suponen rampas de 18mm (Zgz) y 17mm (Cat) la de Lleida y 16 (Zgz) y 19 (Cat) la de Mora; al explotarse de forma conjunta el corredor en este tramo presenta rampas de 17mm dirección Cataluña y 16mm dirección Zaragoza. Por tanto, las actuaciones en este tramo estarán enfocadas a disminuir la rampa de 16mm y no la de 19mm. Esta rampa se localiza entre las estaciones de Nonaspe y Fabara. Para evitarla, se propone una variante de 14Km entre las estaciones de Nonaspe y Val de Pilas.



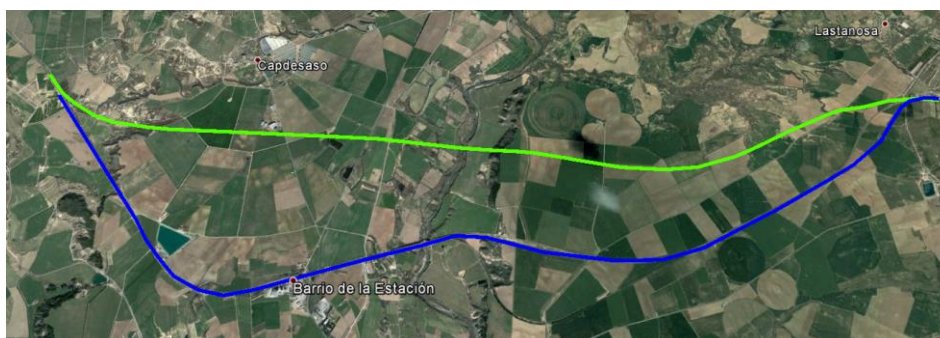
De esta forma la rampa de la línea se reduce hasta las 14mm sentido Zaragoza.

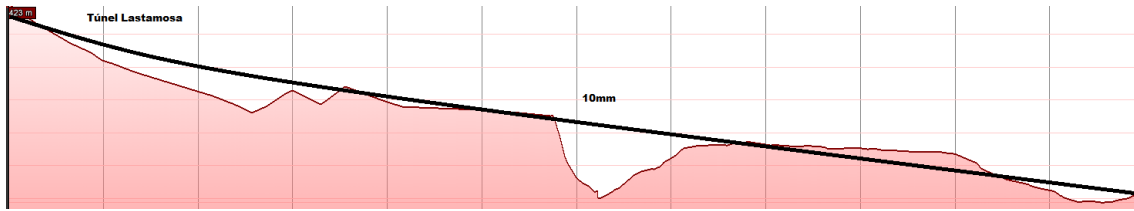


Tren Teco ascendiendo hacia Fabara

Tramo Plana P- Lleida:

La peor rampa de este tramo se encuentra en los alrededores de la estación de Sariñena. Se propone la construcción de una variante (en verde) de 12 Km que salve esta estación situada en un valle y conecte de nuevo con la vía actual (azul) en la boca del túnel de Lastamosa.





Tramo Ariza-Torralba:

Rampa 14.2mm con curvas 400m entre Arcos de Jalon y Medinaceli.

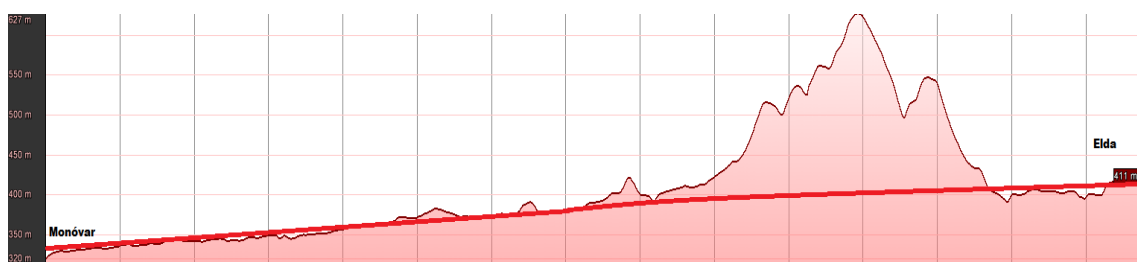
Se propone patrón ranurado en vía ascendente. Ampliar el radio de las curvas

Tramo Madrid-Guadalajara:

Rampas de escasa longitud en el entorno de Vicalvaro. Uso de patrón ranurado

Tramo Bif. Vallada-Alacant:

La rampa limitante de este tramo (17mm) se encuentra entre las estaciones de Monóvar y Elda; sin ella, el tramo no superaría las 15 mm. La solución propuesta es una variante de 7Km con un túnel de 2 Km y con un trazado en parte paralelo a la LAV Alicante-Madrid. La variante se marca en rojo en la imagen inferior, estando la LAV señalada en verde y la línea actual en azul.



5.9 PRESUPUESTOS Y CLASIFICACIÓN DE PROPUESTAS

A continuación, se expondrán los precios básicos para el cálculo del presupuesto de las alternativas propuestas. Estos precios han sido calculados tomando como referencia otros proyectos ferroviarios nacionales de características similares.

Variantes y nuevos tramos:

	Tipo de Terreno	Plataforma <i>M€/Km</i>	Vía <i>M€/Km</i>	Electrificación <i>M€/Km</i>	Señalización <i>M€/Km</i>	Total <i>M€/Km</i>
Vía Única No Electrificada	Llano	1.5	0.25	-	0.7	2.45
	Ondulado	5.55	0.25	-	0.7	6.5
	Montañoso	15	0.25	-	0.7	15.95
Vía Única Electrificada	Llano	1.5	0.25	0.16	0.7	2.61
	Ondulado	5.55	0.25	0.16	0.7	6.66
	Montañoso	15	0.25	0.16	0.7	16.11
Vía Doble No Electrificada	Llano	1.95	0.44	-	0.8	3.19
	Ondulado	6	0.44	-	0.8	7.24
	Montañoso	22.5	0.44	-	0.8	23.74
Vía Doble Electrificada	Llano	1,95	0.44	0.28	0.8	3.47
	Ondulado	6	0.44	0.28	0.8	7.52
	Montañoso	22.5	0.44	0.28	0.8	24.02

Ampliación Estaciones:

Tipo de Ampliación	Precio por metro de Vía
Dificultad de ampliación BAJA sin electrificar (terreno llano u ondulado en zona rural)	2.450 €
Dificultad de ampliación MEDIA sin electrificar (terreno montañoso o zona urbana de densidad media)	6.500€
Dificultad de ampliación ALTA sin electrificar (terreno montañoso y/o zona urbana de densidad alta)	16.000€
Dificultad de ampliación BAJA electrificada (terreno llano u ondulado en zona rural)	2.600€
Dificultad de ampliación MEDIA electrificada (terreno montañoso o zona urbana de densidad media)	6.700€
Dificultad de ampliación ALTA electrificada (terreno montañoso y/o zona urbana de densidad alta)	16.200€

Las propuestas serán clasificadas según su coste y su eficiencia. El coste ya ha sido descrito en el apartado anterior mientras que la eficiencia se ponderará según los siguientes coeficientes.

	Exige personal especializado	Exige mantenimiento periódico	No necesita personal ni mantenimiento especializado
Mejora en algunas condiciones la explotación	0,1	0,2	0,4
Permite pequeños aumentos de carga (<10%)	0,4	0,5	0,7
Permite grandes aumentos de carga (>10%)	0,7	0,8	1

Se considera personal especializado a la presencia necesaria de un trabajador bien ajeno o bien del administrador para el funcionamiento de la propuesta, este sería el caso por ejemplo de un cambiador de ancho o de un punto de tracción adicional.

Las campañas de limpieza de carriles, por ejemplo; son un ejemplo de medida que mejora en algunas condiciones la explotación ya que actuaría principalmente en los periodos de otoño e invierno.

La fórmula final de cálculo de la eficiencia de una propuesta será la siguiente:

$$Eficiencia = [(\%trenes\ limitados\ por\ peso) * Coef.\ eficiencia] + [(\%trenes\ limitados\ por\ longitud) * Coef.\ eficiencia]$$

Por ejemplo, un tramo con un reparto 30-70 de trenes limitados por peso y por longitud respectivamente en el que se ha ampliado la longitud máxima excepcional de 450 a 600 supondrá una clara mejora para los trenes limitados por longitud (coef = 1 correspondiente a aumento carga >10% sin personal necesario). Mientras que para los trenes limitados por peso no existirá mejora apreciable (coef = 0). Como resultado la eficiencia de la medida será de 0.7.

A continuación, se detallan los presupuestos de las medidas propuestas en apartados anteriores.

Propuesta	Km	M€/Km	Coste			
Variante Tolosa - Irurzum	38	24,02	912.760.000,00 €			
Variante Orduña	18	24,02	432.360.000,00 €			
Variante de Montilla	15	15,95	239.250.000,00 €			
Tendido vía en variante Burgos	19	0,44	8.360.000,00 €			
Variante Biurrun	12	16,11	193.320.000,00 €			
Reapertura Directo de Burgos	-	-	14.000.000*	*Estimaciones Ministerio de Fomento		
Mofificación Trazado Linares Baeza - Almuradiel	59	6,66	392.940.000,00 €			
Variante Granollers	7	7,52	52.640.000,00 €			
Variante Nonaspe	14	16,11	225.540.000,00 €			
Variante Sariñena	12	16,11	193.320.000,00 €			
Modificación de Trazado Arcos de Jalón-Medinacelli	15	7,52	112.800.000,00 €			
Variante Elda	7	16,11	112.770.000,00 €			

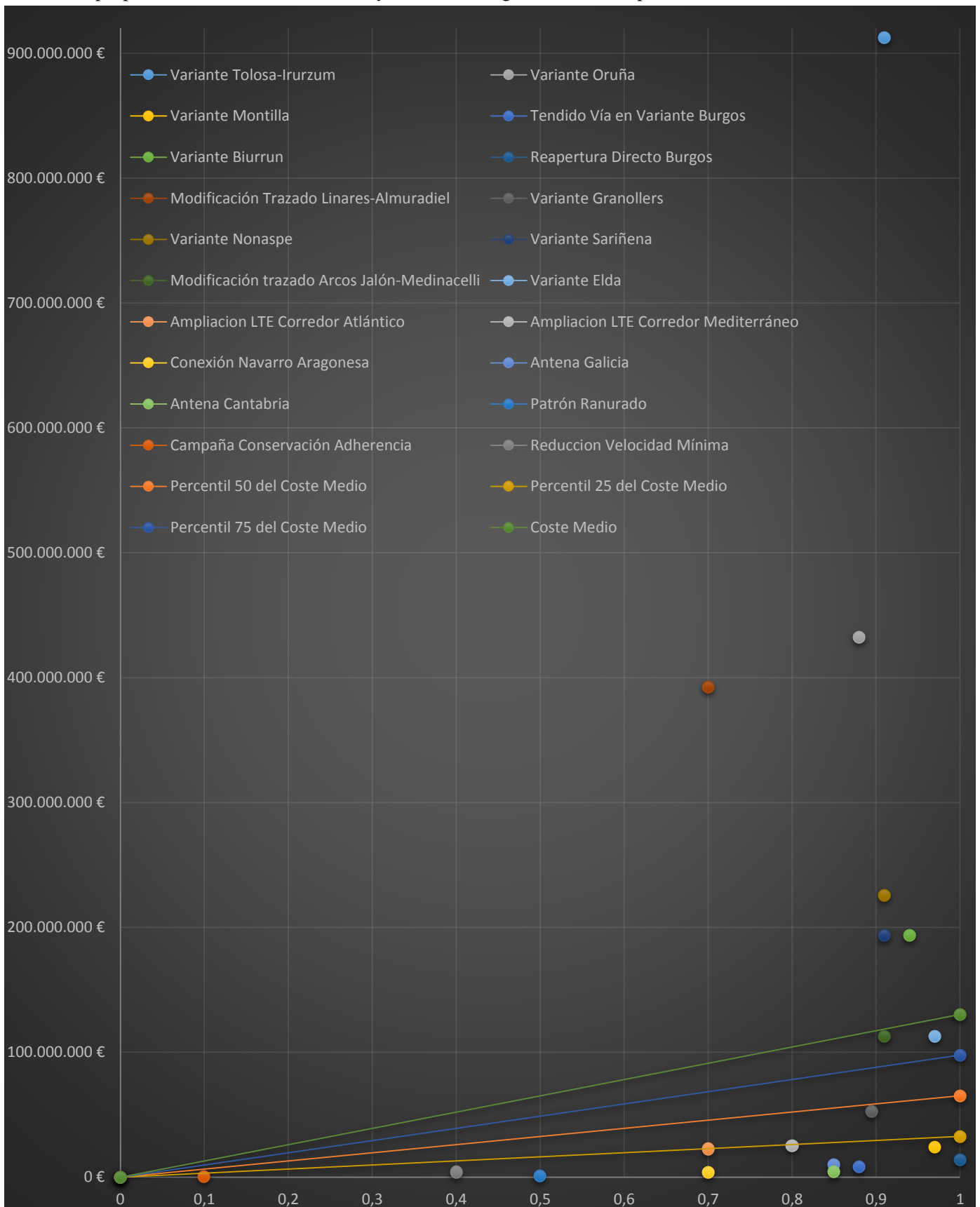
El presupuesto del resto de propuestas se ha estimado por un periodo de tiempo de un año en función de la literatura consultada.

- Patrón ranurado en carril: Se estima un coste de 10€ por Km al año. La instalación de esta solución se ha propuesto para alrededor de 100Km, por lo tanto, su coste sería de 1.000.000€ al año.
- Punto de Tracción Adicional: Se considera coste nulo, dado que su uso estaría sujeto al pago de un canon que compensaría los costes.
- Campañas de conservación de la adherencia: Se reparte el coste de compra de 3 trenes limpiadores al precio de 2.000.000€ cada uno a amortizar en 10 años y con un coste de personal de 100.000€ por año y tren. El coste por tanto anual es de 700.000€.
- Cambio en la normativa de velocidades mínimas: Se considera como coste, el posible ocasionado por las incidencias causadas sobre la explotación, como pueden ser retrasos en los trenes de viajeros. El cálculo estimativo de coste efectuará considerando 40 millones (larga distancia convencional + media distancia) los viajeros anuales susceptibles de experimentar un retraso causado por un tren de mercancías a baja velocidad. Se estima, que un 1% de estos viajeros efectivamente llegarán con retraso devolviéndoseles un 20% de un billete estimado en 50€ de media. Por tanto, el coste anual sería de 4.000.000€.

