



Trabajo Fin de Grado

Análisis de costes para la selección de transporte
ferroviario ante diferente tipología de cargas

Autor/es

Pablo Cancer Casado

Director/es

Emilio Larrodé Pellicer

Facultad / Escuela

EINA/ Departamento de Ingeniería Mecánica

Año

2015



**DECLARACIÓN DE
AUTORÍA Y ORIGINALIDAD**

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./D^a. Pablo Cancer Casado

con nº de DNI 72990146-Z en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster) Grado _____, (Título del Trabajo)

Ánalisis de costes para la selección de transporte ferroviario ante diferente tipología de cargas

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, 5 de Septiembre del 2015

Fdo: Pablo Cancer Casado

RESUMEN:

El trabajo de fin de grado realizado consiste en analizar diferentes costes debido a las características del transporte de mercancías, tanto el transporte por carretera como el transporte por ferrocarril. Para poder realizar el análisis se han escogido unos recorridos donde las diferentes tipologías de mercancía escogidas, contenedores, cereal, automóviles y carbón circulan en la realidad, es necesario elegir un recorrido antes de analizar los costes porque estos dependen de las características del trayecto, pendiente, longitud máxima del tren, velocidad máxima o tipo de vía (electrificada o no). Dentro del trabajo hay tres partes diferenciadas en el análisis de costes, una parte donde se analiza la intermodalidad del transporte de contenedores, otra en la que se estudia los costes en función de la tipología de la mercancía (cereal, contenedor, automóviles) y una última parte donde se analizan dos tipos de mercancía (cereal y carbón) para ver si los costes dependen en función del peso o de la mercancía.

Se ha analizado los costes para ver si es rentable la intermodalidad o no, el transporte intermodal solo se realiza con contenedores porque los demás tipos de mercancía van de un punto de salida (zona de explotación o producción de la mercancía) a un destino final de consumo. Para ello se ha analizado los costes de si hay intermodalidad o no en el itinerario Madrid-Zaragoza-Barcelona, para ver que modalidad transporte, carretero o ferroviario, o ambas (transporte intermodal) es la que tiene menos costes para el transporte de contenedores.

Para el estudio de las diferentes tipologías se ha escogido el trayecto Zaragoza-Barcelona, donde circulan este tipo de mercancías. Para ello se estudiaran los costes en función de la tipología de mercancía al ser tres mercancías con características diferentes como son el cereal, los contenedores y el transporte de vehículos para ver cómo influyen en los costes.

Para la última parte se ha analizado el recorrido Tarragona-Caspe para el cereal y Tarragona-Andorra para carbón, se ha elegido estos recorrido porque por Zaragoza no pasan transportes de carbón. La similitud del peso entre el cereal y carbón hace que se puede hacer una comparativa para ver de qué depende el coste del transporte si de la mercancía o del peso.

Todos los recorridos analizados se estudian tanto para el transporte carretero como el ferroviario para hacer una comparativa entre ambos.

INDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 4 |
| 1.1 TRANSPORTE CARRETERO..... | 5 |
| 1.2 TRANSPORTE FERROVIARIO..... | 6 |
| 2. ALCANCE..... | 8 |
| 3. METODOLOGÍA DE ESTUDIO..... | 9 |
| 3.1 CARACTERÍSTICAS DEL RECORRIDO | 9 |
| 3.2 TRANSPORTE POR CARRETERA | 12 |
| 3.2.1 VEHÍCULO ARTICULADO PORTACONTENEDORES | 13 |
| 3.2.2 CISTERNA DE PRODUCTOS DE ALIMENTACIÓN | 14 |
| 3.2.3 PORTAVEHÍCULOS | 15 |
| 3.2.4 CARBÓN | 16 |
| 3.3 TRANSPORTE POR FERROCARRIL..... | 17 |
| 3.3.1 MATERIAL RODANTE MOTOR | 20 |
| 3.3.2 MATERIAL RODANTE REMOLCADO | 21 |
| 3.3.2.1 PLATAFORMA PORTACONTENEDORES | 21 |
| 3.3.2.2 TOLVA PARA CEREALES | 22 |
| 3.3.2.3 PORTAVEHÍCULOS | 23 |
| 3.3.2.4 TOLVA PARA CARBÓN | 24 |
| 3.4 COMPROBACIÓN DE LA POTENCIA..... | 25 |
| 3.5 COMPROBACIÓN DE LA ADHERENCIA | 26 |
| 4. ESTUDIO INTERMODALIDAD MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA...27 | |
| 4.1 CARACTERÍSTICAS DEL RECORRIDO | 27 |
| 4.2 COMPROBACIÓN DE LONGITUD, POTENCIA Y ADHERENCIA ..27 | |
| 4.3 SIN INTERMODALIDAD | 27 |
| 4.3.1 SIN ACARREOS | 28 |
| 4.3.2 ACARREO DE 25 KM | 28 |
| 4.4 CARGA Y DESCARGAR EN ZGZ | 31 |
| 4.4.1 SIN ACARREOS | 31 |
| 4.4.2 ACARREOS DE 25 KM | 31 |
| 4.5 INTERMODALIDAD | 33 |

| | |
|--|-----------|
| 4.6 CONCLUSIONES | 35 |
| 5. ESTUDIO TIPOLOGÍA DE MERCANCIAS ZARAGOZA-BARCELONA. | 36 |
| 5.1 CARACTERÍSTICAS DEL RECORRIDO. | 36 |
| 5.2 TRANSPORTE DE AUTOMOCIÓN | 36 |
| 5.2.1 COMPROBACIÓN DE LONGITUD, POTENCIA Y ADHERENCIA | 36 |
| 5.2.2 COMPARATIVA SIN ACARREOS | 36 |
| 5.2.3 COMPARATIVA CON ACARREO DE 25 KM | 38 |
| 5.2.4 COMPARATIVA CON ACARREO DE 50 KM | 39 |
| 5.3 TRANSPORTE DE CEREAL..... | 41 |
| 5.3.1 COMPROBACIÓN DE LONGITUD, POTENCIA Y ADHERENCIA | 41 |
| 5.3.2 COMPARATIVA SIN ACARREOS, | 41 |
| 5.3.3 COMPARATIVA ACARREO DE 25KM | 42 |
| 5.3.4 COMPARATIVA ACARREO DE 50KM | 45 |
| 5.4 TRANSPORTE DE CONTENEDORES..... | 47 |
| 5.4.1 COMPROBACIÓN DE LONGITUD, POTENCIA Y ADHERENCIA | 47 |
| 5.4.2 COMPARATIVA SIN ACARREOS | 47 |
| 5.4.3 COMPARATIVA ACARREO DE 25KM | 47 |
| 5.4.4 COMPARATIVA ACARREO DE 50KM | 49 |
| 5.5 CONCLUSIONES | 50 |
| 6. TRAYECTO TARRAGONA-CASPE, TARRAGONA-ANDORRA..... | 51 |
| 6.1 CARACTERÍSTICAS DEL RECORRIDO | 51 |
| 6.2 TRANSPORTE CEREAL, TARRAGONA-CASPE..... | 51 |
| 6.3 TRANSPORTE CARBÓN, TARRAGONA-ANDORRA | 53 |
| 6.4 COMPARACIÓN CEREAL-CARBÓN..... | 55 |
| 6.5 CONCLUSIÓN | 56 |
| 7. CONCLUSIONES GENERALES | 57 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA | 58 |
| 9. ANEXOS | 59 |

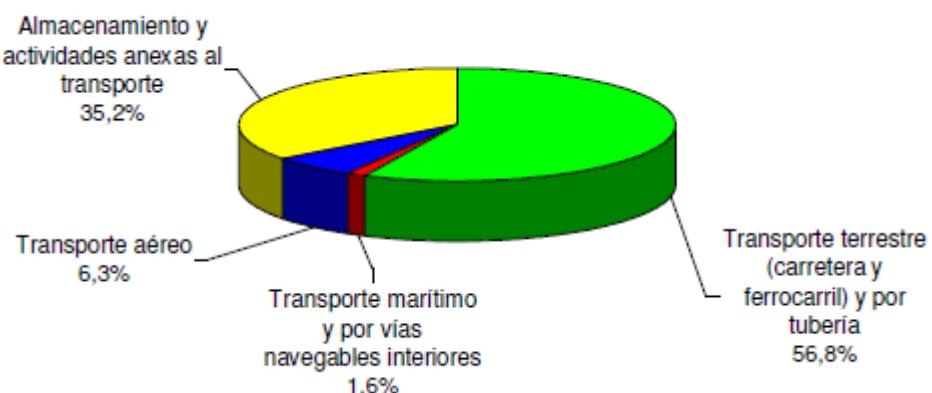
1. INTRODUCCIÓN

El Transporte es la actividad económica que permite trasladar viajeros o mercancías entre dos o más lugares. Existen diferentes modalidades de transporte dependiendo del medio:

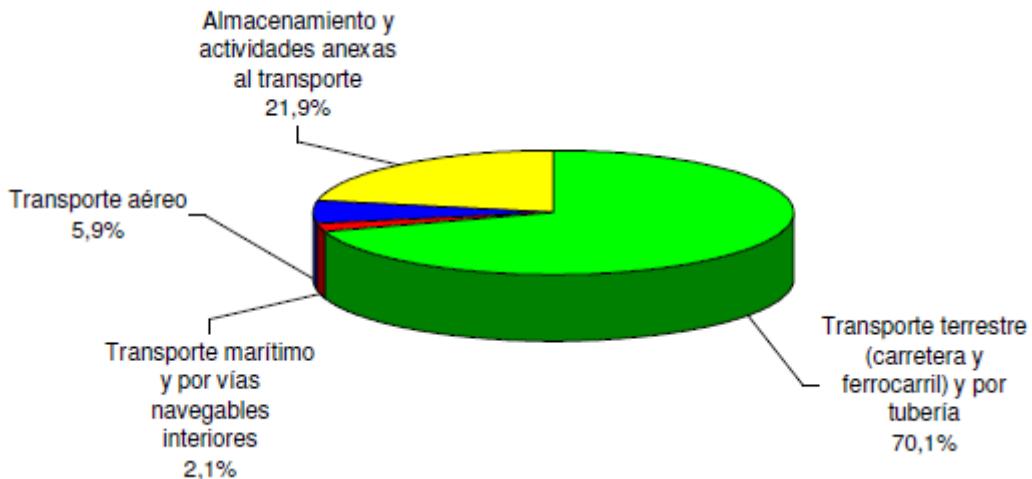
- Agua, transporte marítimo o fluvial.
- Tierra, transporte carretero o ferroviario.
- Aire, transporte aéreo.
- De tubería, oleoductos, gaseoductos, etc.