Ampliación Estaciones:

Estación	Metros	Coste por M	Coste
San Sebastian	170	16.200,00 €	2.754.000,00 €
Beasain	60	16.200,00 €	972.000,00 €
Altsasu	80	16.200,00 €	1.296.000,00 €
Vitoria	120	16.200,00 €	1.944.000,00 €
Briviesca	150	6.700,00 €	1.005.000,00 €
Villodrigo	150	2.600,00 €	390.000,00 €
Valladolid	200	16.200,00 €	3.240.000,00 €
Medina del Campo	150	6.700,00 €	1.005.000,00 €
Adanero	600	2.600,00 €	1.560.000,00 €
Las Navas	160	6.700,00 €	1.072.000,00 €
Villalba Guadarrama	200	6.700,00 €	1.340.000,00 €
Almargen	100	2.450,00 €	245.000,00 €
Ronda	150	2.450,00 €	367.500,00 €
Izarra	25	6.700,00 €	167.500,00 €
Puertollano	100	16.200,00 €	1.620.000,00 €
Almadenejos	170	2.450,00 €	416.500,00 €
Campanario	600	2.450,00 €	1.470.000,00 €
Mérida	30	6.500,00 €	195.000,00 €
Badajoz	240	6.500,00 €	1.560.000,00 €
Hellín	125	6.500,00 €	812.500,00 €
Cieza	80	2.450,00 €	196.000,00 €
Guillarei	200	2.600,00 €	520.000,00 €
Frieira	350	16.200,00 €	5.670.000,00 €
Ourense	135	6.700,00 €	904.500,00 €
Vilar de Barrio	80	6.500,00 €	520.000,00 €
A Gudiña	80	6.500,00 €	520.000,00 €
Sarracín Aliste	130	2.450,00 €	318.500,00 €
Las Cabañas de Castilla	600	2.600,00 €	1.560.000,00 €
Lantueno	50	6.700,00 €	335.000,00 €
Los Corrales de Buelna	600	6.700,00 €	4.020.000,00 €
Cortes de Navarra	25	6.700,00 €	167.500,00 €
Olite	30	6.700,00 €	201.000,00 €
Pamplona	25	6.700,00 €	167.500,00 €
Uharte-Arakil	100	6.700,00 €	670.000,00 €
Altsasu	80	16.200,00 €	1.296.000,00 €
Castejón de Ebro	25	6.700,00 €	167.500,00 €
Lodosa	80	2.600,00 €	208.000,00 €
Recajo	115	2.600,00 €	299.000,00 €
Cenicero	50	6.700,00 €	335.000,00 €
Haro	50	2.600,00 €	130.000,00 €
Portbou	100	16.200,00 €	1.620.000,00 €
Figueres	100	6.700,00 €	670.000,00 €
Girona	100	2.600,00 €	260.000,00 €
Maçanet	200	2.600,00 €	520.000,00 €
Granollers	300	2.600,00 €	780.000,00 €
Plana Picamoixons	50	6.700,00 €	335.000,00 €
Castellbisbal	300	6.700,00 €	2.010.000,00 €
Sant Vicent Calders	50	16.200,00 €	810.000,00 €
Tarragona	50	16.200,00 €	810.000,00 €
Reus	25	16.200,00 €	405.000,00 €
Lleida	50	16.200,00 €	810.000,00 €
Monzón	50	2.600,00 €	130.000,00 €
Grañén	115	2.600,00 €	299.000,00 €
Nonaspe	25	2.600,00 €	65.000,00 €
Samper	150	6.700,00 €	1.005.000,00 €
Quinto	85	2.600,00 €	221.000,00 €
Ricla	50	2.600,00 €	130.000,00 €
Calatayud	80	2.600,00 €	208.000,00 €
Ariza	80	2.600,00 €	208.000,00 €
Torralba	50	6.700,00 €	335.000,00 €
Guadalajara	150	16.200,00 €	2.430.000,00 €
Calafat	25	6.700,00 €	167.500,00 €
Alcanar	25	2.600,00 €	65.000,00 €
Torreblanca	150	2.600,00 €	390.000,00 €
Castelló	25	16.200,00 €	405.000,00 €
Sagunt	50	6.700,00 €	335.000,00 €
Massafalsar	50	2.600,00 €	130.000,00 €
Silla	50	16.200,00 €	810.000,00 €
Elda	100	6.700,00 €	670.000,00 €
San Vicent Raspeig	100	6.700,00 €	670.000,00 €
Orihuela	300	16.000,00 €	4.800.000,00 €
Murcia	150	16.000,00 €	2.400.000,00 €

Tras la presentación de los presupuestos estimados se procederá a la clasificación de las propuestas en función de su coste y su eficacia según los ratios expuestos con anterioridad.



6. APORTACIONES

Como indica al título de este trabajo, el resultado final buscado es la elaboración de un plan de actuación con medidas concretas y presupuestadas que permitan la mejora de la competitividad del sector ferroviario de mercancías español.

El criterio para la organización en forma de plan de actuación de las medidas propuestas, será el de dar mayor prioridad a aquellas actuaciones de menor coste. Para ello, en la gráfica anterior se ha señalado el coste medio de las actuaciones y los percentiles 25, 50 y 75 de este coste medio. Esta división en grupos servirá de referencia para la confección del plan. A su vez, los horizontes temporales para cada grupo de actuaciones serán de 2 años; este intervalo temporal se considera suficiente para llevar a cabo las actuaciones propuestas. El coste de aquellas propuestas distribuidas en el tiempo, como pueden ser las campañas de conservación de la adherencia, se reflejarán en todos los periodos a partir de su fecha de implantación

PLAN DE ACTUACIÓN PARA LA MEJORA DE LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR FERROVIARIO DE MERCANCÍAS 2017 – 2027

PERIODO	ACTUACIONES	PRESUPUESTO
2017-2019	Inicio Campañas Conservación Adherencia Inicio Normativa Reducción Velocidad Mínima Inicio instalación de Patrón Ranurado Implantación Puntos de Tracción Adicional Ampliación Longitud de la Conexión Navarro-Aragonesa Ampliación Longitud Antena Cantabria Ampliación Longitud Antena Galicia Tendido de vía en la Variante de Burgos Construcción Variante de Montilla Reapertura del Directo de Burgos	75.694.500,00€
2019-2021	Ampliación Longitud Corredor Atlántico Ampliación Longitud Corredor Mediterráneo Construcción Variante de Granollers	111.563.000,00€
2021-2023	Construcción Variante de Elda Modificación de Trazado Arcos de Jalón-Medinaceli Construcción Variante de Biurrun	430.220.000,00€
2023-2025	Construcción Variante de Sariñena Construcción Variante de Nonaspe Construcción Variante de Orduña	862.620.000,00€
2025-2027	Modificación de Trazado Linares Baeza-Almuradiel Construcción Variante Tolosa-Irurzum	1.316.500.000,00€

Además de este plan de actuación, este trabajo aporta una visión global del sector ferroviario de mercancías, tanto de su estado actual, como de los condicionantes que se le plantean. Aportando a mayores la justificación de unos estándares de características a cumplir por la infraestructura (rampas y longitudes máximas excepcionales) que garanticen un aumento de la capacidad de la red con unos costes y un volumen de obras razonables.

7. CONCLUSIONES

Este trabajo nació de la idea de que es posible aumentar la capacidad de la red convencional para el tráfico de mercancías actuando sobre puntos concretos de la red. La conclusión principal es, que esta idea es correcta. Se ha demostrado que los “cuello de botella” para los trenes de mercancías existen y que su presencia obliga al desaprovechamiento de la capacidad de gran parte de la red. Inversiones puntuales a lo largo de los próximos años sobre la red convencional, con un presupuesto acotado y razonable en comparación con otras obras efectuadas, permitirían un gran aumento en la capacidad de carga y por ende en la competitividad y rentabilidad del sector ferroviario de mercancías.

Las pocas mejoras sobre la capacidad efectuadas hasta la fecha, como pueden ser la ampliación de la LTE hasta 750 metros en la línea Madrid-Valencia ha venido acompañada de una clara y decidida apuesta por parte de los operadores ferroviarios. Sin embargo estos efectos no solo se ciñen al tráfico ferroviario, sino que puertos como el de Valencia han visto favorecidos sus resultados por la mejora de su conexión ferroviaria con la capital, creando además nuevos puestos de trabajo. El aumento de cuota del ferrocarril en el transporte de mercancías, es un tópico ampliamente repetido con consecuencias beneficiosas en muchos aspectos y que tan solo una remodelación de la red como la que este trabajo plantea puede conseguir.

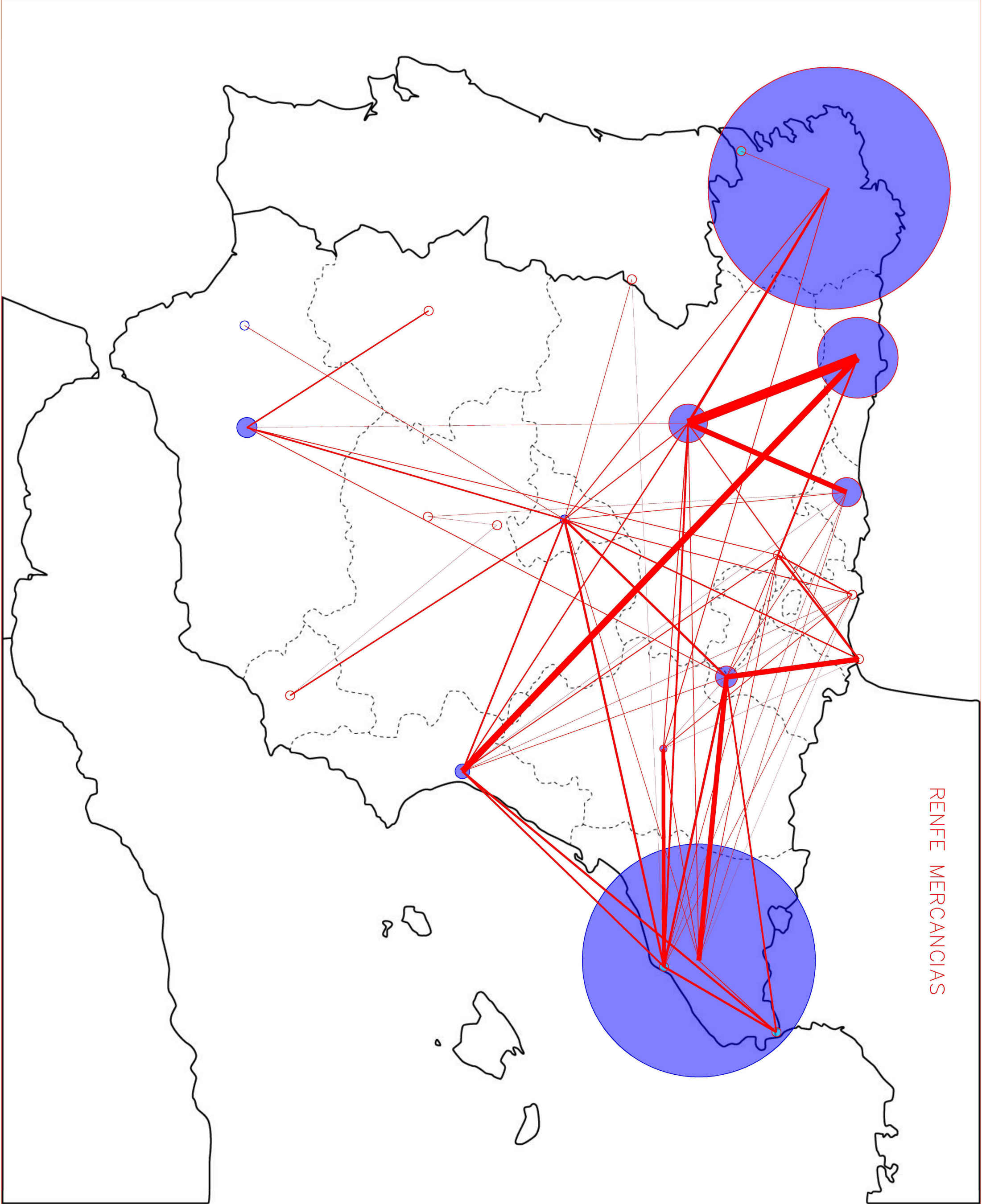
Otra idea desprendida de la realización de este trabajo, es la necesidad de pensar también en el transporte de mercancías a la hora de diseñar nuevas infraestructuras de altas prestaciones. Obras como la variante de Burgos, que ha introducido nuevas y fuertes rampas sobre una línea que no presentaba esos problemas; o como la alta velocidad en Euskadi diseñada únicamente pensando en el tráfico de viajeros sin considerarla una oportunidad de mejora para el tránsito de mercancías son ejemplos de la “mala praxis” cometida. Con esta reflexión no se pretende hacer una recomendación hacia las LAV mixtas, sino simplemente proponer un pensamiento de la infraestructura como parte de una red usada por múltiples y diversos tipos de trenes.

El progresivo descenso de la inversión en la red de alta velocidad causada por la cercana finalización de los principales ejes, hace necesario buscar nuevos ámbitos donde centrar inversiones públicas que permitan estimular la economía nacional. Las carencias de la red convencional presentadas en este trabajo y las necesidades de mejora para cumplir con los objetivos de cuotas de mercado y emisiones de gases de efecto invernadero; hacen que las inversiones presentadas a lo largo de este trabajo sean perfectas candidatas para liderar la inversión en obra pública nacional cogiendo el testigo de la red de alta velocidad.

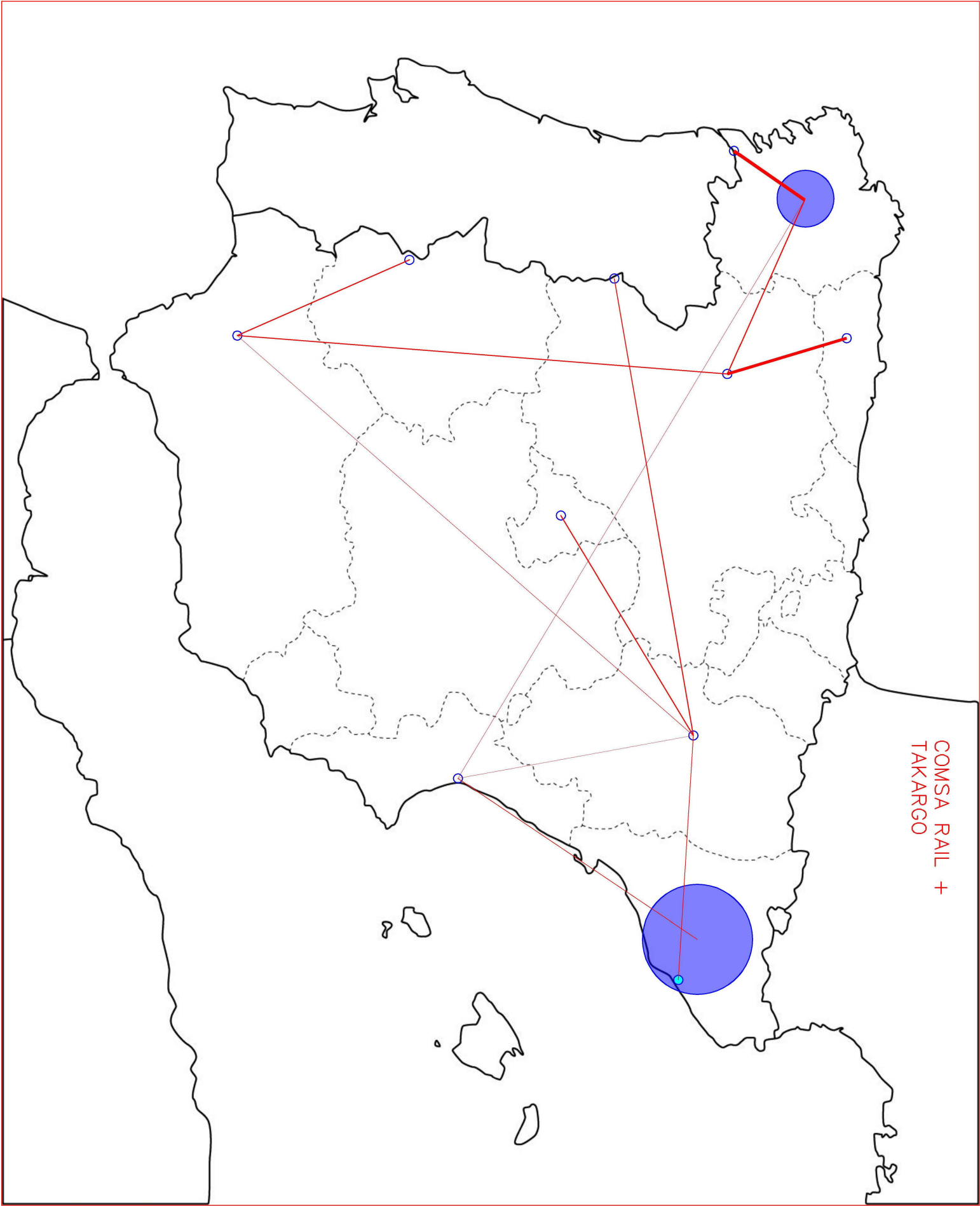
ANEJO 1: ESTUDIO DE TRÁFICOS

LISTADO DE CONTENIDOS:

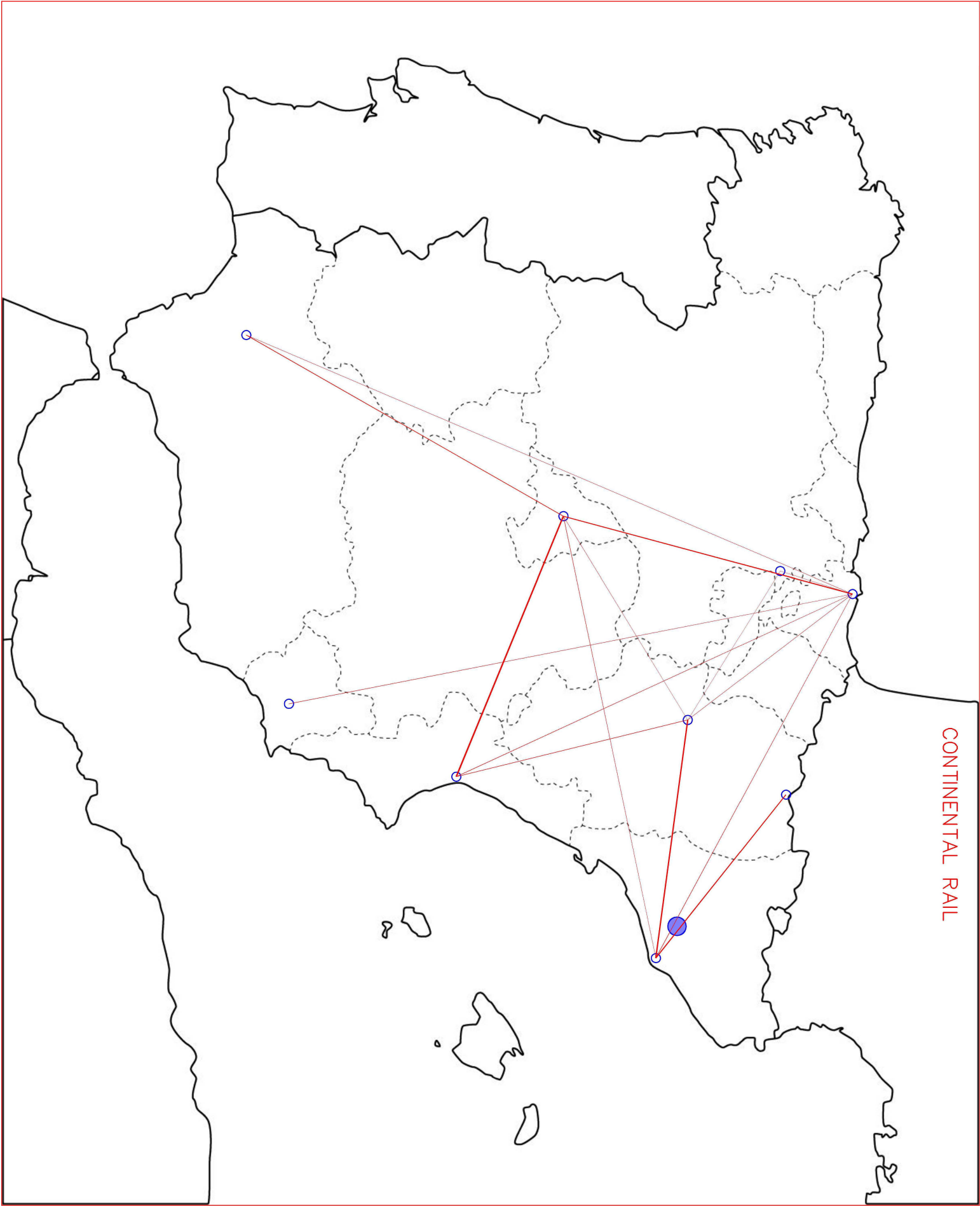
- Plano de tráfico Renfe Mercancías
- Plano de tráfico Comsa Rail + Takargo Rail (Ibercargo Rail)
- Plano de tráfico Continental Rail
- Plano de tráfico Acciona Rail + Logitren
- Plano de tráfico Transfesa
- Plano de tráfico total