Por Intermodalidad se entiende la forma de organizar los diferentes tipos de transporte buscando combinarlos para obtener una mayor eficiencia, utilizando cada modo de transporte en función de las ventajas o menores inconvenientes que presenta cada modo en el traslado de los viajeros o la mercancía. Para poder realizarse la intermodalidad es necesario puntos intermodales donde se conecten varios nodos, estos pueden ser de viajeros, mercancías o ambos.

El Sector del transporte y almacenamiento tiene una gran importancia en la economía de España ya que en el 2009 aportó el 4,2% del VAB nacional, siendo el 56,8% aportado por el transporte terrestre y de tubería. En el año 2013 este mismo sector ocupó al 4,3% de la población nacional ocupada, el 70,1% de estos puestos pertenecen al sector terrestre y de tubería. (INE, 2009)



1. Distribución del VAB del Sector "Transporte y Almacenamiento", Año 2009. Fuente: INE (Contabilidad Nacional de España)



2. Distribución de la Población Activa en el Sector Transporte. Año 2013. Fuente INE (Encuesta de Población Activa)

1.1 TRANSPORTE CARRETERO.

El transporte terrestre ha tenido una evolución lenta; durante un largo periodo de tiempo se utilizó la fuerza animal como medio de propulsión, dejando un pequeño margen de desarrollo para el transporte por carretera. Posteriormente, con la aparición de los motores de combustión interna supuso un gran salto evolutivo en el transporte carretero. La línea de evolución en la actualidad y en tiempos futuros para el transporte por carretera, reside en la investigación para evitar la dependencia del petróleo.

El transporte de mercancías por carretera es el modo más utilizado en el transporte interurbano de mercancías, realizando en el año 2012 el 80,4% de las toneladas por kilómetro producidas. La demanda de transporte de mercancías por carretera en vehículos pesados de servicio público se incrementó de forma importante de 1993 a 2007, con un promedio anual del 8,2%. Por efecto de la crisis económica la demanda disminuyó de 2007 a 2013, con una variación media anual de -4,6%. En 2012 la demanda de transporte de mercancías por carretera en vehículos pesados fue satisfecha por el servicio público en un 95,2% de las toneladas-kilómetro producidas, siendo la productividad y la eficiencia mayores en el servicio público que en el servicio privado. (Observatorio de mercado del transporte, Marzo-2014)

| PERIODO | TOTAL | INTERIOR | | | | INTERNACIONAL |
|---------|-----------|-----------|----------------|------------------------------|---------------|---------------|
| | | TOTAL | INTRAMUNICIPAL | INTERMUNICIPAL INTRAREGIONAL | INTERREGIONAL | |
| 2014 | 1.184.866 | 1.116.810 | 218.646 | 632.384 | 265.780 | 68.056 |
| 2013 | 1.124.833 | 1.059.671 | 187.811 | 606.811 | 265.049 | 65.162 |
| 2012 | 1.239.140 | 1.173.985 | 231.294 | 662.731 | 279.960 | 65.155 |
| 2011 | 1.466.502 | 1.401.429 | 304.880 | 801.342 | 295.207 | 65.073 |
| 2010 | 1.566.705 | 1.502.375 | 367.325 | 826.558 | 308.492 | 64.329 |
| 2009 | 1.711.314 | 1.651.693 | 427.535 | 919.158 | 305.001 | 59.621 |
| 2008 | 2.120.494 | 2.053.393 | 578.841 | 1.124.276 | 350.275 | 67.101 |
| 2007 | 2.408.978 | 2.344.763 | 671.245 | 1.292.158 | 381.359 | 64.215 |
| 2006 | 2.387.526 | 2.326.740 | 748.215 | 1.225.370 | 353.155 | 60.787 |
| 2005 | 2.210.644 | 2.148.186 | 651.771 | 1.166.933 | 329.482 | 62.459 |
| 2004 | 2.012.726 | 1.952.192 | 613.319 | 1.033.061 | 305.813 | 60.534 |
| 2003 | 1.850.099 | 1.800.575 | 612.756 | 916.141 | 271.679 | 49.524 |
| 2002 | 1.760.533 | 1.709.581 | 581.124 | 873.880 | 254.577 | 50.952 |

3. Operaciones de transporte con carga y en vacío según tipo de desplazamiento, tipo de servicio. Fuente: Encuesta permanente de transporte de mercancías por carretera 2014

1.2 TRANSPORTE FERROVIARIO

El ferrocarril es un modo de transporte terrestre, donde el movimiento de mercancías o personas se realiza por carriles o railes.

Los inicios de este tipo de transporte se encuentran en el siglo VI a.C. en Corinto, se empleaban un sistema de hendiduras excavadas sobre tierra para transportar barcos mediante la fuerza de esclavos. Ya durante la Edad Media se empleaban líneas con carriles de madera para transportar mercancías por medio de la fuerza humana o animal.

Es a finales de 1700 cuando se empieza a usar el hierro para la fabricación de railes; a partir de este punto, se empieza a trabajar con aparatos de vías más complejos (lazos de final de línea, cambios de agujas...). A mediados de 1800, se empieza a usar el acero para la fabricación de los raíles.

Los inicios de la era de vapor en las locomotoras datan en 1769, cuando James Watt patenta un motor de vapor para locomotoras; era demasiado pesado y generaba poca presión. El éxito de las locomotoras no llega hasta las primeras décadas de 1800.

Otro punto clave de la historia del transporte ferroviario es la introducción de la electricidad y el diésel como fuentes de energía para la propulsión. A finales de 1800 se empieza a utilizar la electricidad como medio de propulsión, sobre todo en los tranvías de las ciudades.

El alto coste de personal para el mantenimiento de las locomotoras de vapor y el impulso que la guerra produjo sobre el desarrollo de los motores de combustión interna favorecieron el paso de las locomotoras de vapor hacia las locomotoras diésel, más baratas y potentes.

En la actualidad, los estudios se centran en la automatización del transporte ferroviario con vistas a la reducción de costes. (Ferrocarril, s.f.)

El transporte en España es regido por la Red Ferroviaria de Interés General, RFIG (Observatorio del Ferrocarril, 2010): está integrada por las infraestructuras ferroviarias esenciales para garantizar un sistema común de transporte ferroviario en todo el territorio del estado, o cuya administración conjunta sea necesaria para el correcto funcionamiento del sistema común de transporte, como las vinculadas a rutas de tráfico internacional, las que enlazan distintas comunidades autónomas y sus conexiones y acceso a los principales núcleos de población y transporte o instalaciones esenciales para la economía o la defensa nacional. Para poder operar en el RFIG es necesario contar con una licencia de empresa ferroviaria. Las empresas con licencias de operador se muestran en el siguiente cuadro:

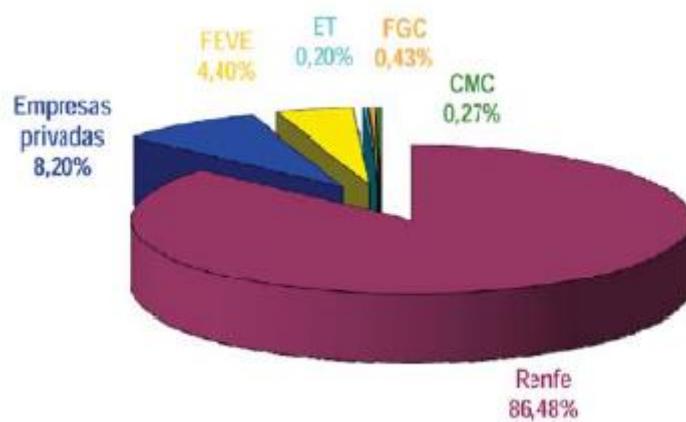
| Empresa ferroviaria | Resolución Ministerio | Fecha inscripción | Declaración actividad | Nivel de Actividad |
|---|-----------------------|-------------------|--|--------------------|
| | Fomento | UE | | |
| Renfe Operadora | 27/09/2005 | 07/10/2005 | Servicios de mercancía general, perecederas y peligrosas | N3 |
| Comsa Rail Transport S.A. | 27/09/2005 | 07/10/2005 | Servicios de mercancía general, perecederas y peligrosas | N1 |
| Continental Rail S.A. | 14/10/2005 | 21/10/2005 | Servicios de mercancía general, perecederas y peligrosas | N1 |
| Acciona Rail Services S.A. | 16/03/2006 | 16/03/2006 | Servicios de mercancía general | N1 |
| Activa Rail S.A. | 04/07/2006 | 14/07/2006 | Servicios de mercancía general | N1 |
| Tracción Rail S.A. | 24/07/2006 | 12/09/2006 | Servicios de mercancía general, perecederas y peligrosas | N1 |
| Eusko Trenbideak-FFCC VASCOS S.A. | 24/08/2006 | 05/09/2006 | Servicios de mercancía general | N1 |
| Arcelor Mittal Siderail S.A. | 17/07/2007 | 03/09/2007 | Servicios de mercancía general y peligrosas | N2 |
| EWSI (homologación licencia UE)- | 17/01/2008 | 17/01/2008 | Servicios de mercancía general y peligrosas | N1 |
| Logitren Ferroviaria S.A. | 30/04/2008 | 19/05/2008 | Servicios de mercancía general | N1 |
| FESUR, Ferrocarriles del Suroeste, S.A. | 28/05/2008 | 05/06/2008 | Servicios de mercancías peligrosas y perecederas | N1 |
| FGC MOBILITAT, S.A. | 30/07/2009 | 02/12/2009 | Servicios de mercancía general, peligrosas y perecederas | N1 |
| Alsa Ferrocarril, S.A.U | 29/03/2010 | 12/04/2010 | Traction exclusiva y transporte de mercancías | N1 |
| Guinovart Rail, S.A. | 20/12/2010 | 14/01/2011 | Traction exclusiva y transporte de mercancías | N1 |

4. Empresas ferroviarias con licencia de operador. Fuente: Observatorio del Ferrocarril en España, Informe 2010.

| Toneladas.km netas Ud.: millones t.netas.km | 2005 | % | 2006 | % | 2007 | % | 2008 | % | 2009 | % | 2010 |
|--|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| Renfe | 11.071 | -0,5 | 11.012 | -4,2 | 10.547 | -7,7 | 9.737 | -28,4 | 6.972 | 6,4 | 7.417 |
| Empresas privadas | - | - | - | - | 96 | 310,7 | 393 | -13,2 | 341 | 106,5 | 704 |
| FEVE | 465 | 1,7 | 473 | -2,9 | 460 | -6,6 | 429 | -8,0 | 339 | 11,2 | 377 |
| EuskoTren | 14,6 | 8,9 | 15,9 | 3,1 | 16,4 | 3,7 | 17,0 | -2,4 | 16,6 | 7,7 | 17,9 |
| FGC | 35,7 | 12,0 | 40,0 | 5,2 | 42,1 | -8,4 | 38,6 | -10,0 | 24,3 | 53,4 | 37,2 |
| Coto Minero Cantábrico | 48,9 | 5,4 | 51,5 | -0,4 | 51,3 | 7,3 | 55,0 | -30,2 | 38,4 | -39,0 | 23,4 |
| TOTAL | 11.635 | -0,4 | 11.592 | -3,3 | 11.212 | -5,0 | 10.653 | -28,0 | 7.675 | 11,8 | 8.577 |