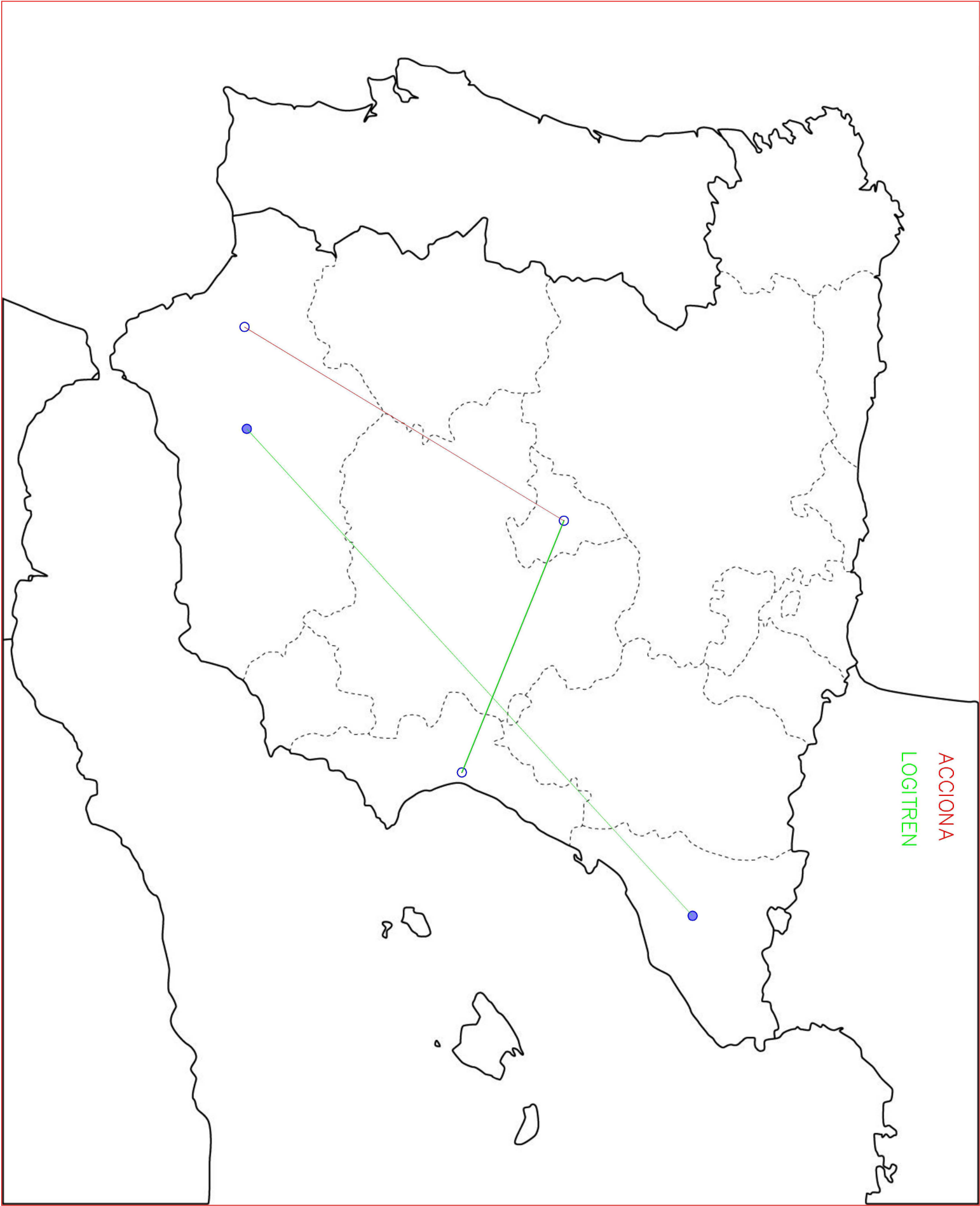
RENFE MERCANCIAS



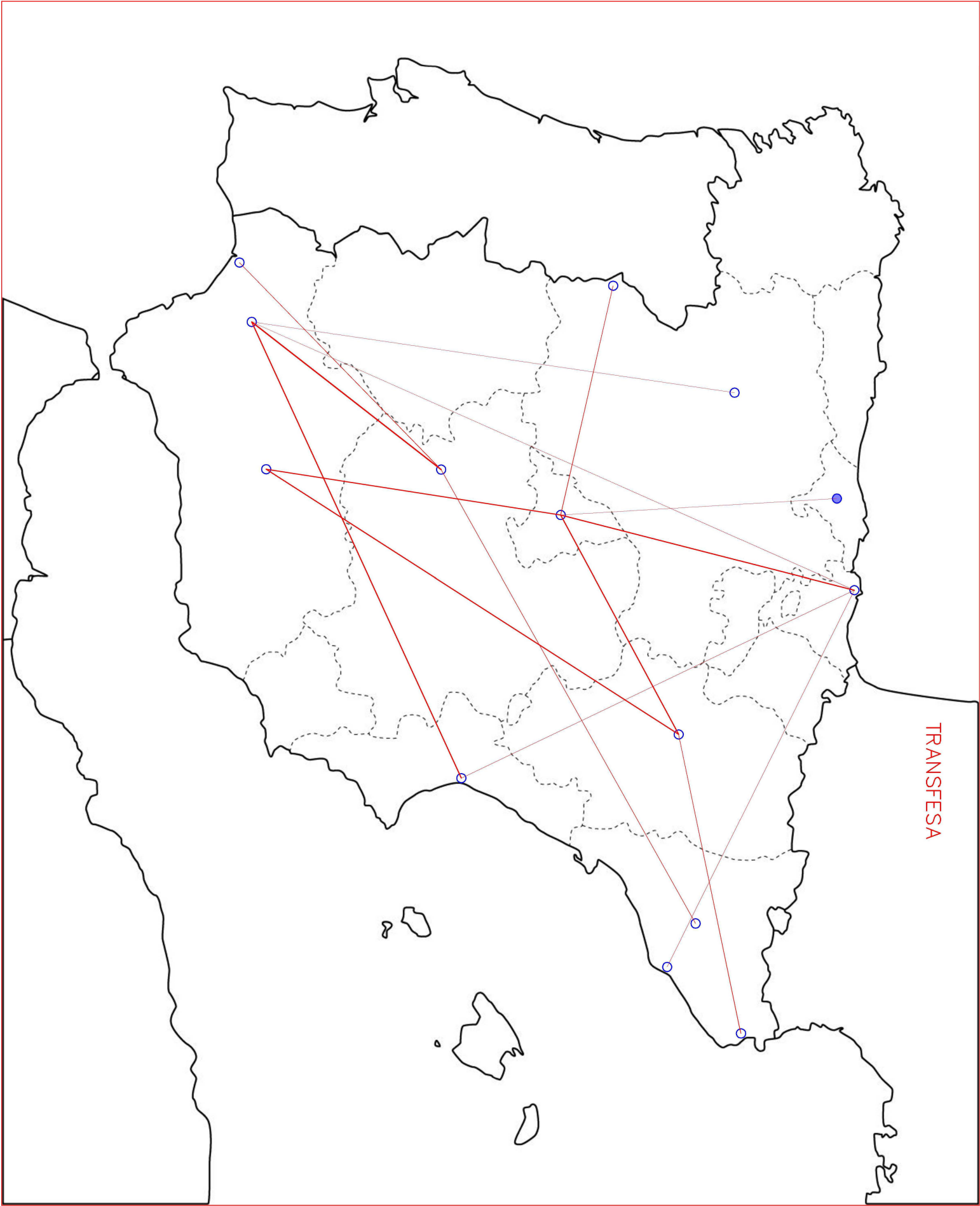
COMSA RAIL +
TAKARGO



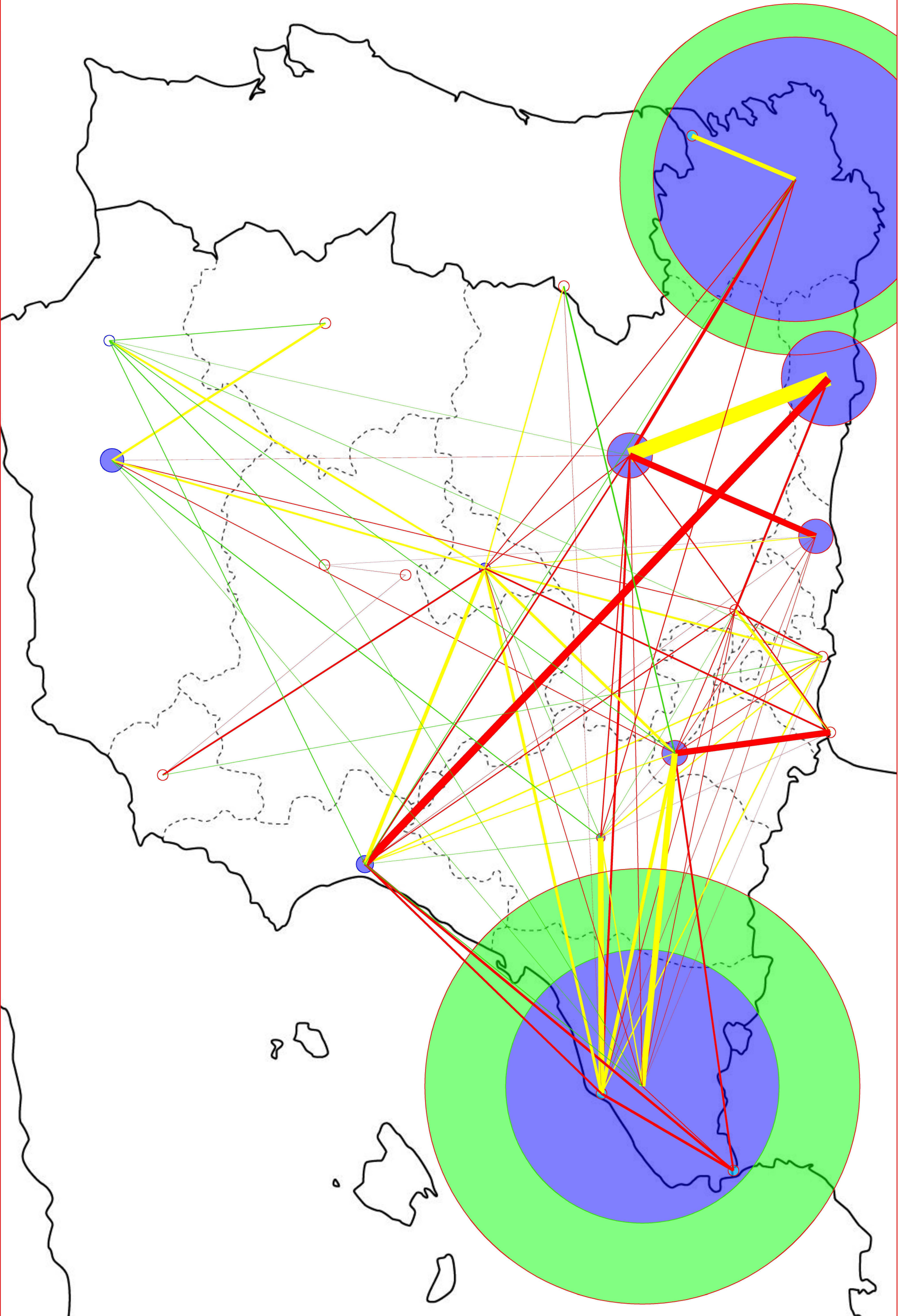
CONTINENTAL RAIL



ACCIONA
LOGITREN



TRANSFESA

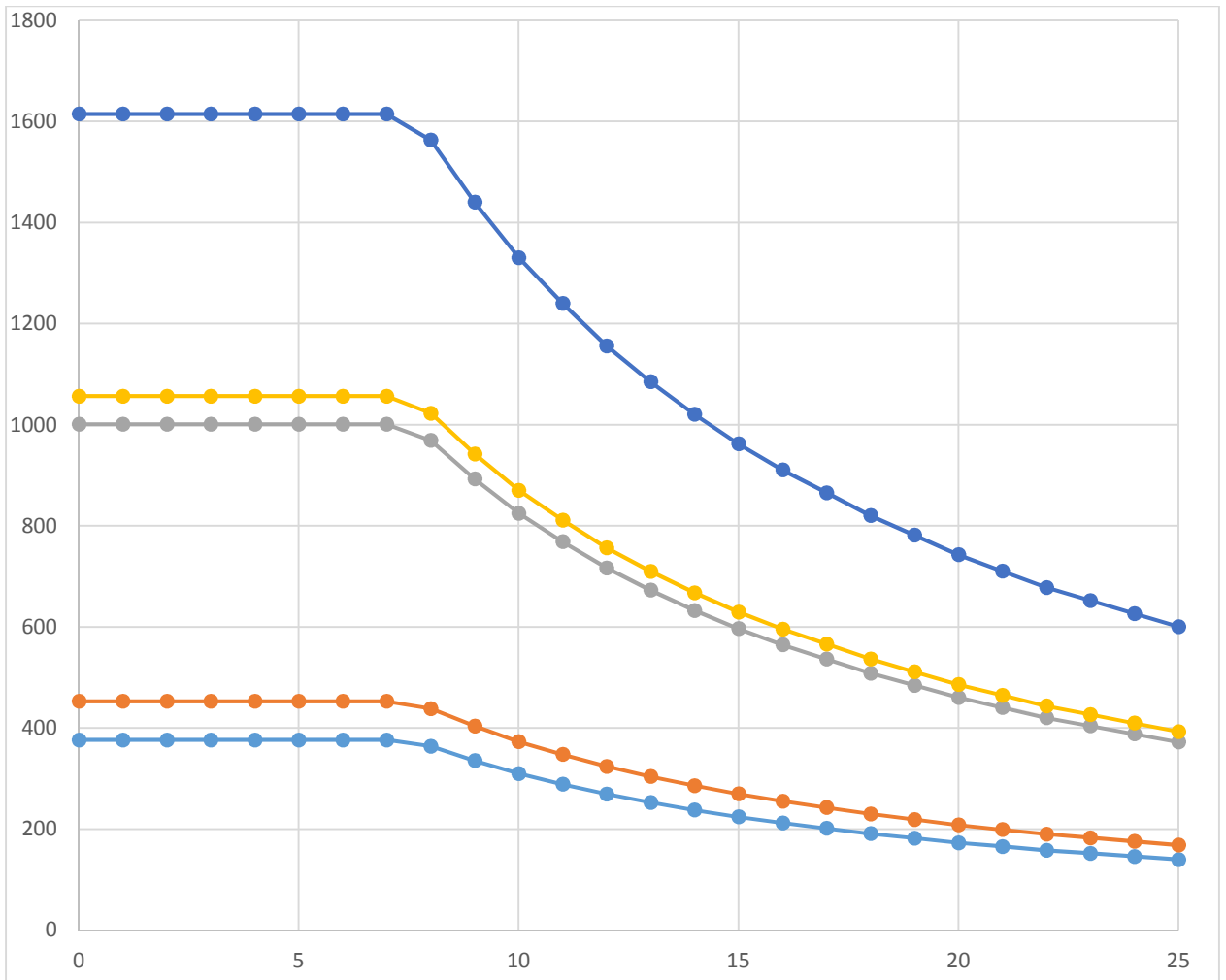


ANEJO 2: CALCULOS AUXILIARES

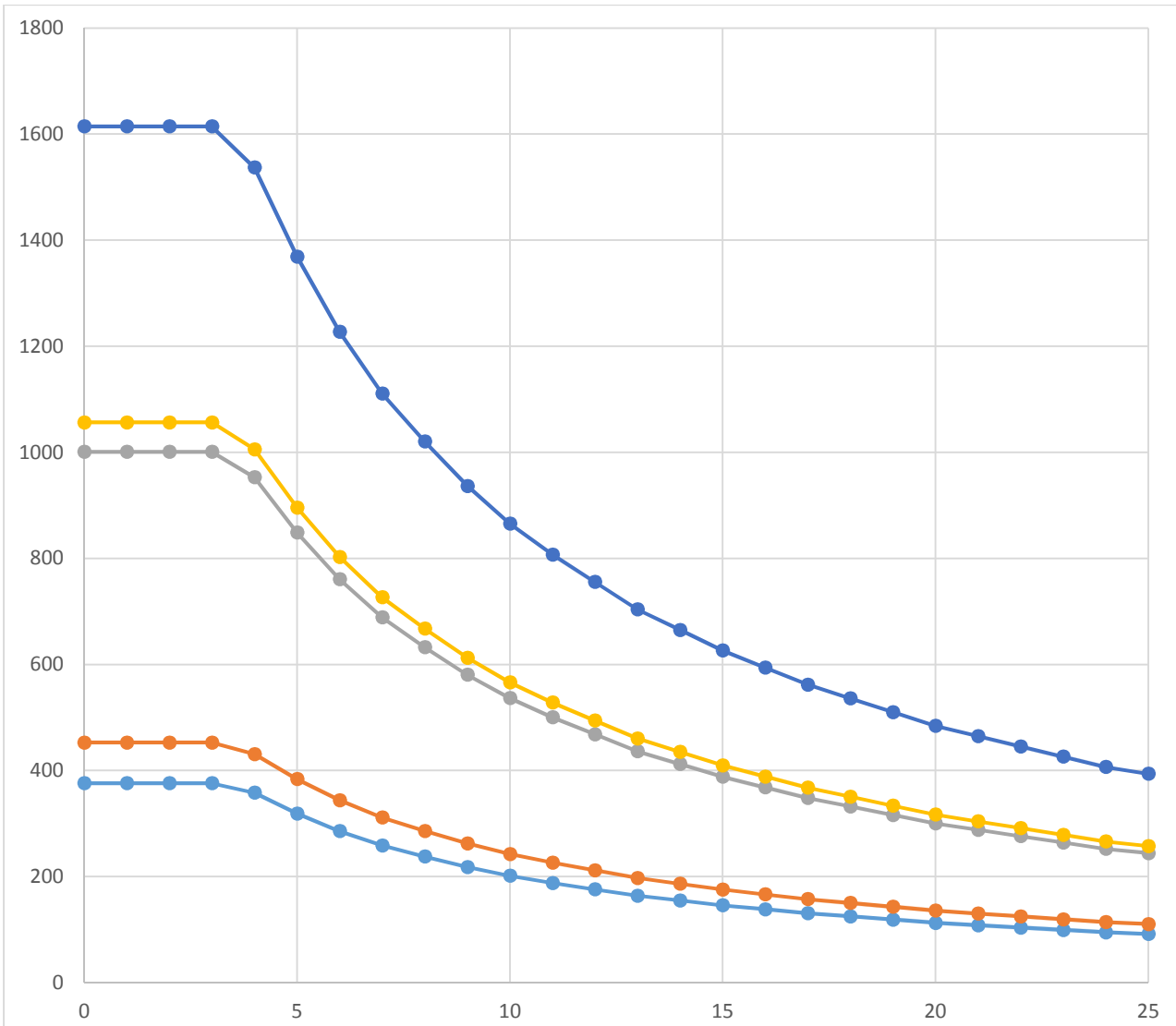
LISTADO DE CONTENIDOS:

- Relación de longitudes máximas según rampa para las locomotoras serie 251
- Relación de longitudes máximas según rampa para las locomotoras serie 289
- Relación de longitudes máximas según rampa para las locomotoras serie 269.0
- Relación de longitudes máximas según rampa para las locomotoras serie 253
- Relación de longitudes máximas según rampa para las locomotoras serie 253 DT
- Relación de longitudes máximas según rampa para las locomotoras serie 319.2
- Relación de longitudes máximas según rampa para las locomotoras serie 333.3
- Relación de longitudes máximas según rampa para las locomotoras serie 335
- Relación de longitudes máximas según rampa para las locomotoras serie 601 Diésel
- Relación de longitudes máximas según rampa para las locomotoras serie 601 Eléctrico
- Comparación para tren de contenedores 600m de longitud de plataformas MMC3

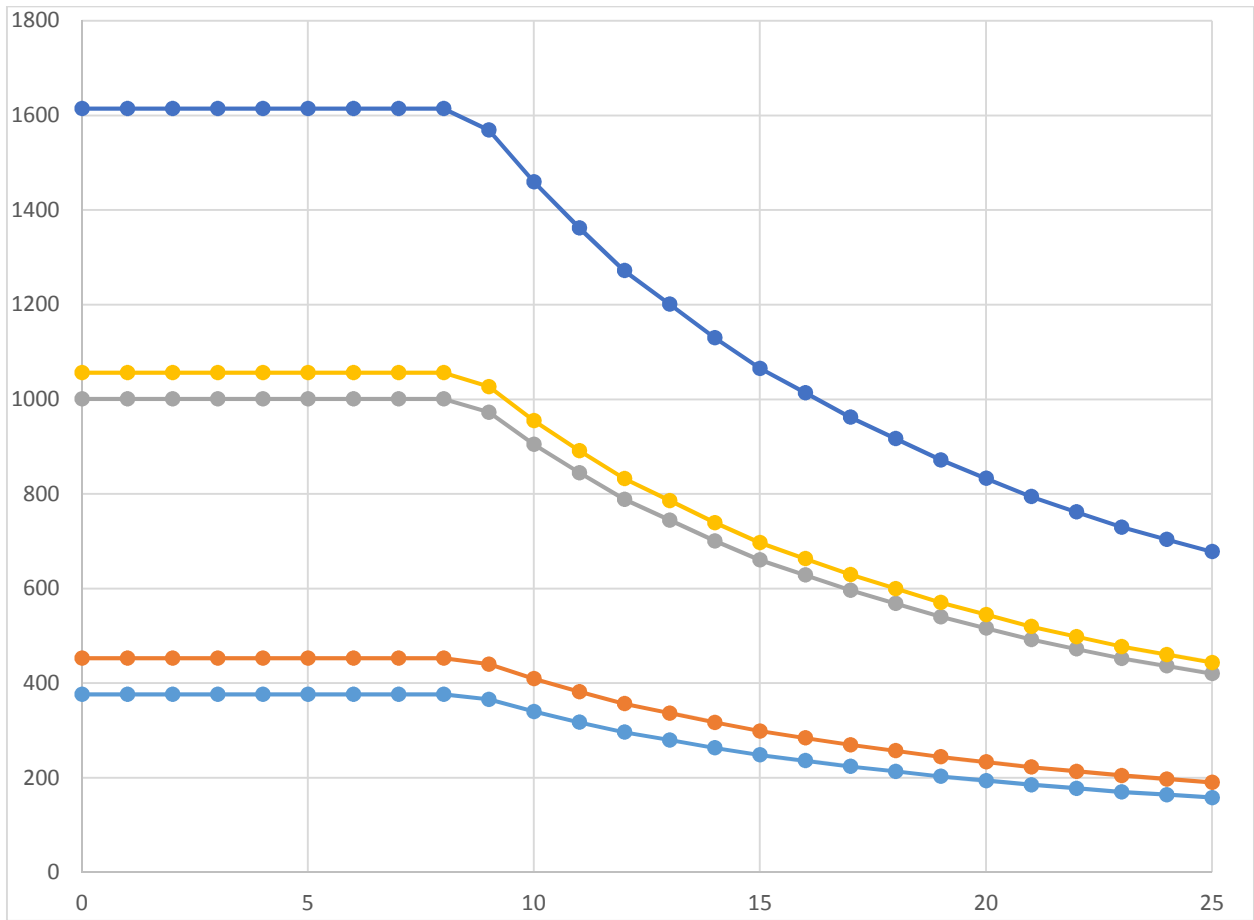
RAMPA	251M	Metros Siderurgico	Metros Granel	Metros Contenedores 1 (MMC3 19,90)	Metros Contenedores 2 (MC3	Metros Portacoche
0	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
1	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
2	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
3	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
4	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
5	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
6	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
7	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
8	2420	364,21	438,3396226	968,9738431	1022,597561	1562,916667
9	2230	335,615	403,9245283	892,8973843	942,3109756	1440,208333
10	2060	310,03	373,1320755	824,8289738	870,4756098	1330,416667
11	1920	288,96	347,7735849	768,7726358	811,3170732	1240
12	1790	269,395	324,2264151	716,7203219	756,3841463	1156,041667
13	1680	252,84	304,3018868	672,6760563	709,902439	1085
14	1580	237,79	286,1886792	632,6358149	667,6463415	1020,416667
15	1490	224,245	269,8867925	596,5995976	629,6158537	962,2916667
16	1410	212,205	255,3962264	564,5674044	595,8109756	910,625
17	1340	201,67	242,7169811	536,5392354	566,2317073	865,4166667
18	1270	191,135	230,0377358	508,5110664	536,652439	820,2083333
19	1210	182,105	219,1698113	484,4869215	511,2987805	781,4583333
20	1150	173,075	208,3018868	460,4627767	485,945122	742,7083333
21	1100	165,55	199,245283	440,4426559	464,8170732	710,4166667
22	1050	158,025	190,1886792	420,4225352	443,6890244	678,125
23	1010	152,005	182,943962	404,4064386	426,7865854	652,2916667
24	970	145,985	175,6981132	388,3903421	409,8841463	626,4583333
25	930	139,965	168,4528302	372,3742455	392,9817073	600,625



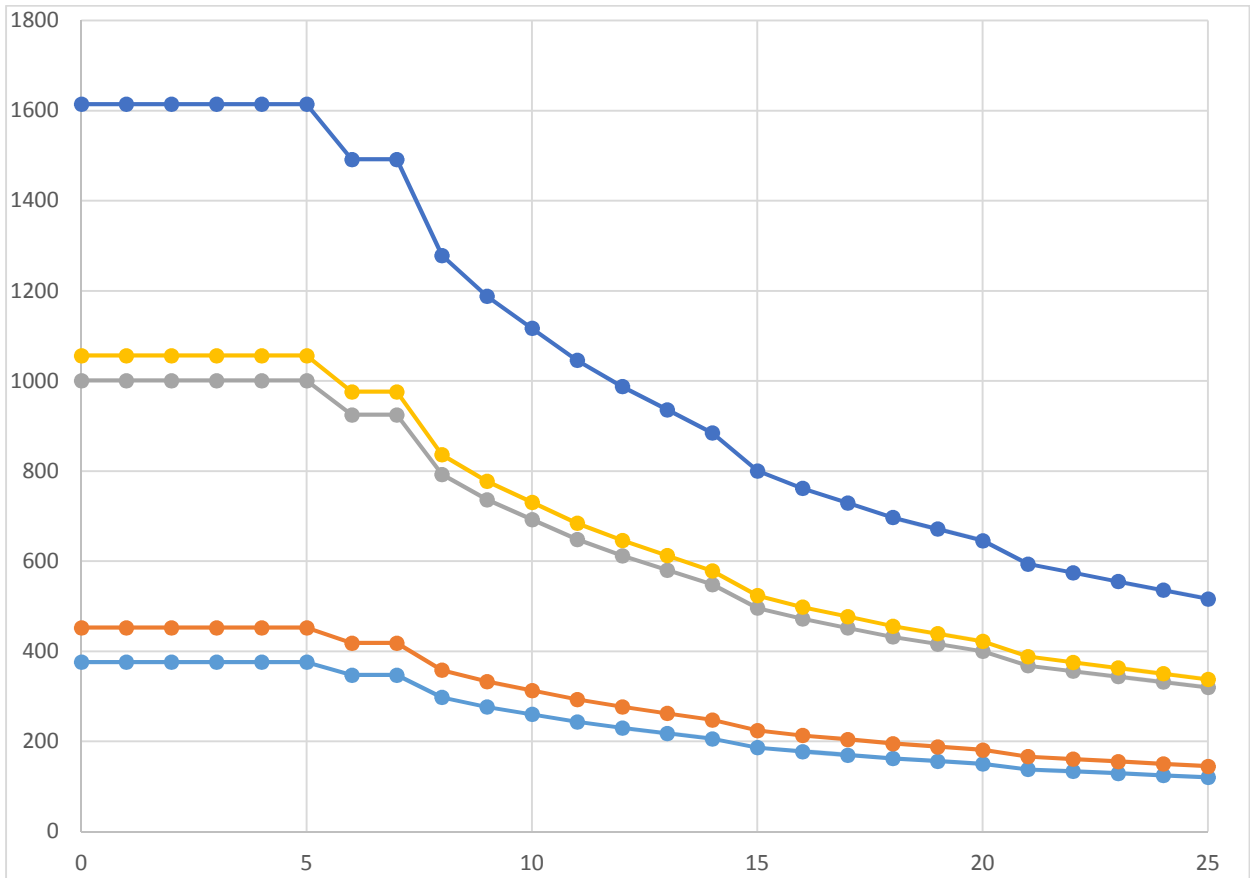
RAMPA	269.0		Metros Siderurgico	Metros Granel	Metros Contenedores 1 (MMC3)	Metros Contenedores 2 (Metros Portacoches
0	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
1	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
2	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
3	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
4	2380		358,19	431,0943396	952,9577465	1005,695122	1537,083333
5	2120		319,06	384	848,8531187	895,8292683	1369,166667
6	1900		285,95	344,1509434	760,7645875	802,8658537	1227,083333
7	1720		258,86	311,5471698	688,6921529	726,804878	1110,833333
8	1580		237,79	286,1886792	632,6358149	667,6463415	1020,416667
9	1450		218,225	262,6415094	580,583501	612,7134146	936,4583333
10	1340		201,67	242,7169811	536,5392354	566,2317073	865,4166667
11	1250		188,125	226,4150943	500,5030181	528,2012195	807,2916667
12	1170		176,085	211,9245283	468,4708249	494,3963415	755,625
13	1090		164,045	197,4339623	436,4386318	460,5914634	703,9583333
14	1030		155,015	186,5660377	412,4144869	435,2378049	665,2083333
15	970		145,985	175,6981132	388,3903421	409,8841463	626,4583333
16	920		138,46	166,6415094	368,3702213	388,7560976	594,1666667
17	870		130,935	157,5849057	348,3501006	367,6280488	561,875
18	830		124,915	150,3396226	332,334004	350,7256098	536,0416667
19	790		118,895	143,0943396	316,3179074	333,8231707	510,2083333
20	750		112,875	135,8490566	300,3018109	316,9207317	484,375
21	720		108,36	130,4150943	288,2897384	304,2439024	465
22	690		103,845	124,9811321	276,277666	291,5670732	445,625
23	660		99,33	119,5471698	264,2655936	278,8902439	426,25
24	630		94,815	114,1132075	252,2535211	266,2134146	406,875
25	610		91,805	110,490566	244,2454728	257,7621951	393,9583333