5. Reparto de las toneladas netas por operador, 2005 – 2010 (miles de toneladas). Fuente: Observatorio del Ferrocarril en España, Informe 2010

Del cuadro se observa el dominio de Renfe frente a los distintos operadores, aunque se ve una disminución de Renfe desde 2005 a 2008; mientras que las empresas privadas van aumentando el número de toneladas por kilómetro al año. Destacando en 2008 que se produce un descenso de todos los operadores producido por la crisis económica. Aun así la mayoría del transporte ferroviario en España es llevado a cabo por Renfe como se pude observar en este gráfico:



6. Reparto de las toneladas netas por operador, 2010. Fuente: Observatorio del Ferrocarril en España, Informe 2010

2. ALCANCE.

El trabajo consiste en la comparativa del análisis de costes del transporte de mercancías de tres itinerarios concretos entre el coste del transporte realizado por transporte ferroviario y carretero para diferentes tipos de mercancías o transporte intermodal; sin tener en cuenta el tiempo del recorrido y los costes asociados a este. Además en la comparación en el transporte ferroviario se comparara con el carretero con acarreos y sin acarreos, los acarreos son los costes asociados a la manipulación de la carga del tren para pasarla al camión más el coste del transporte en camión.

Los itinerarios escogidos son rutas de transporte reales y únicamente se realiza el estudio de estas rutas debido a que no es posible extraer los costes de estas rutas a otras, debido a que surgen cambios en diferentes características de los recorridos como son la distancia, tipo de línea (electrificada o no), la pendiente o la longitud máxima permitida para los trenes. Todos estos factores influyen en gran medida en las características del tren mientras que el transporte carretero no tiene todo este tipo de restricciones.

El primer estudio de costes se realiza sobre el recorrido Madrid-Zaragoza-Barcelona. En este primer recorrido se va a analizar un único tipo de mercancía, transporte de contenedores; y se ha estudiado los costes en caso de que se produzca transporte intermodal o no tanto en el transporte por camión o ferrocarril. Se han analizado diferentes situaciones en Zaragoza con carga y descarga en Zaragoza y con transporte intermodal, ferrocarril Madrid-Zaragoza y camión Zaragoza-Barcelona para ver cuál tiene menos costes en el transporte, además de un trayecto Madrid-Barcelona sin parar en Zaragoza. Todo ello comparándolo entre carretera y ferrocarril.

El segundo estudio de costes se analiza el tramo Zaragoza-Barcelona o Barcelona-Zaragoza. Para este tramo se estudian diferentes tipos de mercancías también estableciendo una comparación entre diferentes modos de transporte, ferroviario y carretero; como son el transporte de automóviles, transporte de grano en tolvas y contenedores. Se han cogido las mismas distancias de recorrido de las diferentes mercancías para que se pudiera hacer la comparación.

El tercer estudio de costes es un estudio de la mercancía en función de diferentes tipos de mercancía de peso similar como son el cereal y el carbón para ello se va analizar el recorrido Tarragona-Caspe/Andorra. No se van a tener en cuenta las distancias ya que es un recorrido que no se hacen acarreos por lo que los costes se han realizado en €/km. Para comparar si los costes son función del peso o de la mercancía que se transporta. Analizando tanto para el transporte ferroviario como para el carretero para realizar una comparación de ambos.

Al ser un análisis comparativo de los dos modos de transporte no se han incluido los costes que tienen la salida/carga o llegada/descarga en los puertos secos, marítimos o terminales de carga/descarga cuando los costes son tanto para el camión como para el tren. Ya que como se puede ver en el los costes en el puerto de Barcelona, 72. T3-TASA DE LA MERCANCÍA (Título VII – Capítulo II- Sección 4^a – Subsección 3^a del Real Decreto Legislativo 2/2011) dependen del tipo de carga y no del modo de transporte, ya sea por ferrocarril o por camión. Pero si se han tenido en cuenta los costes de acceso y expedición a estaciones por parte de los trenes.

3. METODOLOGÍA DE ESTUDIO.

Una vez seleccionados los recorridos a analizar:

- Madrid-Zaragoza-Barcelona.
- Zaragoza-Barcelona o viceversa.
- Tarragona-Caspe y Tarragona-Andorra.

Se ha analizado el recorrido, camiones, locomotora y vagones para cada recorrido. Las distancias del recorrido se han elegido las distancias de la línea de ferrocarril, esto se ha escogido así debido a que las diferencias de kilometraje entre las distancias por carretera y el tren son muy parecidas; las diferencias están entorno a los 5-15km en un recorridos de alrededor de 350 km lo que supone menores costes en el transporte por carretera, alrededor a los 6-20 Euros en el itinerario; cuando se está hablando en cifras de miles de euros, lo que supone un error del:

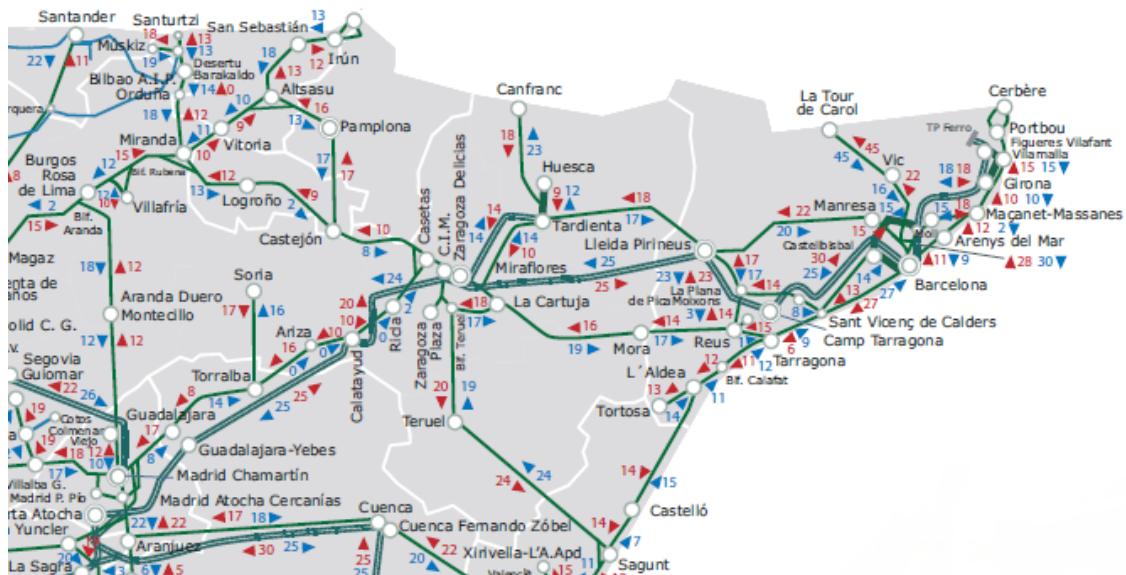
$$\frac{20}{10000} * 100\% = 0,2\% \text{ de Error}$$

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL RECORRIDO

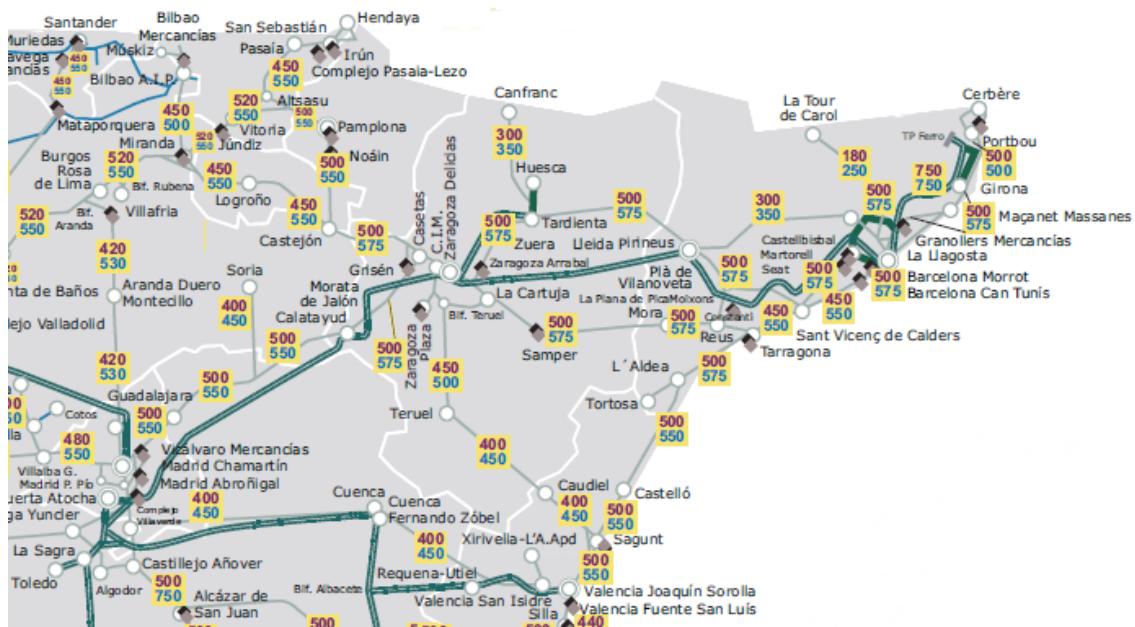
Para obtener las distancias, longitud máxima, pendiente máxima de los diferentes recorridos, donde también se ve el tipo de vía (si es electrificada) se han utilizado los siguientes mapas: (Adif, 2013)