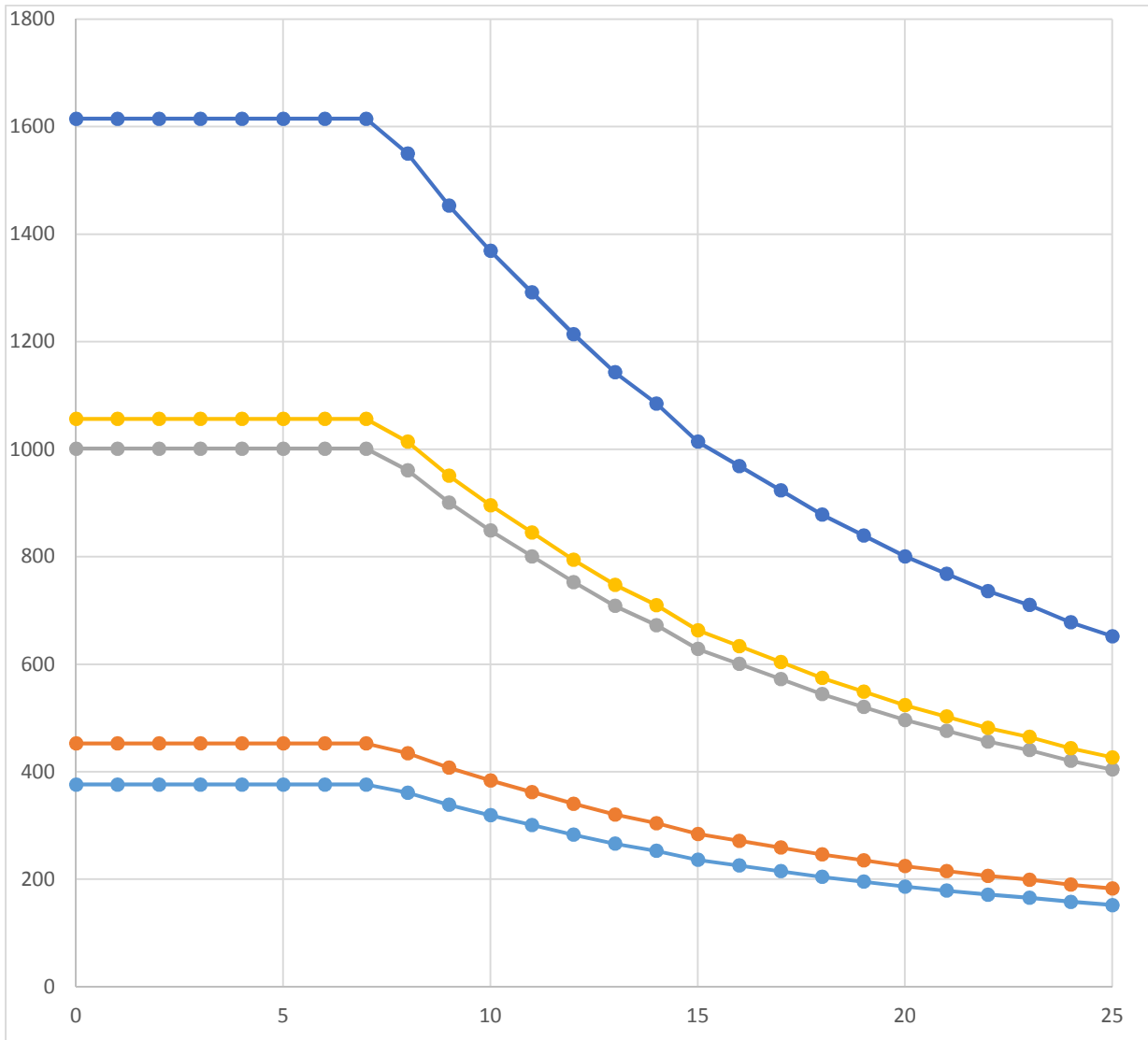
RAMPA	289.1		Metros Siderurgico	Metros Granel	Metros Contenedores 1 (MMC3 19,9)	Metros Contenedores 2 (MC3 13,86)	Metros Porta
0	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,58333
1	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,58333
2	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,58333
3	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,58333
4	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,58333
5	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,58333
6	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,58333
7	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,58333
8	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,58333
9	2430		365,715	440,1509434	972,9778672	1026,823171	1569,375
10	2260		340,13	409,3584906	904,9094567	954,9878049	1459,58333
11	2110		317,555	382,1886792	844,8490946	891,6036585	1362,70833
12	1970		296,485	356,8301887	788,7927565	832,445122	1272,29167
13	1860		279,93	336,9056604	744,7484909	785,9634146	1201,25
14	1750		263,375	316,9811321	700,7042254	739,4817073	1130,20833
15	1650		248,325	298,8679245	660,6639839	697,2256098	1065,625
16	1570		236,285	284,3773585	628,6317907	663,4207317	1013,95833
17	1490		224,245	269,8867925	596,5995976	629,6158537	962,291667
18	1420		213,71	257,2075472	568,5714286	600,0365854	917,083333
19	1350		203,175	244,5283019	540,5432596	570,4573171	871,875
20	1290		194,145	233,6603774	516,5191147	545,1036585	833,125
21	1230		185,115	222,7924528	492,4949698	519,75	794,375
22	1180		177,59	213,7358491	472,4748491	498,6219512	762,083333
23	1130		170,065	204,6792453	452,4547284	477,4939024	729,791667
24	1090		164,045	197,4339623	436,4386318	460,5914634	703,958333
25	1050		158,025	190,1886792	420,4225352	443,6890244	678,125



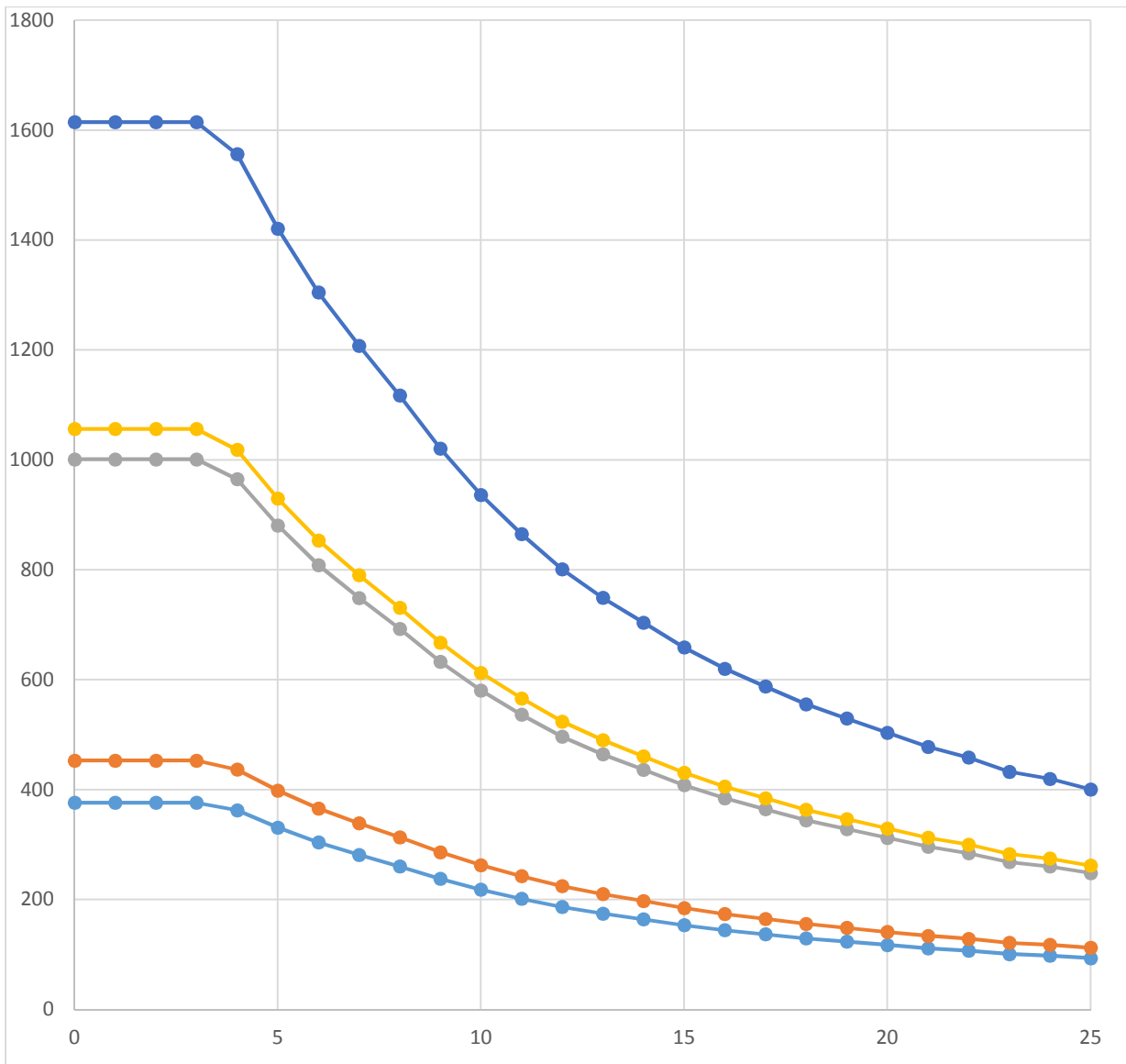
RAMPA	253	Metros Siderurgico	Metros Granel	Metros Contenedores 1 (MMC3 19,90)	Metros Contenedores 2 (MC3	Metros Portacoche
0	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
1	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
2	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
3	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
4	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
5	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
6	2310	347,655	418,4150943	924,9295775	976,1158537	1491,875
7	2310	347,655	418,4150943	924,9295775	976,1158537	1491,875
8	1980	297,99	358,6415094	792,7967807	836,6707317	1278,75
9	1840	276,92	333,2830189	736,7404427	777,5121951	1188,333333
10	1730	260,365	313,3584906	692,6961771	731,0304878	1117,291667
11	1620	243,81	293,4339623	648,6519115	684,5487805	1046,25
12	1530	230,265	277,1320755	612,6156942	646,5182927	988,125
13	1450	218,225	262,6415094	580,583501	612,7134146	936,4583333
14	1370	206,185	248,1509434	548,5513078	578,9085366	884,7916667
15	1240	186,62	224,6037736	496,498994	523,9756098	800,8333333
16	1180	177,59	213,7358491	472,4748491	498,6219512	762,0833333
17	1130	170,065	204,6792453	452,4547284	477,4939024	729,7916667
18	1080	162,54	195,6226415	432,4346076	456,3658537	697,5
19	1040	156,52	188,3773585	416,4185111	439,4634146	671,6666667
20	1000	150,5	181,1320755	400,4024145	422,5609756	645,8333333
21	920	138,46	166,6415094	368,3702213	388,7560976	594,1666667
22	890	133,945	161,2075472	356,3581489	376,0792683	574,7916667
23	860	129,43	155,7735849	344,3460765	363,402439	555,4166667
24	830	124,915	150,3396226	332,334004	350,7256098	536,0416667
25	800	120,4	144,9056604	320,3219316	338,0487805	516,6666667



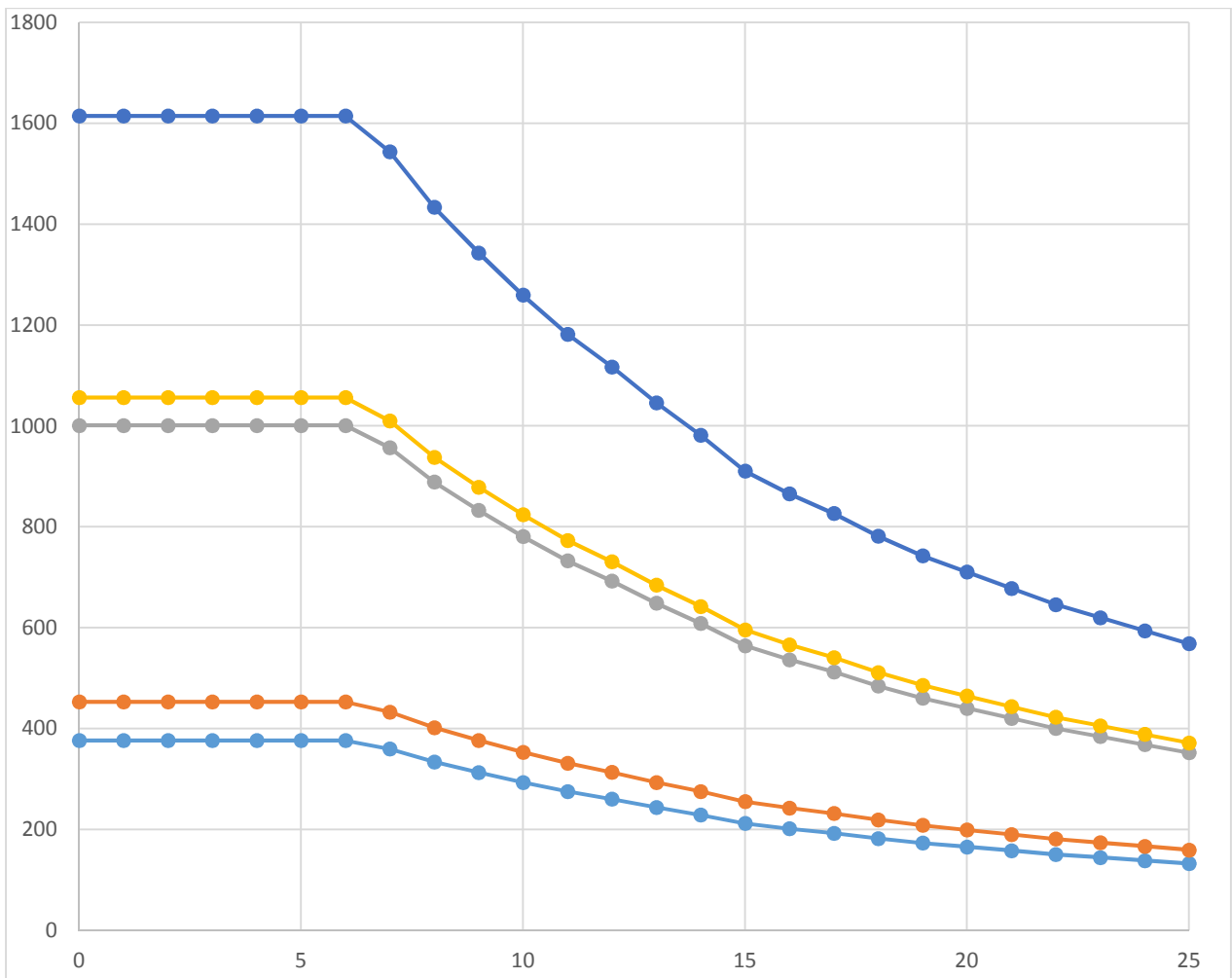
RAMPA	253 DT (doble tracción)	Metros Siderurgico	Metros Granel	Metros Contenedores 1 (MMC3 19,90)	Metros Contenedores 2 (MC3 13,86)	Metros Portacoches
0	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
1	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
2	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
3	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
4	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
5	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
6	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
7	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
8	2400	361,2	434,7169811	960,9657948	1014,146341	1550
9	2250	338,625	407,5471698	900,9054326	950,7621951	1453,125
10	2120	319,06	384	848,8531187	895,8292683	1369,166667
11	2000	301	362,2641509	800,804829	845,1219512	1291,666667
12	1880	282,94	340,5283019	752,7565392	794,4146341	1214,166667
13	1770	266,385	320,6037736	708,7122736	747,9329268	1143,125
14	1680	252,84	304,3018868	672,6760563	709,902439	1085
15	1570	236,285	284,3773585	628,6317907	663,4207317	1013,583333
16	1500	225,75	271,6981132	600,6036217	633,8414634	968,75
17	1430	215,215	259,0188679	572,5754527	604,2621951	923,5416667
18	1360	204,68	246,3396226	544,5472837	574,6829268	878,3333333
19	1300	195,65	235,4716981	520,5231388	549,3292683	839,5833333
20	1240	186,62	224,6037736	496,498994	523,9756098	800,8333333
21	1190	179,095	215,5471698	476,4788732	502,847561	768,5416667
22	1140	171,57	206,490566	456,4587525	481,7195122	736,25
23	1100	165,55	199,245283	440,4426559	464,8170732	710,4166667
24	1050	158,025	190,1886792	420,4225352	443,6890244	678,125
25	1010	152,005	182,9433962	404,4064386	426,7865854	652,2916667