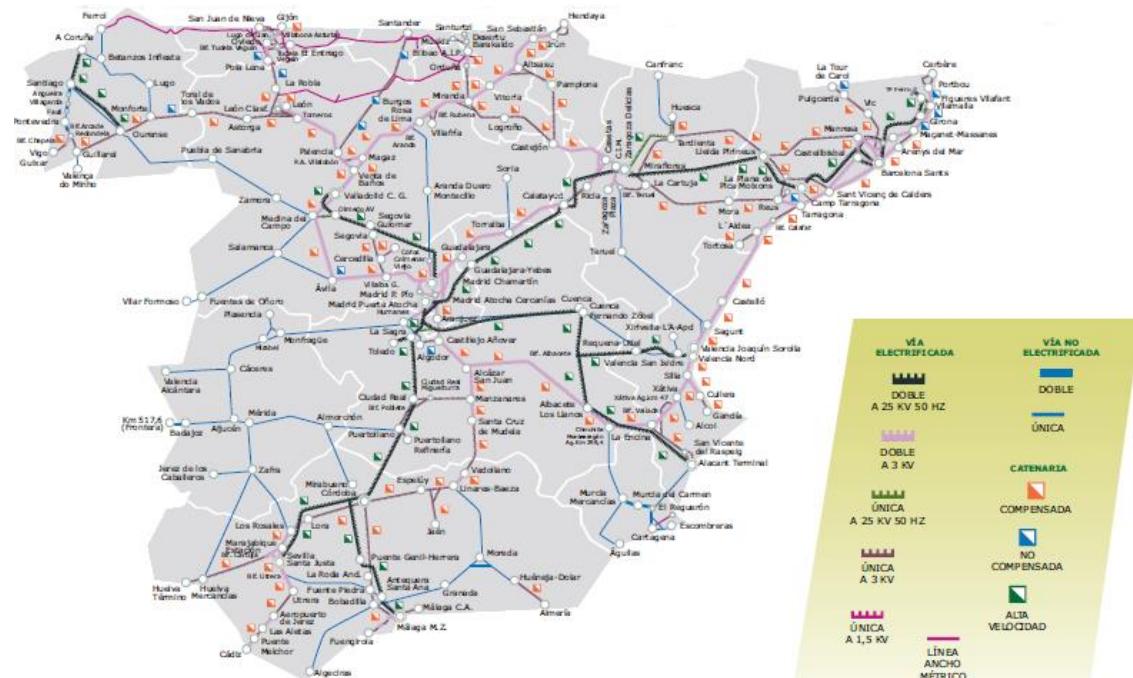
7. Distancias Kilométricas de la Red Ferroviaria Española. Fuente: Actualización Declaración sobre la Red 2013, Adif



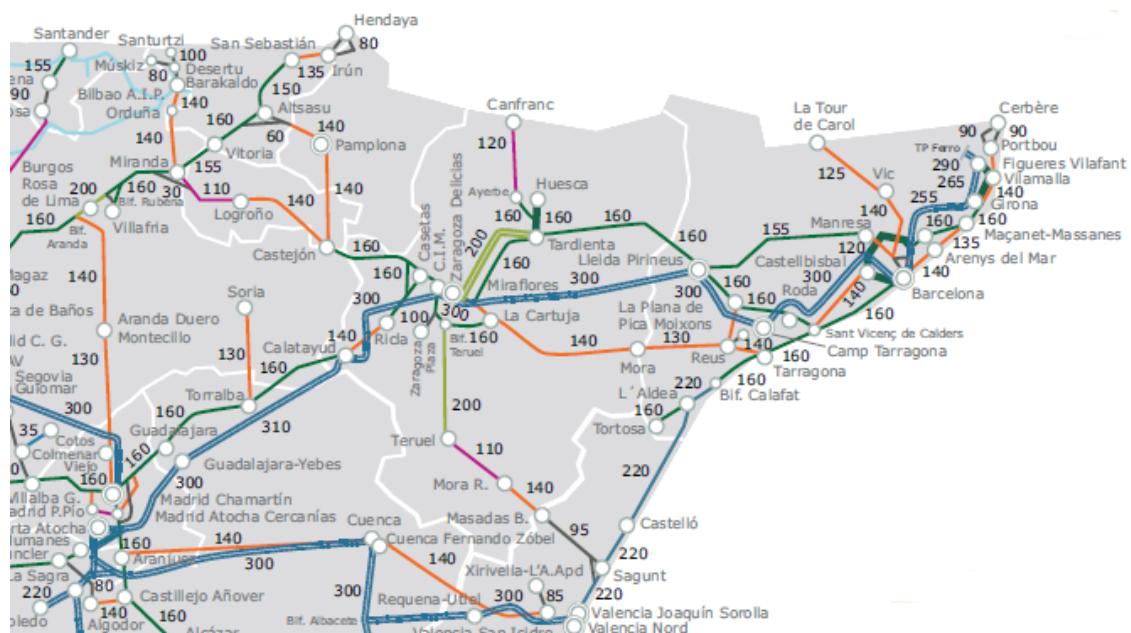
8. Rampas Características de la Red Ferroviaria Española. Fuente: Actualización Declaración sobre la Red 2013, Adif



9. Longitudes máximas trenes de mercancías en la Red Ferroviaria Española. Fuente: Actualización Declaración sobre la Red 2013, Adif



10. Tipología de la Electrificación de la Red Ferroviaria Española. Fuente: Actualización Declaración sobre la Red 2013, Adif



11. Velocidades máximas de la Red Ferroviaria Española. Fuente: Actualización Declaración sobre la Red 2013, Adif

Para el cálculo de la potencia y adherencia como se analizara en un apartado posterior se ha calculado las velocidades en función de las velocidades de los trenes de mercancías para diferentes pendientes. Para 0 milésimas el tren va a su velocidad máxima de 100 km/h y cada 5 milésimas que aumenta la pendiente la velocidad del tren disminuye 10 km/h como se observa en el Anexo II, 73.Tabla Pendiente-Velocidad. Fuente: Elaboración propia, e interpolando para otras pendientes.

3.2 TRANSPORTE POR CARRETERA

Para obtener los datos de los diferentes camiones para las diferentes tipologías de mercancías se han obtenido los datos del (Observatorio de mercado del transporte, Marzo-2014).

| COSTES DIRECTOS ANUALES | | |
|---|-----------|------------------|
| | Euros (€) | Distribución (%) |
| Costes directos | | |
| Costes por tiempo | | |
| Amortización del vehículo | | |
| Financiación del vehículo | | |
| Personal de conducción | | |
| Seguros | | |
| Costes fiscales | | |
| Dietas | | |
| Costes kilométricos | | |
| Combustible | | |
| Neumáticos | | |
| Mantenimiento | | |
| Reparaciones | | |
| kilometraje anual (km / año) | | |
| kilometraje anual en carga (km / año) | | |
| Costes Directos (euros / km recorrido) | | |
| Costes Directos (euros / km cargado) | | |

12. Costes directos del transporte por carretera. Fuente: Observatorio de mercado de transporte de mercancías por carretera número 23 de 2014

Para obtener los costes directos anuales se ha realizado de la siguiente manera; diferenciándolos entre costes por tiempo y costes por kilómetros. Todos los valores son sin IVA.

Amortizaciones:

$$\text{Amortización (Euros)} = \frac{\text{Valor Adquisición} - \text{Valor residual} - \text{Valor de los neumáticos}}{\text{Vida útil del elemento}}$$

Financiación:

Es la suma de los costes anuales de financiación de los elementos que se hayan comprado (vehículo tracción, carrozado, remolque y equipos auxiliares).

$$\text{Financiación (Euros)} = \frac{\left(n * \frac{P * i * (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1} \right) - P}{\text{vida útil}}$$

- P=Préstamo para la compra de elementos
- i=Interés en tanto por uno
- n=Periodos financiación

Personal de conducción:

Coste anual para la empresa del personal de conducción, sin incluir las dietas.

Seguros de Vehículo,

Costes fiscales

Dietas del conductor.

Combustibles:

$$\text{Costes (Euros)} = \frac{\text{Precio adquisición (Euros/litros)} * \text{Consumo medio (litros/100 km)} * \text{Nºkm}}{100}$$

Neumáticos:

$$\text{Costes (Euros)} = \frac{\text{Precio * Nº de Neumáticos * Kilómetro recorridos}}{\text{Duración media de los neumáticos}}$$

Mantenimiento:

$$\text{Coste mantenimiento (Euros)} = \text{Coste kilométrico de mantenimiento} * \text{Nºkm}$$

Reparaciones:

$$\text{Coste Reparaciones (Euros)} = \text{Coste kilométrico de reparaciones} * \text{Nºkm}$$

Los diferentes tipos de vehículos de carretera para diferente tipología de mercancías así como sus costes directos están expuestos a continuación. Para hacer el cálculo se han escogido 3 costes, el menor coste el valor del transporte si fuera sin carga, el mayor con la carga y un valor intermedio porque en estos tiempos de crisis se ha vuelto muy competitivo y es más rentable hacer carreras con poco beneficio que tener estacionado el camión.

3.2.1 VEHÍCULO ARTICULADO PORTACONTENEDORES

| COSTES DIRECTOS ANUALES | | |
|---|--------------|------------------|
| | Euros (€) | Distribución (%) |
| Costes directos | 116.220,13 | 100,0 |
| Costes por tiempo | 62.208,18 | 53,5 |
| Amortización del vehículo | 9.826,39 | 8,5 |
| Financiación del vehículo | 760,98 | 0,7 |
| Personal de conducción | 31.411,76 | 27,0 |
| Seguros | 7.046,01 | 6,1 |
| Costes fiscales | 1.011,04 | 0,9 |
| Dietas | 12.152,00 | 10,5 |
| Costes kilométricos | 54.011,95 | 46,5 |
| Combustible | 41.745,45 | 35,9 |
| Neumáticos | 7.106,50 | 6,1 |
| Mantenimiento | 2.060,00 | 1,8 |
| Reparaciones | 3.100,00 | 2,7 |
| kilometraje anual (km / año) | 100.000 | |
| kilometraje anual en carga (km / año) | 85.000 | |
| Costes Directos (euros / km recorrido) | 1,162 | |
| Costes Directos (euros / km cargado) | 1,367 | |

13. Costes Directos Vehículo Articulado Portacontenedores. Fuente: Observatorio de mercado de transporte de mercancías por carretera número 23 de 2014

Características técnicas:

- Potencia: 420 CV.
- Masa Máxima Autorizada: 44.000kg.
- Carga útil: 26.250 kg.
- Número de ejes: 6.
- Número de neumáticos: 14.

Características de explotación:

- Recorridos superiores a 200km.
- Kilómetros recorridos anuales: 100.000km.
- Recorrido anual en carga: 85%.
- Consumo medio: 38,5 litros/100km.

3.2.2 CISTERNA DE PRODUCTOS DE ALIMENTACIÓN

| COSTES DIRECTOS ANUALES | | |
|---|--------------|------------------|
| | Euros (€) | Distribución (%) |
| Costes directos | 137.505,72 | 100,0 |
| Costes por tiempo | 73.380,22 | 53,4 |
| Amortización del vehículo | 15.365,29 | 11,2 |
| Financiación del vehículo | 694,20 | 0,5 |
| Personal de conducción | 31.411,76 | 22,8 |
| Seguros | 7.494,80 | 5,5 |
| Costes fiscales | 1.229,57 | 0,9 |
| Dietas | 17.184,60 | 12,5 |
| Costes kilométricos | 64.125,50 | 46,6 |
| Combustible | 48.458,68 | 35,2 |
| Neumáticos | 5.666,82 | 4,1 |
| Mantenimiento | 4.712,50 | 3,4 |
| Reparaciones | 5.287,50 | 3,8 |
| kilometraje anual (km / año) | 125.000 | |
| kilometraje anual en carga (km / año) | 83.750 | |
| Costes Directos (euros / km recorrido) | 1,100 | |
| Costes Directos (euros / km cargado) | 1,642 | |

14. Costes Directos Vehículo Articulado Cisterna de Productos de Alimentación. Fuente: Observatorio de mercado de transporte de mercancías por carretera número 23 de 2014

Características técnicas:

- Potencia: 400 CV.
- Masa Máxima Autorizada: 40.000kg.
- Número de ejes: 6.
- Número de neumáticos: 12.

Características de explotación:

- Recorridos superiores a 200km.
- Kilómetros recorridos anuales: 125.000km.
- Recorrido anual en carga: 67%.
- Consumo medio: 36,0 litros/100km.

3.2.3 PORTAVEHÍCULOS

| COSTES DIRECTOS ANUALES | | |
|---|--------------|------------------|
| | Euros (€) | Distribución (%) |
| Costes directos | 148.010,20 | 100,0 |
| Costes por tiempo | 73.536,51 | 49,7 |
| Amortización del vehículo | 15.654,07 | 10,6 |
| Financiación del vehículo | 1.084,17 | 0,7 |
| Personal de conducción | 31.411,76 | 21,2 |
| Seguros | 8.079,47 | 5,5 |
| Costes fiscales | 1.011,04 | 0,7 |
| Dietas | 16.296,00 | 11,0 |
| Costes kilométricos | 74.473,69 | 50,3 |
| Combustible | 58.150,41 | 39,3 |
| Neumáticos | 7.224,28 | 4,9 |
| Mantenimiento | 3.874,50 | 2,6 |
| Reparaciones | 5.224,50 | 3,5 |
| kilometraje anual (km / año) | 135.000 | |
| kilometraje anual en carga (km / año) | 109.350 | |
| Costes Directos (euros / km recorrido) | 1,096 | |
| Costes Directos (euros / km cargado) | 1,354 | |

15. Costes Directos Portavehículos. Fuente: Observatorio de mercado de transporte de mercancías por carretera número 23 de 2014

Características técnicas:

- Potencia: 385 CV.
- Masa Máxima Autorizada: 40.000kg.
- Número de ejes: 4.
- Número de neumáticos: 14.

Características de explotación:

- Recorridos superiores a 200km.
- Kilómetros recorridos anuales: 135.000km.
- Recorrido anual en carga: 81%.
- Consumo medio: 40,0 litros/100km.

3.2.4 CARBÓN

| COSTES DIRECTOS ANUALES | | |
|---|--------------|------------------|
| | Euros (€) | Distribución (%) |
| Costes directos | 132.357,74 | 100,0 |
| Costes por tiempo | 68.353,64 | 51,6 |
| Amortización del vehículo | 14.530,67 | 11,0 |
| Financiación del vehículo | 1.082,16 | 0,8 |
| Personal de conducción | 31.411,76 | 23,7 |
| Seguros | 7.046,01 | 5,3 |
| Costes fiscales | 1.011,04 | 0,8 |
| Dietas | 13.272,00 | 10,0 |
| Costes kilométricos | 64.004,10 | 48,4 |
| Combustible | 50.094,55 | 37,8 |
| Neumáticos | 7.309,55 | 5,5 |
| Mantenimiento | 2.580,00 | 1,9 |
| Reparaciones | 4.020,00 | 3,0 |
| kilometraje anual (km / año) | 120.000 | |
| kilometraje anual en carga (km / año) | 96.000 | |
| Costes Directos (euros / km recorrido) | 1,103 | |
| Costes Directos (euros / km cargado) | 1,379 | |

16Costes Directos Vehículo para Gráneles. Fuente: Observatorio de mercado de transporte de mercancías por carretera número 23 de 2014

Características técnicas:

- Potencia: 420 CV.
- Masa Máxima Autorizada: 40.000kg.
- Carga útil: 24.000 kg.
- Número de ejes: 5.
- Número de neumáticos: 12.

Características de explotación:

- Recorridos superiores a 200km.
- Kilómetros recorridos anuales: 120.000km.
- Recorrido anual en carga: 80%.
- Consumo medio: 38,5 litros/100km.

3.3 TRANSPORTE POR FERROCARRIL

Los costes de explotación ferroviarios se han obtenido a partir del (Observatorio del Ferrocarril, 2010). Los diferentes costes obtenidos son los siguientes:

Cáñones de circulación:

En España, las empresas que se dedican a la explotación de mercancías tienen obligatoriamente que abonar al gestor de la infraestructura, Adif, una serie de cánones.

- Canon de Acceso: regula el derecho a la utilización de la RFIG por un segmento específico o por el uso de la totalidad de la red. El pago que realizan las empresas ferroviarias se definen de acuerdo a la declaración de la actividad realizada por las mismas y el nivel de actividad.
- Canon reserva de capacidad: grava la disponibilidad que ofrece Adif a las empresas ferroviarias para el uso de la red ferroviaria. La cuantía se define en base a los kilómetros-tren reservados por la empresa, considerando el tipo de línea, tipo de servicio, el tipo de tren y el periodo del día para el cual se reserva.
- Canon por circulación: dependen del tipo de línea de que se trate. Solo las líneas B1, C1 y el tramo Barcelona TP Ferro se dedican al transporte de mercancías.

Costes de Energía:

- Suministro de combustible (tracción diésel): los litros suministrados se cobran a precio del mercado y se les añade un coste de gestión y dispensación. No obstante, el suministro puede realizarse por parte de la empresa de servicios ferroviarios. La cifra de consumo medio suele ser de 4,5 litros/km para una locomotora de 2.500 KW remolcando trenes de hasta 800 toneladas. Siendo el precio del gasóleo que se usa para las locomotoras de 0,9 Euros/litro. Siendo el coste de 4,05 €/km.
- Suministro eléctrico (tracción eléctrica): es la energía que se transite a partir de la catenaria, que depende de las toneladas que remolca el tren y de los kilómetros que ha recorrido. El coste a pagar por el consumo de energía eléctrica consumida se obtiene por las toneladas kilómetro brutas remolcadas (tkbr) por cada tren. En España se aplica en proporción de 1,86 € por cada 1000 tkbr.

Coste de Personal de Conducción:

En el coste anual del maquinista se incluyen, además de la retribución del trabajador y sus seguros sociales, diversos gastos como son las dietas, hospedajes, compensaciones por excesos de jornadas, seguros sociales, formación y reconocimiento médico. Con lo que se obtiene un valor medio de 96.200 €/año. En cuanto a las horas de conducción, se consideran 230 días de trabajo con 5 horas legales de conducción según R.D 2387/2004. Con un Coeficiente corrector Kr para los mercancías de 0,5.

- Salario anual 42.000€
- Dietas y primas de producción 6.000€
- Compensaciones por excesos jornada 5.000€
- Seguros sociales 18.000€
- Formación y reconocimientos médicos 6.000€
- Manutención y hospedaje: 240 días a 80 € 19.200€
- TOTAL 96.200€

Mantenimiento locomotoras:

Para obtener un coste aproximado que sirva como referencia, en algunos países europeos se acepta la correlación que la práctica ha contrastado entre el valor de compra de las locomotoras y los costes de mantenimiento que anualmente requieren. Esta relación es de alrededor del 4 % para las eléctricas y del 7 % para las diésel. Con ello una locomotora eléctrica de coste de adquisición de 3 millones de euros tendría, para una producción media de alrededor de 100.000 Km/año, un coste de mantenimiento de 120.000 euros, lo que supondría alrededor de 1,2 €/km.

Mantenimiento Vagones:

Se considera aceptable valorar el coste anual, del mantenimiento en el 3% de adquisición, siendo el valor medio de un vagón de alrededor de 12m de longitud con un coste de 60.000€. Y suponiendo que el recorrido medio del vagón es de 40.000 km año; lo que supone que los costes son entre 9-4,5 €/km.

Amortización Locomotora:

La amortización se calcula como:

Precio locomotora(Euros)

$$\begin{aligned} &= \text{Euros fijos locomotora} + \text{Euros por Kw de potencia de la locomotora} \\ &+ \text{Euros por tonelada de masa de la locomotora} \end{aligned}$$

- Se considera que la Empresa Ferroviaria es la propietaria de la locomotora (no adquiere la tracción mediante leasing) y la adquiere de primera mano
- Fórmula precio Diésel (millones de 2008)= $1+0,0004 \text{ (potencia)}+0,0833 \text{ (masa)}$
- Fórmula precio Eléctrica (millones de 2008)= $1,666+0,0002083 \text{ (potencia)}+0,012962 \text{ (masa)}$
- Se actualiza el precio con la inflación media de la Eurozona.
- Precios sin IVA.
- No se incluye un parámetro corrector para tener en cuenta descuentos por el volumen.
- Plazo Amortización 25 años.
- Valor residual 10%.

$$\text{Coste Amortización (€)} = \frac{\text{Valor Adquisición} * \text{Valor Residual}}{\text{Vida Útil}}$$

Amortización Vagones:

Precio vagón(Euros)

$$\begin{aligned} &= \text{Euros fijos vagón} + \text{Euros por eje del vagón} \\ &+ \text{Euros por tonelada de tara} \end{aligned}$$

- Se considera que la Empresa Ferroviaria es la propietaria del vagón y lo adquiere de primera mano.
- Precio vagón (millones de 2008) = $0,021+0,01(\text{ejes})+0,016 \text{ (tara)}$.
- No se considera un factor corrector por el volumen de compra de vagones.
- Amortización 25 años.
- Valor residual 0%.