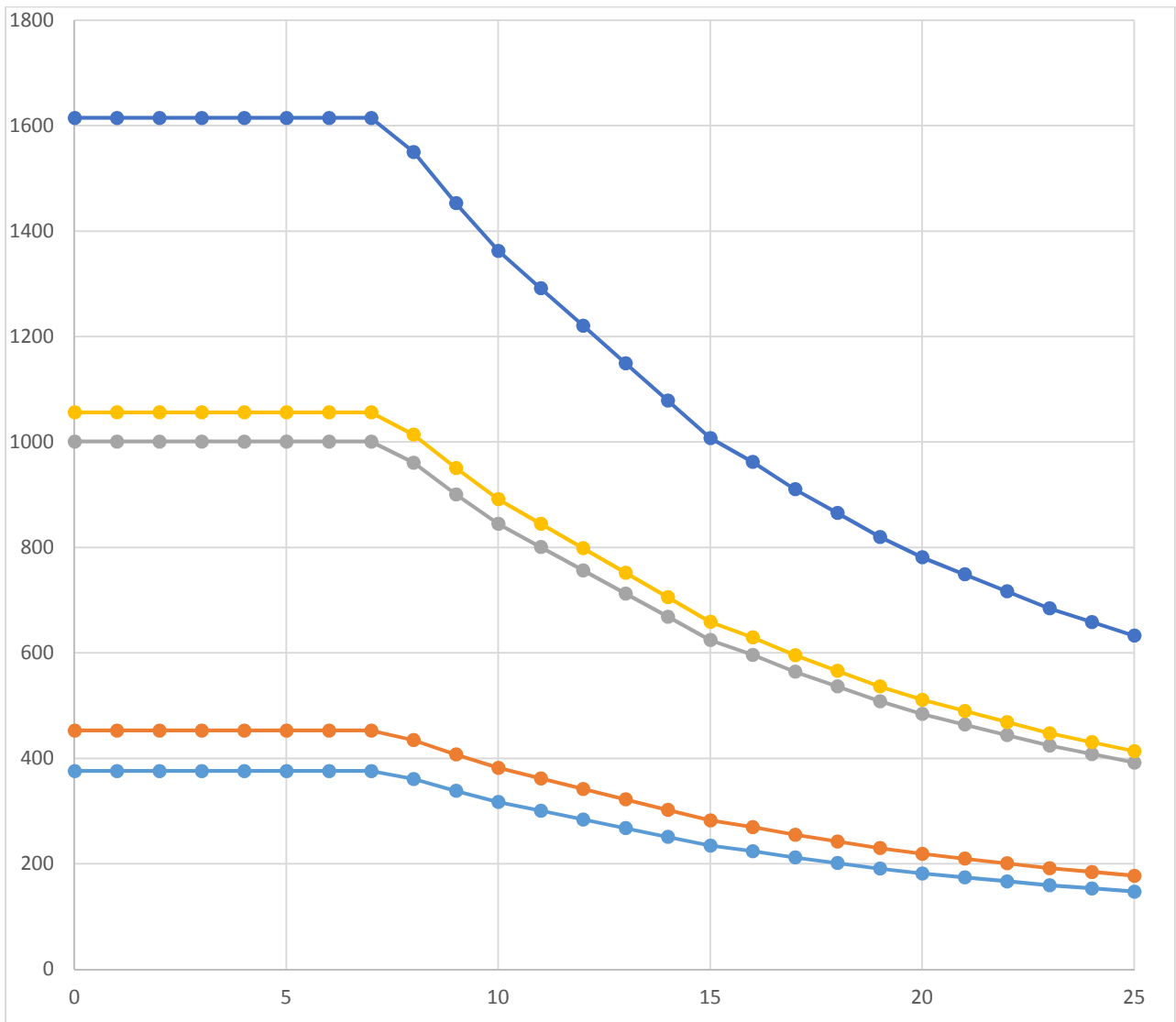
RAMPA	319.2		Metros Siderurgico	Metros Granel	Metros Contenedores 1 (MMC3	Metros Contenedores 2 (MC3 13,	Metros Portacoques
0	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
1	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
2	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
3	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
4	2410		362,705	436,5283019	964,9698189	1018,371951	1556,458333
5	2200		331,1	398,490566	880,8853119	929,6341463	1420,833333
6	2020		304,01	365,8867925	808,8128773	853,5731707	1304,583333
7	1870		281,435	338,7169811	748,7525151	790,1890244	1207,708333
8	1730		260,365	313,3584906	692,6961771	731,0304878	1117,291667
9	1580		237,79	286,1886792	632,6358149	667,6463415	1020,416667
10	1450		218,225	262,6415094	580,583501	612,7134146	936,4583333
11	1340		201,67	242,7169811	536,5392354	566,2317073	865,4166667
12	1240		186,62	224,6037736	496,498994	523,9756098	800,8333333
13	1160		174,58	210,1132075	464,4668008	490,1707317	749,1666667
14	1090		164,045	197,4339623	436,4386318	460,5914634	703,9583333
15	1020		153,51	184,754717	408,4104628	431,0121951	658,75
16	960		144,48	173,8867925	384,3863179	405,6585366	620
17	910		136,955	164,8301887	364,3661972	384,5304878	587,7083333
18	860		129,43	155,7735849	344,3460765	363,402439	555,4166667
19	820		123,41	148,5283019	328,3299799	346,5	529,5833333
20	780		117,39	141,2830189	312,3138833	329,597561	503,75
21	740		111,37	134,0377358	296,2977867	312,695122	477,9166667
22	710		106,855	128,6037736	284,2857143	300,0182927	458,5416667
23	670		100,835	121,3584906	268,2696177	283,1158537	432,7083333
24	650		97,825	117,7358491	260,2615694	274,6646341	419,7916667
25	620		93,31	112,3018868	248,249497	261,9878049	400,4166667



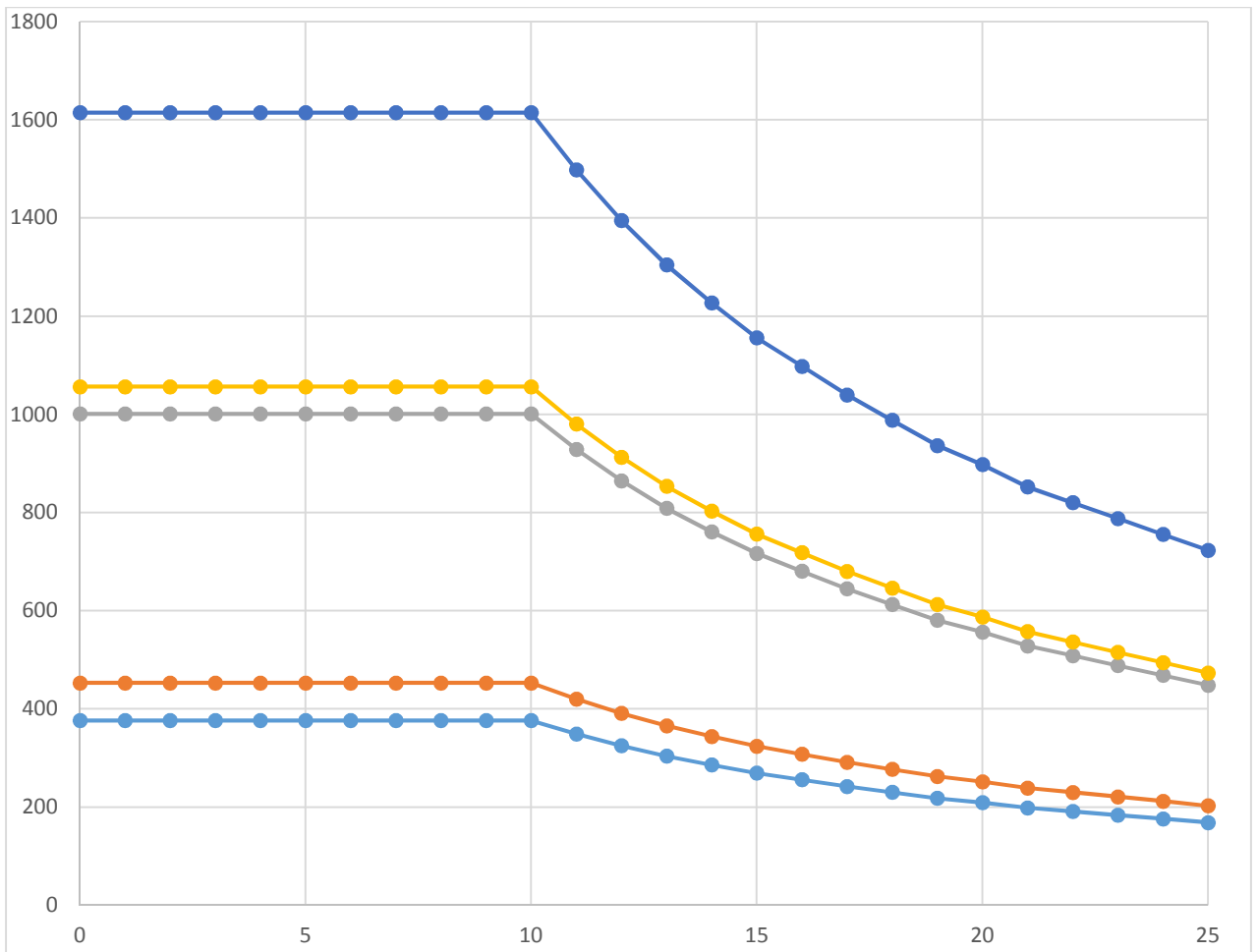
RAMPA	333,3		Metros Siderurgico	Metros Granel	Metros Contenedores 1 (MMC3 19,90)	Metros Contenedores 2 (MC3)	Metros Portacoches
0	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
1	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
2	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
3	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
4	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
5	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
6	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
7	2390		359,695	432,9056604	956,9617706	1009,920732	1543,541667
8	2220		334,11	402,1132075	888,8933602	938,0853659	1433,75
9	2080		313,04	376,754717	832,8370221	878,9268293	1343,333333
10	1950		293,475	353,2075472	780,7847082	823,9939024	1259,375
11	1830		275,415	331,4716981	732,7364185	773,2865854	1181,875
12	1730		260,365	313,3584906	692,6961771	731,0304878	1117,291667
13	1620		243,81	293,4339623	648,6519115	684,5487805	1046,25
14	1520		228,76	275,3207547	608,61167	642,2926829	981,6666667
15	1410		212,205	255,3962264	564,5674044	595,8109756	910,625
16	1340		201,67	242,7169811	536,5392354	566,2317073	865,4166667
17	1280		192,64	231,8490566	512,5150905	540,8780488	826,6666667
18	1210		182,105	219,1698113	484,4869215	511,2987805	781,4583333
19	1150		173,075	208,3018868	460,4627767	485,945122	742,7083333
20	1100		165,55	199,245283	440,4426559	464,8170732	710,4166667
21	1050		158,025	190,1886792	420,4225352	443,6890244	678,125
22	1000		150,5	181,1320755	400,4024145	422,5609756	645,8333333
23	960		144,48	173,8867925	384,3863179	405,6585366	620
24	920		138,46	166,6415094	368,3702213	388,7560976	594,1666667
25	880		132,44	159,3962264	352,3541247	371,8536585	568,3333333



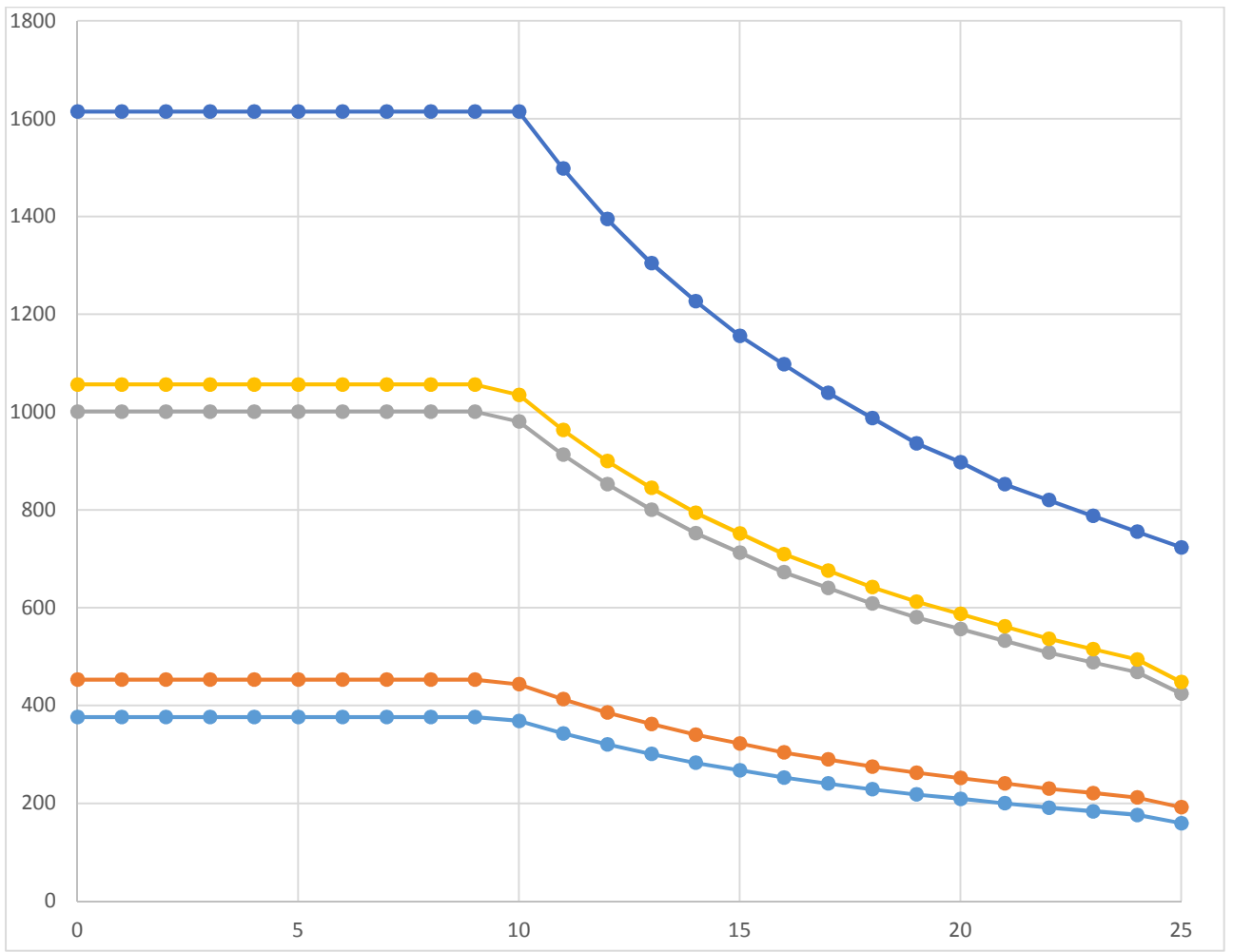
RAMPA	335	Metros Siderurgico	Metros Granel	Metros Contenedores 1 (MMC3 19,90)	Metros Contenedores 2 (MC3 13,86)	Metros Portacoches
0	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
1	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
2	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
3	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
4	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
5	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
6	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
7	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
8	2400	361,2	434,7169811	960,9657948	1014,146341	1550
9	2250	338,625	407,5471698	900,9054326	950,7621951	1453,125
10	2110	317,555	382,1886792	844,8490946	891,6036585	1362,708333
11	2000	301	362,2641509	800,804829	845,1219512	1291,666667
12	1890	284,445	342,3396226	756,7605634	798,6402439	1220,625
13	1780	267,89	322,4150943	712,7162978	752,1585366	1149,583333
14	1670	251,335	302,490566	668,6720322	705,6768293	1078,541667
15	1560	234,78	282,5660377	624,6277666	659,195122	1007,5
16	1490	224,245	269,8867925	596,595976	629,6158537	962,2916667
17	1410	212,205	255,3962264	564,5674044	595,8109756	910,625
18	1340	201,67	242,7169811	536,5392354	566,2317073	865,4166667
19	1270	191,135	230,0377358	508,5110664	536,652439	820,2083333
20	1210	182,105	219,1698113	484,4869215	511,2987805	781,4583333
21	1160	174,58	210,1132075	464,4668008	490,1707317	749,1666667
22	1110	167,055	201,0566038	444,4466801	469,0426829	716,875
23	1060	159,53	192	424,4265594	447,9146341	684,5833333
24	1020	153,51	184,754717	408,4104628	431,0121951	658,75
25	980	147,49	177,509434	392,3943662	414,1097561	632,9166667