Financiación de vagones y locomotoras:

Es la suma de los costes anuales de financiación de los elementos que se hayan comprado.

$$\text{Financiación (Euros)} = \frac{\left(n * \frac{P * i * (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1} \right) - P}{\text{vida útil}}$$

- P=Préstamo para la compra de elementos
- i=Interés en tanto por uno
- n=Periodos financiación

| COSTES DE EXPLOTACIÓN (c€ / tneto.km) | Tracción eléctrica | | Tracción diésel | |
|---|--------------------|------------------|-----------------|------------------|
| | Perfil suave | Perfil montañoso | Perfil suave | Perfil montañoso |
| Material móvil | | | | |
| Locomotoras | | | | |
| Amortización | | | | |
| Financiación | | | | |
| Mantenimiento | | | | |
| Plataformas/vagones | | | | |
| Alquiler/amortizaciones | | | | |
| Financiación | | | | |
| Mantenimiento | | | | |
| Operación | | | | |
| Personal | | | | |
| Energía | | | | |
| Cáñones (infraest. y servicios ACA) | | | | |
| Reserva y utilización de surcos | | | | |
| Terminales (acceso y expedición) | | | | |
| Acarreos internos y otros serv. (maniobras y translado de UTIs) | | | | |
| Otros gastos | | | | |
| Otros gastos fijos de los costes de tracción | | | | |
| Otros gastos fijos de los costes de material rodante | | | | |
| TOTAL | | | | |

17. Costes de explotación. Fuente: Observatorio del Ferrocarril en España, Informe 2010

Se ha escogido un único tipo de locomotora debido a que todos los recorridos ferroviarios discurren por vías electrificadas. Todo el material rodante ferroviario se ha escogido dentro del parque material de Renfe. Los costes de explotación con los que se ha realizado el trabajo son tracción eléctrica y perfil montañoso, se considera montañoso por encima de las 15 milésimas, ya que no discurren los itinerarios por zonas de grandes pendientes. La locomotora escogida así como los distintos vagones con sus características técnicas y sus costes de explotación se encuentran detallados en las siguientes imágenes

3.3.1 MATERIAL RODANTE MOTOR

Dentro de todo el parque material rodante motor de Renfe se ha escogido la locomotora eléctrica Serie 250 debido a que es una locomotora que se usa para el transporte de mercancías y Renfe tiene una flota de 25 locomotoras.

| SERIE 250 | |
|---------------------------|---|
| UNIDADES EN SERVICIO | 25 |
| SERVICIO | Línea |
| AÑO DE PUESTA EN SERVICIO | 1982-1989 |
| TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN | 3 kV cc |
| ANCHO DE VÍA | 1.668 mm. |
| DISPOSICIÓN DE EJES | C' C' |
| VELOCIDAD MÁXIMA | 100 km/h |
| POTENCIA | 4.600 kW |
| PESO | 124 t |
| CONSTRUCTOR | Caf, MTM, Brown Boveri y Krauss Maffei |
| OTROS DATOS | En sus orígenes también remolcaron trenes de viajeros |



18. Serie 250 Parque Material Motor Renfe Operadora. Fuente: Renfe

3.3.2 MATERIAL RODANTE REMOLCADO

3.3.2.1 PLATAFORMA PORTACONTENEDORES

Para el transporte de contenedores el vagón elegido es la plataforma MMC3E

| | | |
|----------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Numeración | Nacional MMC | 453.801 a 453.950 |
| | Internacional | 32714252001-1 a 150-6 |
| Características Generales | | |
| Carga Máxima t | 70,3 | |
| Tara Media t | 19,7 | |
| Freno | Aire Comprimido | |
| Velocidad Máxima km/h | 100 | |
| Long. entre Topes m (l) | 19,74 | |
| Altura Máxima m (g) | - | |
| Altura Apoyo Contenedores m (h) | 1,155 | |
| Empate m (l) | 14,2 | |
| Dimensiones Interiores | | |
| Largo m (l) | 18,50 | |
| Ancho m (k) | 2,40 | |
| Supercie Útil m ² | 44,0 | |
| Otras Características | | |
| Cambiador de Potencia | Dispositivo autocontinuo | |
| Año de Construcción | 2.002-2.003 | |



MMC3E

Aplicaciones Comerciales

Transporte de contenedores. Dispone de 6 clavijas dobles ISO, y 16 clavijas sencillas ISO. Las clavijas son especiales para el transporte de TEU's vacíos de tara inferior a 3.000Kg. Capacidad máxima 60'<>3 TEU's.

19. Plataforma MMC3E Parque Material Remolcado. Fuente: Renfe

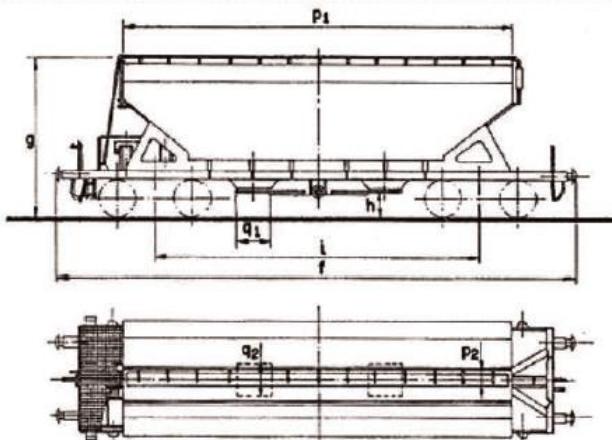
| COSTES DE EXPLOTACIÓN (c€ / tneta.km) | Tracción eléctrica | | Tracción diésel | |
|---|--------------------|------------------|-----------------|------------------|
| | Perfil suave | Perfil montañoso | Perfil suave | Perfil montañoso |
| Material móvil | 1,11 | 1,20 | 1,27 | 1,30 |
| Locomotoras | 0,49 | 0,58 | 0,65 | 0,69 |
| Amortización | 0,19 | 0,22 | 0,18 | 0,19 |
| Financiación | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,04 |
| Mantenimiento | 0,26 | 0,31 | 0,44 | 0,46 |
| Plataformas/vagones | 0,62 | 0,62 | 0,62 | 0,62 |
| Alquiler/amortizaciones | 0,29 | 0,29 | 0,29 | 0,29 |
| Financiación | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| Mantenimiento | 0,27 | 0,27 | 0,27 | 0,27 |
| Operación | 0,89 | 0,99 | 1,26 | 1,29 |
| Personal | 0,46 | 0,55 | 0,46 | 0,49 |
| Energía | 0,43 | 0,43 | 0,80 | 0,80 |
| Cáñones (infraest. y servicios ACA) | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 |
| Reserva y utilización de surcos | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Terminales (acceso y expedición) | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,04 |
| Acarreos internos y otros serv. (maniobras y translado de UTIs) | 0,86 | 0,85 | 0,86 | 0,85 |
| Otros gastos | 0,24 | 0,27 | 0,24 | 0,24 |
| Otros gastos fijos de los costes de tracción | 0,16 | 0,19 | 0,15 | 0,16 |
| Otros gastos fijos de los costes de material rodante | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| TOTAL | 3,15 | 3,38 | 3,69 | 3,75 |

20. Costes de explotación en el Transporte de Contenedores. Fuente: Observatorio del Ferrocarril en España, Informe 2010

3.3.2.2 TOLVA PARA CEREAL

Para el transporte de cereal el vagón escogido es la Tolva TT5.

| | | |
|----------------------------------|------------------------|--|
| Numeración | Nacional TT | 571.301 a 571.700(*) 571.113 a 571.694(#) |
| | Internacional | 81710662001-3 a 400-7(*) 81715660112-9 a 693-8(#) |
| Características Generales | | |
| Carga Máxima t | 56,0 | |
| Tara Media t | 24,0 | |
| Freno | Aire Comprimido | |
| Velocidad Máxima km/h | 100 | |
| Long. entre Topes m (f) | 14,16 | |
| Altura Máxima m (g) | 4,28(#)/4,25(*) | |
| Altura Boca Descarg. m (h) | 0,70 | |
| Empate m (i) | 8,87 | |
| Volumen Útil m ³ | 75,0 | |
| Otras Características | | |
| Techo | Articulado | |
| Dimens. Boca Carga m (p) | 10,18(#)/10,47(*)x0,50 | |
| Descarga | Manual-Central | |
| Nº Bocas Descarga. | 2 | |
| Dimens. Boca Descarga m (q) | 0,90x0,80 | |
| Operativa Bº.Descarga | Indiv. desde lateral | |
| Año de Construcción | 1.970-1.976 | |



Aplicaciones Comerciales

Transporte de cereales y abono.

21. Tolva TT5 Parque Material Remolcado. Fuente: Renfe

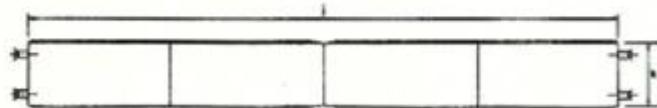
| COSTES DE EXPLOTACIÓN (c€ / tneta.km) | Tracción eléctrica | | Tracción diésel | |
|---|--------------------|------------------|-----------------|------------------|
| | Perfil suave | Perfil montañoso | Perfil suave | Perfil montañoso |
| Material móvil | 1,32 | 1,56 | 1,44 | 1,69 |
| Locomotoras | 0,47 | 0,72 | 0,59 | 0,84 |
| Amortización | 0,18 | 0,27 | 0,16 | 0,23 |
| Financiación | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,05 |
| Mantenimiento | 0,25 | 0,38 | 0,39 | 0,56 |
| Plataformas/vagones | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| Alquiler/amortizaciones | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 |
| Financiación | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| Mantenimiento | 0,37 | 0,37 | 0,37 | 0,37 |
| Operación | 0,97 | 1,22 | 1,37 | 1,59 |
| Personal | 0,45 | 0,68 | 0,42 | 0,59 |
| Energía | 0,52 | 0,54 | 0,96 | 0,99 |
| Cáñones (infraest. y servicios ACA) | 0,06 | 0,09 | 0,05 | 0,08 |
| Reserva y utilización de surcos | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 |
| Terminales (acceso y expedición) | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,05 |
| Acarreos internos y otros serv. (maniobras y translado de UTIs) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Otros gastos | 0,27 | 0,35 | 0,25 | 0,31 |
| Otros gastos fijos de los costes de tracción | 0,15 | 0,23 | 0,13 | 0,19 |
| Otros gastos fijos de los costes de material rodante | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| TOTAL | 2,61 | 3,22 | 3,12 | 3,66 |

22. Costes de explotación en el Transporte Agrícola. Fuente: Observatorio del Ferrocarril en España, Informe 2010

3.3.2.3 PORTAVEHÍCULOS

Para el transporte de automóviles el vagón elegido es la plataforma MA5

| | | |
|----------------------------------|-----------------|--|
| Numeración | Nacional MA | 469.000 a 469.175 469.500 |
| | Internacional | 22714352086-3 a 110-1 26714352001-8 a 109-9 26714370000-8 4174352055-5 a 065-4 45714352039-5 a 094-0 |
| Características Generales | | |
| | | |
| Carga Máxima t | 21,5(2,0)(#) | |
| Tara Media t | 27,7 | |
| Peso por Eje t | 12,3 | |
| Freno | Aire Comprimido | |
| Velocidad km/h | 100 | |
| Long. entre Topes m (l) | 27,0 | |
| Altura Máxima m (g) | 3,61 | |
| Altura Pasarelas m (l) | 1,22/2,81 | |
| Empate m (l) | 8,62 | |
| Dimensiones interiores | | |
| Largo Piso Inf. m (j) | 25,68 | |
| Largo Piso Sup. m (j) | 26,52 | |
| Ancho m.(k) | 2,75 | |
| Altura Piso m.(h) | 1,22 | |
| Otras Características | | |
| Piso | Misto | |
| Piso Superior Móvil | En 20% | |
| Año de Construcción | 1995 | |



Aplicaciones Comerciales

Transporte de automóviles

Vagones Alternativos

MA, MA1, MA5, MA6 y MMA.

Observaciones

Fijación autos: mediante calces.

Protegido con malla lateral entre piso inferior-superior.

(*): Proceden de dos vagones J2.

(#): El segundo valor corresponde a 69 vagones, integrados pero dispersos dentro de la numeración reseñada, de un parque total de 177 vagones MA5, existentes en Mayo 2007.

23. Plataforma MA5 Parque Material Remolcado. Fuente: Renfe

COSTES DE EXPLOTACIÓN (c€ / tneta.km)

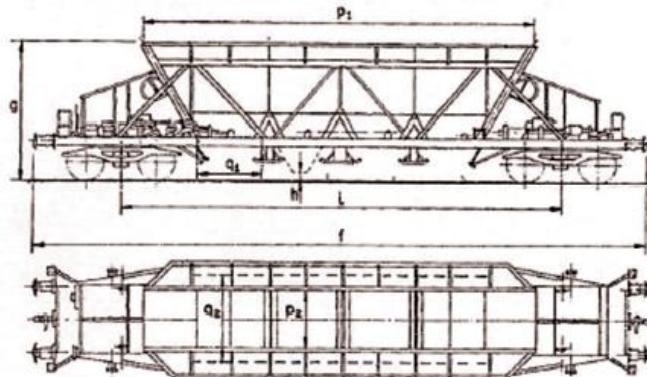
| | Tracción eléctrica | | Tracción diésel | |
|---|--------------------|------------------|-----------------|------------------|
| | Perfil suave | Perfil montañoso | Perfil suave | Perfil montañoso |
| Material móvil | 5,47 | 5,47 | 6,40 | 6,40 |
| Locomotoras | 2,69 | 2,69 | 3,62 | 3,62 |
| Amortización | 1,03 | 1,03 | 0,99 | 0,99 |
| Financiación | 0,23 | 0,23 | 0,22 | 0,22 |
| Mantenimiento | 1,43 | 1,43 | 2,41 | 2,41 |
| Plataformas/vagones | 2,79 | 2,79 | 2,79 | 2,79 |
| Alquiler/amortizaciones | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 |
| Financiación | 0,26 | 0,26 | 0,26 | 0,26 |
| Mantenimiento | 1,22 | 1,22 | 1,22 | 1,22 |
| Operación | 3,92 | 3,92 | 5,17 | 5,17 |
| Personal | 2,56 | 2,56 | 2,56 | 2,56 |
| Energía | 1,35 | 1,35 | 2,61 | 2,61 |
| Cáñones (infraest. y servicios ACA) | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 |
| Reserva y utilización de surcos | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 |
| Terminales (acceso y expedición) | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 |
| Acarreos internos y otros serv. (maniobras y translado de UTIs) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Otros gastos | 1,25 | 1,25 | 1,21 | 1,21 |
| Otros gastos fijos de los costes de tracción | 0,86 | 0,86 | 0,82 | 0,82 |
| Otros gastos fijos de los costes de material rodante | 0,39 | 0,39 | 0,39 | 0,39 |
| TOTAL | 10,97 | 10,97 | 13,12 | 13,12 |

24. Costes de explotación en el Transporte de Automoción. Fuente: Observatorio del Ferrocarril en España, Informe 2010

3.3.2.4 TOLVA PARA CARBÓN

Para el transporte de carbón el vagón es la Tolva TT4

| | | |
|------------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Numeración | Nacional TT | 201.001 a 210.610 |
| | Internacional | 32716625000-8 a 892-8 |
| Características Generales | | |
| Carga Máxima t | 53,0 | |
| Tara Media t | 27,0 | |
| Freno | Aire Comprimido | |
| Velocidad Máxima km/h | 100 | |
| Long. entre Topes m (f) | 18,00 | |
| Altura Máxima m (g) | 4,00 | |
| Altura boca Descarg. m (h) | 0,28(1) | |
| Altura Mecanis. Cierre m | 0,03(2) | |
| Empate m (i) | 12,96 | |
| Volumen Útil m ³ | 70,0 | |
| Otras Características | | |
| Dimens. Boca Carga. m (p) | 11,56x1,75 | |
| Descarga | Automática- Central | |
| Nº Bocas Descarga | 4 | |
| Dimens. Boca Descarg. m (q) | 1,70x2,30 | |
| Año de Construcción | Inferior- dos a dos (*) | |
| Operativa B ^a .Descarga | 1.980-1.983 | |



Aplicaciones Comerciales

Especializadas en transporte de carbón.

Vagones Alternativos

TT49, TT9, TTF, TTM, TT6 y TT7.

Observaciones

Totalmente preparadas para tráfico internacional.

25. Tolva TT4 Parque Material Remolcado. Fuente: Renfe

| COSTES DE EXPLOTACIÓN (c€ / tneta.km) | Tracción eléctrica | | Tracción diésel | |
|---|--------------------|------------------|-----------------|------------------|
| | Perfil suave | Perfil montañoso | Perfil suave | Perfil montañoso |
| Material móvil | 1,13 | 1,39 | 1,26 | 1,48 |
| Locomotoras | 0,45 | 0,71 | 0,58 | 0,80 |
| Amortización | 0,17 | 0,27 | 0,16 | 0,22 |
| Financiación | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,05 |
| Mantenimiento | 0,24 | 0,38 | 0,39 | 0,53 |
| Plataformas/vagones | 0,68 | 0,68 | 0,68 | 0,68 |
| Alquiler/amortizaciones | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 |
| Financiación | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| Mantenimiento | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 |
| Operación | 0,91 | 1,17 | 1,30 | 1,49 |
| Personal | 0,43 | 0,68 | 0,41 | 0,57 |
| Energía | 0,48 | 0,50 | 0,89 | 0,92 |
| Cáñones (infraest. y servicios ACA) | 0,06 | 0,09 | 0,05 | 0,07 |
| Reserva y utilización de surcos | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 |
| Terminales (acceso y expedición) | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,05 |
| Acarreos internos y otros serv. (maniobras y translado de UTIs) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Otros gastos | 0,24 | 0,32 | 0,23 | 0,28 |
| Otros gastos fijos de los costes de tracción | 0,14 | 0,23 | 0,13 | 0,18 |
| Otros gastos fijos de los costes de material rodante | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| TOTAL | 2,34 | 2,97 | 2,84 | 3,31 |

26. Costes de explotación en el Transporte de Minerías. Fuente: Observatorio del Ferrocarril en España, Informe 2010

Servicios en Terminales:

El Administrador de infraestructuras ferroviarias, además de gestionar las infraestructuras de vía y todo lo relacionado con las mismas, se encarga de la gestión de las instalaciones anexas y de la prestación de una serie de servicios denominados ACA (Adicionales, Complementarios y Auxiliares), que consiste en la prestación de servicios en las instalaciones logísticas de mercancías, servicios de suministro de energía para tracción y servicios relacionados con la seguridad en la circulación, entre otros.

Estas tarifas son: (Observatorio Industrial del Sector de Fabricantes de Automóviles y Camiones, Marzo-2010)

| TARIFAS - SERVICIOS COMPLEMENTARIOS ESPAÑA | | | | |
|--|-------------|---------|--|--|
| MANIPULACIÓN DE UNIDADES DE TRANSPORTE INTERMODAL | | | | |
| MANIPULACIÓN DE UNIDADES DE TRANSPORTE INTERMODAL | 21,00 €/UTI | | | |
| TARIFAS - SERVICIOS COMPLEMENTARIOS ESPAÑA | | | | |
| MANIOBRAS EN TERMINALES/INSTALACIONES | | | | |
| OPERACIONES SOBRE EL MATERIAL ASOCIADAS AL ACCESO Y EXPEDICIÓN DE TRENES | Servicio | 36,55 € | | |

27. Tarifas en estaciones e instalaciones logísticas. Fuente: Observatorio Industrial del Sector de Fabricantes de Automóviles y Camiones.

Los 21€/unidad de transporte intermodal son traspasar la carga del tren a un camión que esta situado al lado. Para el calculo del transbordo de la mercancías del tren a camión para realizar los acarreos de las tipologías de mercancías se usan los costos de cambió de ancho de vía, ya que para realizar estos transbordos es similar a traspasar la mercancía de un tren a otro por el cambio de ancho de vía. Los costes van desde los 2,19 €/Tonelada (cereal, carbón) hasta 14,66 €/Tonelada (Automóviles). Estos datos han sido sacados de Jornadas Internacionales Sistemas de Cambio Automático de Ancho de Vía (Guino, 2009). Para el transporte de automóviles se ha elegido el Opel Corsas que pesa 870 kg la unidad con una capacidad de 12 por vagón supone un coste de 153,12 €/vagón. Para el transpsoorte tanto de cereal como de carbón, se ha tomado 24 toneladas que es la carga máxima del camión lo que supone un coste de 52,56 €/vagón.

Estos costes hay que tenerlos en cuenta en los acarreos, ya que normalmente la carga no va a la estación sino que puede ser que haya que trasladarla entre 25-50 km más, porque se supone a más distancia hay otras estaciones para hacer la descarga con menor acarreo.