RAMPA	601 Diesel		Metros Siderurgico	Metros Granel	Metros Contenedores	Metros Contenedores	Metros Portacoches
0	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
1	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
2	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
3	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
4	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
5	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
6	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
7	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
8	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
9	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
10	2500		376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
11	2320		349,16	420,2264151	928,9336016	980,3414634	1498,333333
12	2160		325,08	391,245283	864,8692153	912,7317073	1395
13	2020		304,01	365,8867925	808,8128773	853,5731707	1304,583333
14	1900		285,95	344,1509434	760,7645875	802,8658537	1227,083333
15	1790		269,395	324,2264151	716,7203219	756,3841463	1156,041667
16	1700		255,85	307,9245283	680,6841046	718,3536585	1097,916667
17	1610		242,305	291,6226415	644,6478873	680,3231707	1039,791667
18	1530		230,265	277,1320755	612,6156942	646,5182927	988,125
19	1450		218,225	262,6415094	580,583501	612,7134146	936,4583333
20	1390		209,195	251,7735849	556,5593561	587,3597561	897,7083333
21	1320		198,66	239,0943396	528,5311871	557,7804878	852,5
22	1270		191,135	230,0377358	508,5110664	536,652439	820,2083333
23	1220		183,61	220,9811321	488,4909457	515,5243902	787,9166667
24	1170		176,085	211,9245283	468,4708249	494,3963415	755,625
25	1120		168,56	202,8679245	448,4507042	473,2682927	723,3333333



RAMPA	601 Eléctrico	Metros Siderurgico	Metros Granel	Metros Contenedores 1 (MMC3 19,90)	Metros Contenedores 2 (MC3 13,86)	Metros Portacoques
0	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
1	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
2	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
3	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
4	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
5	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
6	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
7	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
8	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
9	2500	376,25	452,8301887	1001,006036	1056,402439	1614,583333
10	2450	368,725	443,7735849	980,9859155	1035,27439	1582,291667
11	2280	343,14	412,9811321	912,917505	963,4390244	1472,5
12	2130	320,565	385,8113208	852,8571429	900,054878	1375,625
13	2000	301	362,2641509	800,804829	845,1219512	1291,666667
14	1880	282,94	340,5283019	752,7565392	794,4146341	1214,166667
15	1780	267,89	322,4150943	712,7162978	752,1585366	1149,583333
16	1680	252,84	304,3018868	672,6760563	709,902439	1085
17	1600	240,8	289,8113208	640,6438632	676,097561	1033,333333
18	1520	228,76	275,3207547	608,61167	642,2926829	981,666667
19	1450	218,225	262,6415094	580,583501	612,7134146	936,4583333
20	1390	209,195	251,7735849	556,5593561	587,3597561	897,7083333
21	1330	200,165	240,9056604	532,5352113	562,0060976	858,9583333
22	1270	191,135	230,0377358	508,5110664	536,652439	820,2083333
23	1220	183,61	220,9811321	488,4909457	515,5243902	787,9166667
24	1170	176,085	211,9245283	468,4708249	494,3963415	755,625
25	1060	159,53	192	424,4265594	447,9146341	684,5833333

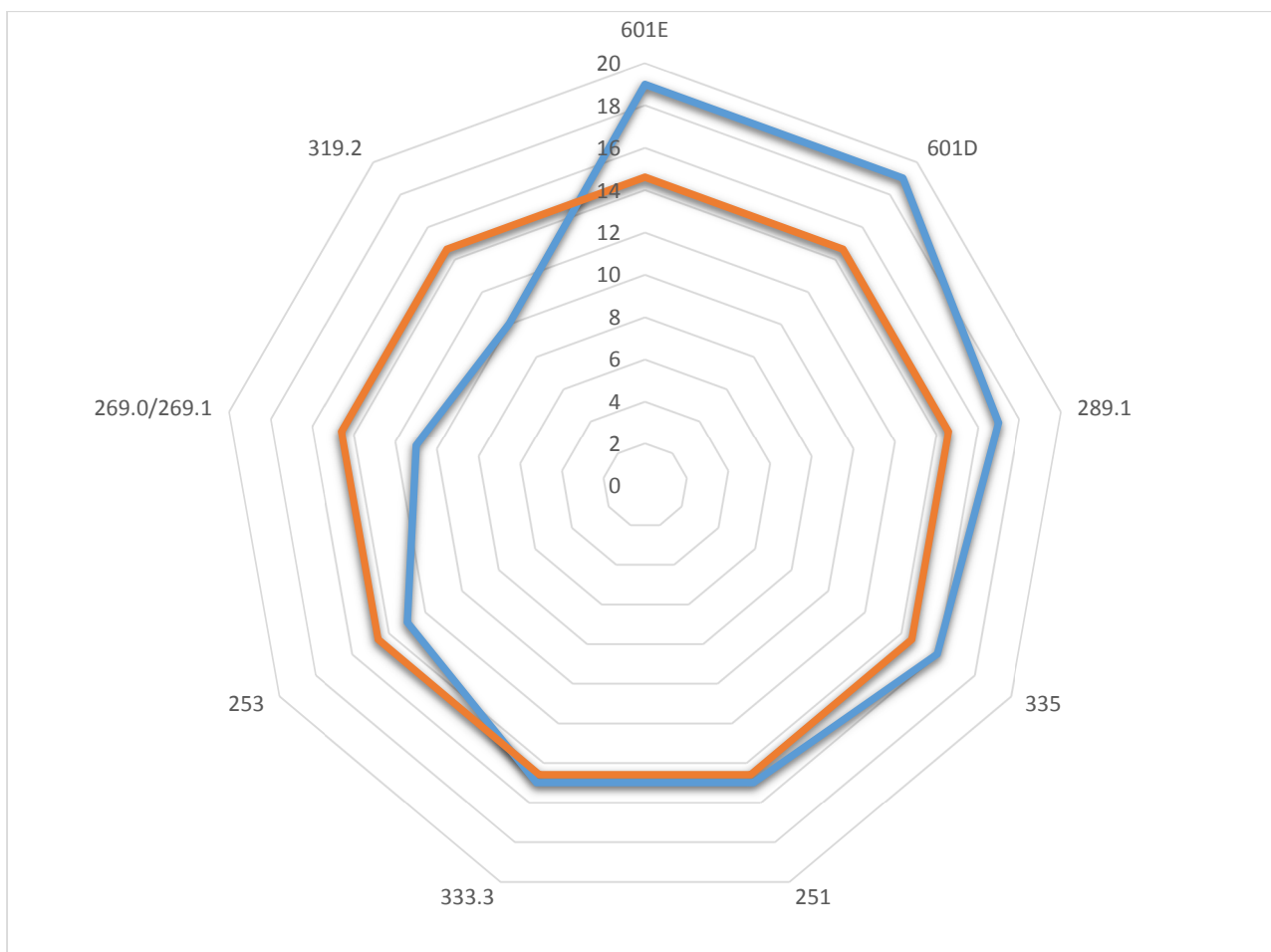


Tracción	Milesimas con 600m contenedores
----------	---------------------------------

601E	19
601D	19
289.1	17
335	16
251	15
333.3	15
253	13
269.0/269.1	11
319.2	10

Valor Medio

14,68



ANEJO 3: ESTUDIO DE LÍNEAS

En este anejo se adjuntan las tablas de detalle de las rampas de los tramos analizados en este trabajo. Estas tablas muestran la ubicación de las mayores rampas para cada tramo, indicando además su pendiente geométrica, el radio menor de curva, así como la longitud de la curva.

MONFORTE DE LEMOS								750m	
RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR		
	8,33	600	796	-8,33	-600	9,663333333	-9,663333333		
	15	0	1900	-15	0	15	-15		
	15,68	400	5860	-15,68	-400	17,68	-17,68		
POBRA DE BROLLON								450m	
RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR		
	-15,18	-450	1250	15,18	450	-16,95777778	16,95777778		
	-18	-300	1120	18	300	-20,66666667	20,66666667		
	-19,9	-300	2800	19,9	300	-22,56666667	22,56666667		
	-18	-300	980	18	300	-20,66666667	20,66666667		
FREIXEIRO								450m	
RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR		
	-16,84	-350	1655	16,84	350	-19,12571429	19,12571429		
	-6,16	-350	1480	6,16	350	-8,445714286	8,445714286		
SAN CLODIO - QUIROGA								570M	
RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR		
	2,78	0	900	-2,78	0	2,78	-2,78		
	8,72	400	860	-8,72	-400	10,72	-10,72		
SOLDÓN-SEQUEIROS									
RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR		
	5	450	1020	-5	-450	6,777777778	-6,777777778		
	8,2	300	1025	-8,2	-300	10,86666667	-10,86666667		
	10,6	300	590	-10,6	-300	13,26666667	-13,26666667		
	9,6	300	500	-9,6	-300	12,26666667	-12,26666667		
MONTEFURADO									
RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR		
	7,37	360	1020	-7,37	-360	9,592222222	-9,592222222		
	7,08	350	1923	-7,08	-350	9,365714286	-9,365714286		
	7,47	0	656	-7,47	0	7,47	-7,47		
	3,89	300	560	-3,89	-300	6,556666667	-6,556666667		
	10,57	400	795	-10,57	-400	12,57	-12,57		
A RUA - PETÍN									
RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR		
	10,13	0	750	-10,13	0	10,13	-10,13		
	-1,86	2000	700	1,86	-2000	-1,46	1,46		
	0,6	1000	950	-0,6	-1000	1,4	-1,4		
VILLAMARTIN DE VALDEORRAS									
RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR		
	2,2	300	2750	-2,2	-300	4,866666667	-4,866666667		
	11,5	450	502	-11,5	-450	13,27777778	-13,27777778		
	6,2	2000	690	-6,2	-2000	6,6	-6,6		
O BARCO DE VALDEORRAS									
RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR		
	5,83	300	4000	-5,83	-300	8,496666667	-8,496666667		
	6,35	300	1175	-6,35	-300	9,016666667	-9,016666667		
	4,35	700	1340	-4,35	-700	5,492857143	-5,492857143		
	5,51	400	2273	-5,51	-400	7,51	-7,51		
	7,45	0	808	-7,45	0	7,45	-7,45		
SOBRADELO									
RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR		
	4	400	580	-4	-400	6	-6		
	10	300	2300	-10	-300	12,66666667	-12,66666667		
	4	400	580	-4	-400	6	-6		
	10,07	300	380	-10,07	-300	12,73666667	-12,73666667		
	10,09	300	2003	-10,09	-300	12,75666667	-12,75666667		
COBAS									
RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR		
	1,57	0	680	-1,57	0	1,57	-1,57		
	9,97	0	900	-9,97	0	9,97	-9,97		
	16,19	0	520	-16,19	0	16,19	-16,19		
	1,59	400	500	-1,59	-400	3,59	-3,59		
	0,78	550	500	-0,78	-550	2,234545455	-2,234545455		
	10	350	550	-10	-350	12,28571429	-12,28571429		
TORAL DE LOS VADOS									
RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR		
	3,97	500	700	-3,97	-500	5,57	-5,57		
	1,28	0	540	-1,28	0	1,28	-1,28		
	6,38	0	1300	-6,38	0	6,38	-6,38		
	-7	0	2700	7	0	-7	7		
DEHESAS									
RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR		
	6,01	0	1300	-6,01	0	6,01	-6,01		
	6,59	0	4200	-6,59	0	6,59	-6,59		
	7,296	800	1520	-7,296	-800	8,296	-8,296		
PONFERRADA									

CASTEJÓN DE EBRO									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-3,02	-555	2560	3,02	555	2560		-4,461441441	4,461441441
ALFARO									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-1,55	0	2213	1,55	0	2213		-1,55	1,55
RINCÓN DE SOTO									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-2,31	0	1720	2,31	0	1720		-2,31	2,31
	-2,96	0	2600	2,96	0	2600		-2,96	2,96
	-4,59	0	2825	4,59	0	2825		-4,59	4,59
	-5	-1000	400	5	1000	400		-5,8	5,8
	-5	-1000	904	5	1000	904		-5,8	5,8
CALAHORRA									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-3,9	0	820	3,9	0	820		-3,9	3,9
	-0,38	-1000	2620	0,38	1000	2620		-1,18	1,18
LADOSA									
FECULAS NAVARRA									
ALCANADRE									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-1	-500	2200	1	500	2200		-2,6	2,6
	-0,25	-1000	1800	0,25	1000	1800		-1,05	1,05
MENDAVIA									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-4,75	-800	1073	4,75	800	1073		-5,75	5,75
	-7,84	-600	2820	7,84	600	2820		-9,173333333	9,173333333
	-3,24	-1000	740	3,24	1000	740		-4,04	4,04
	-2,68	-1000	560	2,68	1000	560		-3,48	3,48
	-3,46	0	520	3,46	0	520		-3,46	3,46
AGONCILLO									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-3,16	0	440	3,16	0	440		-3,16	3,16
RECAJO									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-5	0	220	5	0	220		-5	5
	-5,22	0	460	5,22	0	460		-5,22	5,22
	-5	-700	560	5	700	560		-6,142857143	6,142857143
	-5	-650	800	5	650	800		-6,230769231	6,230769231
	-2,65	0	680	2,65	0	680		-2,65	2,65
	-6,43	-1400	980	6,43	1400	980		-7,001428571	7,001428571
	-1,11	0	540	1,11	0	540		-1,11	1,11
	-5	0	780	5	0	780		-5	5
	-5	0	720	5	0	720		-5	5
LOGROÑO									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-2,62	0	420	2,62	0	420		-2,62	2,62
	-5,63	-550	560	5,63	550	560		-7,084545455	7,084545455
	-1,11	-500	540	1,11	500	540		-2,71	2,71
	-6	-500	720	6	500	720		-7,6	7,6
	-3,7	-500	1160	3,7	500	1160		-5,3	5,3
	-7,1	-900	750	7,1	900	750		-7,988888889	7,988888889
	-4	-500	400	4	500	400		-5,6	5,6
EL CORTIJO									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-2,5	-800	960	2,5	800	960		-3,5	3,5
	-5	-500	440	5	500	440		-6,6	6,6
FUENMAYOR									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-0,8	0	500	0,8	0	500		-0,8	0,8
	-2,5	-500	240	2,5	500	240		-4,1	4,1
	-4,3	0	880	4,3	0	880		-4,3	4,3
	-1,41	0	540	1,41	0	540		-1,41	1,41
	-6,6	-430	740	6,6	430	740		-8,460465116	8,460465116
	-5,2	-430	460	5,2	430	460		-7,060465116	7,060465116
	-3,33	-1000	300	3,33	1000	300		-4,13	4,13
CENICERO									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-4	0	250	4	0	250		-4	4
	-5	-600	600	5	600	600		-6,333333333	6,333333333
	-7,24	-900	900	7,24	900	900		-8,128888889	8,128888889
	-5,13	0	780	5,13	0	780		-5,13	5,13
	-2,93	-450	1160	2,93	450	1160		-4,707777778	4,707777778
	-5	-500	480	5	500	480		-6,6	6,6
	-1,7	-400	880	1,7	400	880		-3,7	3,7
SAN ASENSIO									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-1,03	-600	680	1,03	600	680		-2,363333333	2,363333333
	-3,33	0	240	3,33	0	240		-3,33	3,33
BRIONES									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-5	0	200	5	0	200		-5	5
HARO									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-5	-900	500	5	900	500		-5,888888889	5,888888889
	-1,97	-400	455	1,97	400	455		-3,97	3,97
	-0,18	-500	5184	0,18	500	5184		-1,78	1,78
SAN FELICES									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-0,45	0	360	0,45	0	360		-0,45	0,45
	-5	-1000	440	5	1000	440		-5,8	5,8
	-2	-600	284	2	600	284		-3,333333333	3,333333333
	-0,62	-600	1020	0,62	600	1020		-1,953333333	1,953333333
	-0,89	0	1103	0,89	0	1103		-0,89	0,89
	-3	0	414	3	0	414		-3	3
	-3	-600	350	3	600	350		-4,333333333	4,333333333
	-5	-500	266	5	500	266		-6,6	6,6
MIRANDA DE EBRO									

EBOY									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR	
CASTEJÓN DE EBRO		-8	0	385	8	0	385	-8	8
		8,7	0	642	-8,7	0	642	8,7	-8,7
		1,4	0	753	-1,4	0	753	1,4	-1,4
CADREITA			DESMANTELADA						
		-1	0	2087	1	0	2087	-1	1
		-2,2	-2000	1506	2,2	2000	1506	-2,2	2,2
MILAGRO			DESMANTELADA						
		-1,5	0	1137	1,5	0	1137	-1,5	1,5
		-5	-800	2172	5	800	2172	-5	5
VILLAFRANCA DE NAVARRA		2,7	0	701	-2,7	0	701	2,7	-2,7
			DESMANTELADA						
		-0,5	0	580	0,5	0	580	-0,5	0,5
MARCILLA DE NAVARRA		-4	-1200	2422	4	1200	2422	-4,66666667	4,66666667
		-1	0	1004	1	0	1004	-1	1
			DESMANTELADA						
CAPARROSO			DESMANTELADA						
		-4,36	0	1855	4,36	0	1855	-4,36	4,36
		-1,7	0	2632	1,7	0	2632	-1,7	1,7
PITIJAS			DESMANTELADA						
		-11,47	-2000	859	11,47	2000	859	-11,87	11,87
		-0,78	0	1402	0,78	0	1402	-0,78	0,78
BEIRE			DESMANTELADA						
		-6,7	-2000	2893	6,7	2000	2893	-7,1	7,1
		-5,74	0	518	5,74	0	518	-5,74	5,74
OLITE			DESMANTELADA						
		-8,6	-1500	910	8,6	1500	910	-9,13333333	9,13333333
		-7,59	0	1819	7,59	0	1819	-7,59	7,59
TAFALLA			DESMANTELADA						
		-11,78	-2000	1234	11,78	2000	1234	-12,18	12,18
		-11,6	-380	1034	11,6	380	1034	-13,70526316	13,70526316
PUEDO			DESMANTELADA						
		-8,5	-600	285	8,5	600	285	-9,83333333	9,83333333
			DESMANTELADA						
GARINOAIN			DESMANTELADA						
		-9,55	-600	681	9,55	600	681	-10,88333333	10,88333333
		-14,9	-550	4498	14,9	550	4498	-16,85454545	16,85454545
CARRASCAL			DESMANTELADA						
		15,35	700	999	-15,35	-700	999	16,49285714	-16,49285714
		14,58	500	3775	-14,58	-500	3775	16,18	-16,18
BIURRUM-CAMPANAS			DESMANTELADA						
		14,65	0	1839	-14,65	0	1839	14,65	-14,65
		8,7	700	2897	-8,7	-700	2897	9,84285714	-9,84285714
NOAIN			DESMANTELADA						
		7,19	1000	1620	-7,19	-1000	1620	7,99	-7,99
		10	0	480	-10	0	480	10	-10
PAMPLONA			DESMANTELADA						
		-15,3	-450	1311	15,3	450	1311	-17,07777778	17,07777778
		1,57	1000	967	-1,57	-1000	967	2,37	-2,37
ZUASTI			DESMANTELADA						
		-14	-1000	993	14	1000	993	-14,8	14,8
		-10,4	0	1408	10,4	0	1408	-10,4	10,4
IZURDIAGA			DESMANTELADA						
		2,6	1000	906	-2,6	-1000	906	3,4	-3,4
		-12,3	0	950	12,3	0	950	-12,3	12,3
VILLANUEVA-ARAQUIL			DESMANTELADA						
		-12,81	0	720	12,81	0	720	-12,81	12,81
		-4,4	0	1208	4,4	0	1208	-4,4	4,4
HUARTE-ARAQUIL			DESMANTELADA						
		7,6	0	720	-7,6	0	720	7,6	-7,6
		-5,9	-1500	2212	5,9	1500	2212	-6,43333333	6,43333333
LACUNZA			DESMANTELADA						
		-5	-2000	1141	5	2000	1141	-5,4	5,4
		-2,1	0	913	2,1	0	913	-2,1	2,1
ECHARRI-ARANAZ			DESMANTELADA						
		-9	0	996	9	0	996	-9	9
		3,7	1500	1001	-3,7	-1500	1001	4,23333333	-4,23333333
BACAICOA			DESMANTELADA						
		-8	0	893	8	0	893	-8	8
		-1,7	0	1102	1,7	0	1102	-1,7	1,7
ALSASUA			DESMANTELADA						
		-11,45	-300	1177	11,45	300	1177	-14,11666667	14,11666667

SAN SEBASTIAN									
	750m								
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR	
	3,3	400	570	-3,3	-400	570	5,3	-5,3	
	1	0	1200	-1	0	1200	1,0	-1,0	
	1,2	400	520	-1,2	-400	520	3,2	-3,2	
	3,3	500	452	-3,3	-500	452	4,9	-4,9	
HERNANI									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR	
	4,4	500	480	-4,4	-500	480	6,0	-6,0	
	10	400	4100	-10	-400	4100	12,0	-12,0	
	5	0	800	-5	0	800	5,0	-5,0	
	-0,5	700	800	0,5	-700	800	0,6	-0,6	
ANDOAIN									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR	
	1,9	500	350	-1,9	-500	350	3,5	-3,5	
	2	400	1380	-2	-400	1380	4,0	-4,0	
VILLABONA-CIZURQUIL									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR	
	2,6	0	750	-2,6	0	750	2,6	-2,6	
	3,8	500	2170	-3,8	-500	2170	5,4	-5,4	
	2,9	500	1955	-2,9	-500	1955	4,5	-4,5	
	4,6	500	1389	-4,6	-500	1389	6,2	-6,2	
TOLOSA									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR	
	5	550	400	-5	-550	400	6,5	-6,5	
	2,8	350	480	-2,8	-350	480	5,1	-5,1	
	7,1	550	1505	-7,1	-550	1505	8,6	-8,6	
	5,4	500	538	-5,4	-500	538	7,0	-7,0	
	2,4	500	825	-2,4	-500	825	4,0	-4,0	
ALEGRIA DE ORIA									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR	
	4,4	500	1495	-4,4	-500	1495	6,0	-6,0	
	6,8	500	1620	-6,8	-500	1620	8,4	-8,4	
LEGORRETA									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR	
	6,4	0	1057	-6,4	0	1057	6,4	-6,4	
	3,1	450	541	-3,1	-450	541	4,9	-4,9	
	5,7	600	1229	-5,7	-600	1229	7,0	-7,0	
	6,5	300	600	-6,5	-300	600	9,2	-9,2	
	4,9	500	620	-4,9	-500	620	6,5	-6,5	
							0,0	0,0	
VILLAFRANCA									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR	
	7,4	400	347	-7,4	-400	347	9,4	-9,4	
BEASAIN									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR	
	5,5	0	302	-5,5	0	302	5,5	-5,5	
	10,9	300	490	-10,9	-300	490	13,6	-13,6	
	5,6	300	302	-5,6	-300	302	8,3	-8,3	
	14,8	300	367	-14,8	-300	367	17,5	-17,5	
	15,3	300	787	-15,3	-300	787	18,0	-18,0	
	15,2	300	2101	-15,2	-300	2101	17,9	-17,9	
	14,7	400	451	-14,7	-400	451	16,7	-16,7	
	16,4	400	1235	-16,4	-400	1235	18,4	-18,4	
	15,5	300	8608	-15,5	-300	8608	18,2	-18,2	
	16,1	300	2328	-16,1	-300	2328	18,8	-18,8	
	10,7	300	507	-10,7	-300	507	13,4	-13,4	
	16,7	0	838	-16,7	0	838	16,7	-16,7	
	13,2	215	283	-13,2	-215	283	16,9	-16,9	
ZUMARRAGA									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR	
	10	0	456	-10	0	456	10,0	-10,0	
	12,8	0	706	-12,8	0	706	12,8	-12,8	
	14,9	500	5142	-14,9	-500	5142	16,5	-16,5	
	14,4	300	644	-14,4	-300	644	17,1	-17,1	
BRINCOLA									

PORTBOU									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-5-		500		5-	500		-5,0	5,0
	-6,6-		400		6,6-	400		-6,6	6,6
	5-		400		-5-	400		5,0	-5,0
LLANÇA									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-9-		1000		9-	1000		-9,0	9,0
	15-		3000		-15-	3000		15,0	-15,0
	3-		500		-3-	500		3,0	-3,0
	-15-		2000		15-	2000		-15,0	15,0
	-10-		700		10-	700		-10,0	10,0
	15-		1300		-15-	1300		15,0	-15,0
	-10-		1000		10-	1000		-10,0	10,0
	-13,3		1000		13,3	1000		-13,3	13,3
	8-		1500		-8-	1500		8,0	-8,0
FIGUERES									
	-5,12-		400		5,12-	400		-5,1	5,1
	7-		1000		-7-	1000		7,0	-7,0
	7,5-		337		-7,5-	337		7,5	-7,5
	8,2-		690		-8,2-	690		8,2	-8,2
VILAMALLA									
	8,9-		1120		-8,9-	1120		8,9	-8,9
	-11,9-		600		11,9-	600		-11,9	11,9
	-15-		760		15-	760		-15,0	15,0
SANT MIGUEL DE FLUVIA									
	12-		1110		-12-	1110		12,0	-12,0
	15,6-		370		-15,6-	370		15,6	-15,6
	12,2-		700		-12,2-	700		12,2	-12,2
	12,3-		680		-12,3-	680		12,3	-12,3
	-15-		1210		15-	1210		-15,0	15,0
	-15-		1900		15-	1900		-15,0	15,0
	5,1-		730		-5,1-	730		5,1	-5,1
	-11,4-		1190		11,4-	1190		-11,4	11,4
	12,1-		590		-12,1-	590		12,1	-12,1
	9,3-		330		-9,3-	330		9,3	-9,3
	-10,8-		440		10,8-	440		-10,8	10,8
FLAÇA									
	10,9-		690		-10,9-	690		10,9	-10,9
	11,3-		990		-11,3-	990		11,3	-11,3
	-6,9-		570		6,9-	570		-6,9	6,9
	7,9-		680		-7,9-	680		7,9	-7,9
	-7,85-		260		7,85-	260		-7,9	7,9
	-10,12-		300		10,12-	300		-10,1	10,1
	8,1-		469		-8,1-	469		8,1	-8,1
	8,9-		980		-8,9-	980		8,9	-8,9
	9,55-		310		-9,55-	310		9,6	-9,6
	6,91-		510		-6,91-	510		6,9	-6,9
	-5-		1100		5-	1100		-5,0	5,0
GIRONA									

MACANET-MASSANES								
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		
							RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	7,4	800	600	-7,4	-800	600	8,4	-8,4
	9	800	700	-9	-800	700	10,0	-10,0
	11	800	800	-11	-800	800	12,0	-12,0
	13	800	400	-13	-800	400	14,0	-14,0
	-5,3	-800	800	5,3	800	800	-6,3	6,3
	5	800	1000	-5	-800	1000	6,0	-6,0
	6,2	800	600	-6,2	-800	600	7,2	-7,2
VIABREA-BREDA								
	9,7	800	1000	-9,7	-800	1000	10,7	-10,7
	7,5	800	900	-7,5	-800	900	8,5	-8,5
	7,6	800	1500	-7,6	-800	1500	8,6	-8,6
	9,6	800	2500	-9,6	-800	2500	10,6	-10,6
SANT CELONI								
	7	800	1000	-7	-800	1000	8,0	-8,0
	14	800	4500	-14	-800	4500	15,0	-15,0
	-8	-800	2000	8	800	2000	-9,0	9,0
	-10,4	-800	1200	10,4	800	1200	-11,4	11,4
LLINARS DEL VALLES								
	-5	-800	500	5	800	500	-6,0	6,0
	7	800	2000	-7	-800	2000	8,0	-8,0
CARDEDEU								
	8,2	800	1500	-8,2	-800	1500	9,2	-9,2
	-15,5	-800	500	15,5	800	500	-16,5	16,5
	-13	-800	2000	13	800	2000	-14,0	14,0
	-15,5	-800	1500	15,5	800	1500	-16,5	16,5
GRANOLLERS CENTRE								
	-12	-800	4500	12	800	4500	-13,0	13,0
	-10	-800	1000	10	800	1000	-11,0	11,0
	-9	-800	500	9	800	500	-10,0	10,0
MOLLET-S.FOST								

TARDIENTA									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	13	0	425	-13	0	425		13,0	-13,0
	9,8	1000	1710	-9,8	-1000	1710		10,6	-10,6
	-8	0	950	8	0	950		-8,0	8,0
	-8,6	0	900	8,6	0	900		-8,6	8,6
	-11,4	0	1030	11,4	0	1030		-11,4	11,4
	10	0	910	-10	0	910		10,0	-10,0
	-9,8	0	1535	9,8	0	1535		-9,8	9,8
	8,4	0	800	-8,4	0	800		8,4	-8,4
GRAÑÉN									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-8,3	0	500	8,3	0	500		-8,3	8,3
	5	0	750	-5	0	750		5,0	-5,0
	-8,1	0	500	8,1	0	500		-8,1	8,1
	7,3	0	400	-7,3	0	400		7,3	-7,3
	-4,8	-2000	2935	4,8	2000	2935		-5,2	5,2
	15,2	0	1720	-15,2	0	1720		15,2	-15,2
SARIÑENA									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-13	0	1010	13	0	1010		-13,0	13,0
	14,5	600	4800	-14,5	-600	4800		15,8	-15,8
	15,7	600	2605	-15,7	-600	2605		17,0	-17,0
	-13,1	-2000	2070	13,1	2000	2070		-13,5	13,5
	-15,3	-1000	927	15,3	1000	927		-16,1	16,1
	15,1	1000	1365	-15,1	-1000	1365		15,9	-15,9
	-13,6	-1000	1530	13,6	1000	1530		-14,4	14,4
	12,6	1000	700	-12,6	-1000	700		13,4	-13,4
TERREU									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-15,6	-1000	6610	15,6	1000	6610		-16,4	16,4
	-14	-2000	955	14	2000	955		-14,4	14,4
	14,7	0	1691	-14,7	0	1691		14,7	-14,7
SELGUA									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-15	-1000	1057	15	1000	1057		-15,8	15,8
	11,4	1000	678	-11,4	-1000	678		12,2	-12,2
	16	0	685	-16	0	685		16,0	-16,0
MONZÓN									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	14,7	500	1920	-14,7	-500	1920		16,3	-16,3
	11,8	2000	2208	-11,8	-2000	2208		12,2	-12,2
	-15	-2000	1590	15	2000	1590		-15,4	15,4
	-15,2	0	1825	15,2	0	1825		-15,2	15,2
	-14,8	0	1455	14,8	0	1455		-14,8	14,8
	-10,4	0	1718	10,4	0	1718		-10,4	10,4
	-10,1	-2100	1659	10,1	2100	1659		-10,5	10,5
	-12	0	477	12	0	477		-12,0	12,0
	-14,7	0	300	14,7	0	300		-14,7	14,7
	-13,5	0	400	13,5	0	400		-13,5	13,5
	-8,6	0	620	8,6	0	620		-8,6	8,6
TAMARITE-ALTORRINCÓN									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-6,9	0	630	6,9	0	630		-6,9	6,9
	14,1	600	2165	-14,1	-600	2165		15,4	-15,4
	13,2	0	604	-13,2	0	604		13,2	-13,2
	14,2	500	2643	-14,2	-500	2643		15,8	-15,8
	8,8	0	600	-8,8	0	600		8,8	-8,8
	-13,8	-1200	1902	13,8	1200	1902		-14,5	14,5
	-18	0	3028	18	0	3028		-18,0	18,0
	12	1000	853	-12	-1000	853		12,8	-12,8
	-13,6	-1300	2454	13,6	1300	2454		-14,2	14,2
MONTAGUT-ALCARRAZ									
	RAMPA PAR	RADIO	LONGITUD	RAMPA IMPAR	RADIO	LONGITUD		RAMPA CARACTERÍSTICA PAR	RAMPA CARACTERÍSTICA IMPAR
	-15	0	1846	15	0	1846		-15,0	15,0
	-12	0	925	12	0	925		-12,0	12,0
	-12,7	-1000	1300	12,7	1000	1300		-13,5	13,5