3.4 COMPROBACIÓN DE LA POTENCIA

Para el cálculo de la potencia necesaria, utilizaremos la fórmula:

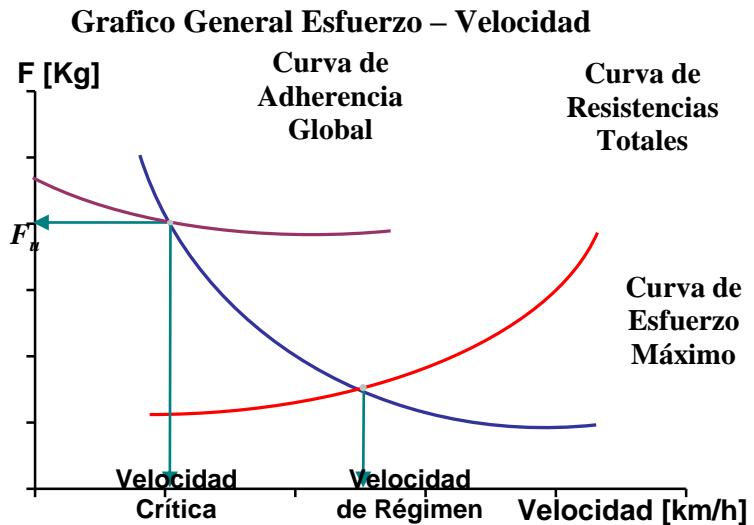
$$W_T = \frac{P_{tren}(daN) \cdot \Psi \cdot v \left(\frac{m}{s} \right)}{75} (CV)$$

Donde:

- P_{tren} = Peso locomotora + peso total composición (daN)
- Ψ = En recta (3 Kp/Tm (0.003 Kp/Kg) + en rampa (i Kp/Tm = rampa característica del trazado))
- v = Velocidad media en cada tramo (m/s)

Se deberá cumplir que:

$$W_{máquina} \geq W_T$$



3.5 COMPROBACIÓN DE LA ADHERENCIA

Adherencia: Antes de explicar los factores influyentes hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. El coeficiente de adherencia es máximo en el arranque, de esta manera se utiliza al máximo el esfuerzo que nos dé la locomotora.
2. La adherencia durante el viaje depende del tipo de tren del que se trate (de viajeros o mercancías).
3. Límite que impone la adherencia sobre el esfuerzo motor y las potencias aplicables a un eje:

$$W = \frac{100}{27} \cdot \frac{\varphi_0 \cdot P \cdot v}{(1+0.01 \cdot v)}$$

- P = Peso adherente.
- φ_0 = Coeficiente de adherencia en arranque.
- W = Potencia máxima, en caballos de vapor, que se puede aplicar a un eje.
- v = Velocidad del tren en Km/h.

Peso adherente (P): Es el peso que apoya la rueda sobre el carril. Cuanto mayor sea este peso mayor será la adherencia.

Coeficiente de adherencia (φ): Es la relación entre el esfuerzo máximo que puede ser aplicado a la llanta sin patinaje y el peso P sobre la rueda:

$$E \leq P \cdot \varphi$$

Cuando no se cumple esta inecuación la rueda desliza sobre el carril.

$$\varphi_0 = 0.24 \text{ (Coeficiente de adherencia en arranque)}$$

Se deberá cumplir que:

$$W \geq W_{\text{máquina/eje}}$$

4. ESTUDIO INTERMODALIDAD MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA

Para este trayecto se ha analizado una única tipología de mercancía como es el transporte intermodal entre Madrid y Barcelona, haciéndose una comparativa con intermodalidad en Zaragoza, y todo esto comparado con el transporte carretero.

4.1 CARACTERÍSTICAS DEL RECORRIDO

Las características de este recorrido dependen de los dos tramos:

| Madrid-Zaragoza | | |
|--------------------------|-----|-----------|
| Características Trayecto | | |
| Distancia | 339 | km |
| Pendiente máxima | 17 | milésimas |
| Longitud máxima del tren | 550 | m |
| v min | 140 | km/h |

| Zaragoza-Barcelona | | |
|--------------------------|-----|-----------|
| Características Trayecto | | |
| Distancia | 347 | km |
| Pendiente máxima | 27 | milésimas |
| Longitud máxima del tren | 550 | m |
| velocidad máxima | 130 | km/h |

| Trayecto Madrid-Barcelona | | |
|---------------------------|-----|-----------|
| Características Trayecto | | |
| Distancia | 686 | km |
| Pendiente máxima | 27 | milésimas |
| Longitud máxima del tren | 550 | m |
| v min | 130 | km/h |

28. Características recorrido Madrid-Barcelona. Fuente: Elaboración propia

4.2 COMPROBACIÓN DE LONGITUD, POTENCIA Y ADHERENCIA

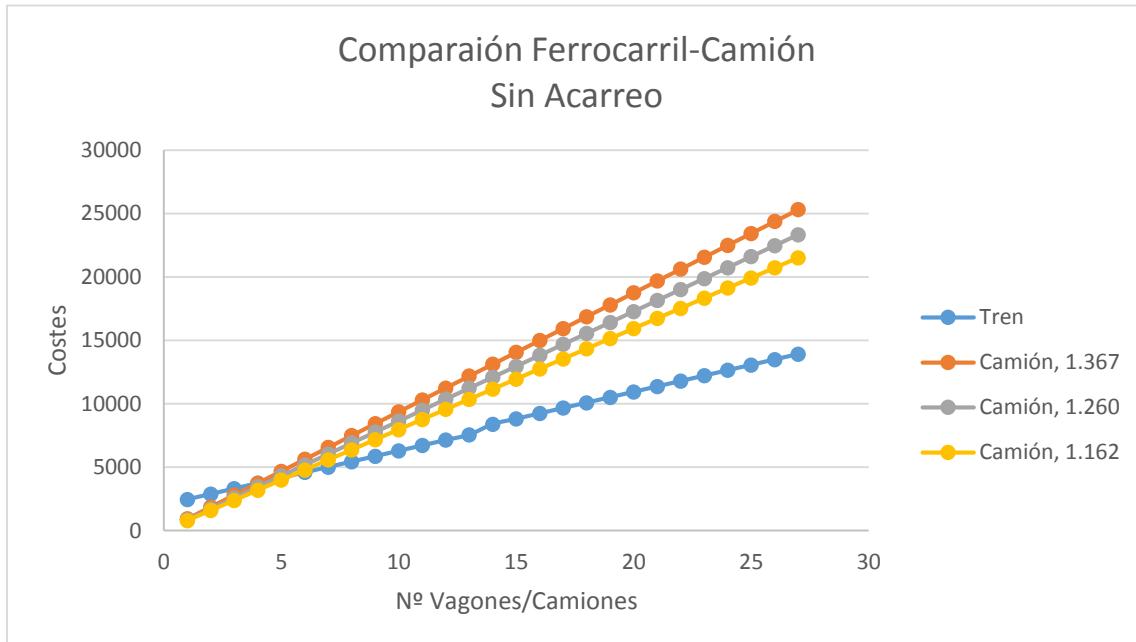
Estos cálculos son iguales para las dos comparaciones, con y sin intermodalidad, debido a que se transportan contenedores en vagones MMC3E en los dos análisis. La longitud máxima del tren en todo el recorrido es 550 metros permitiendo circular un tren de 2 locomotoras y 27 vagones. Pero para la comprobación de la potencia como depende de la rampa característica que en este caso es la máxima que hay en el tramo Zaragoza-Barcelona que es de 27 milésimas. Lo que delimita la capacidad de tracción de las locomotoras, permitiendo la siguiente composición: con una locomotora se puede tirar de 13 vagones y con 2 locomotoras un máximo de 27 vagones MMC3E. Y cumpliéndose también la comprobación de adherencia. Las comprobaciones se encuentran en el Anexo III, 74. Comprobaciones Transporte Intermodal. Fuente: Elaboración propia.

4.3 SIN INTERMODALIDAD

Primero se ha hecho un análisis sin realizar intermodalidad en Zaragoza para ver como son los costes en los dos modos, carretero y ferroviario. En este análisis se ha analizado el recorrido con acarreos y sin acarreos con los costes obtenidos anteriores que son 3,38 €/km. Tm, y para el transporte carretero 1,367 €/km como si fuera cargado, 1,162 €/km si fuera sin carga y un valor intermedio de 1,260 €/km.

4.3.1 SIN ACARREOS

Con los datos de los costes en €/km se obtiene la siguiente gráfica:



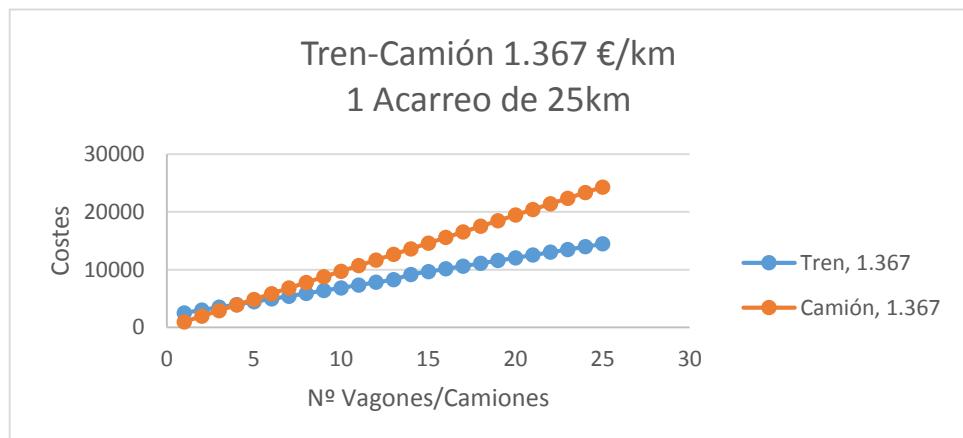
29. Comparativa Transporte de Contenedores Sin Intermodalidad, sin Acarreos. Fuente: Elaboración propia

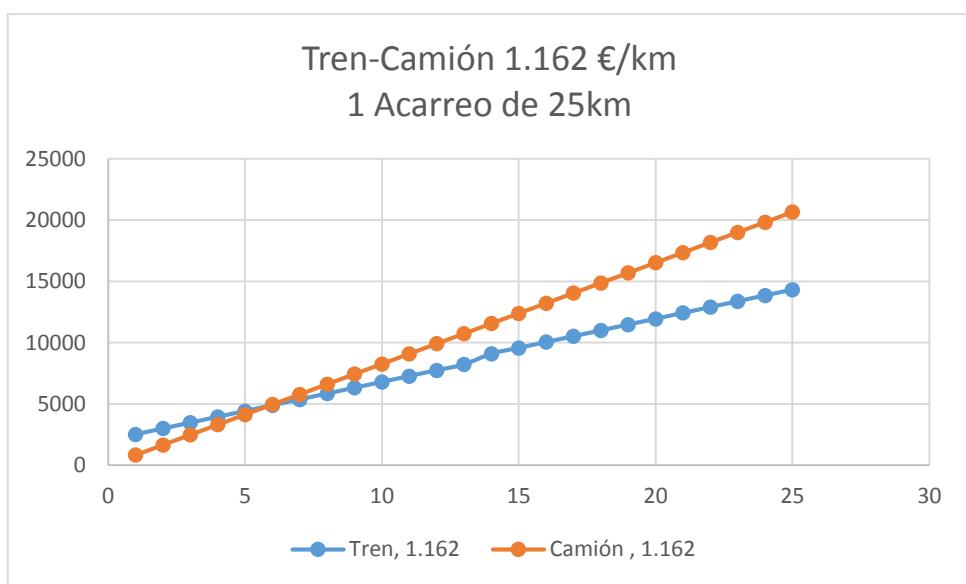
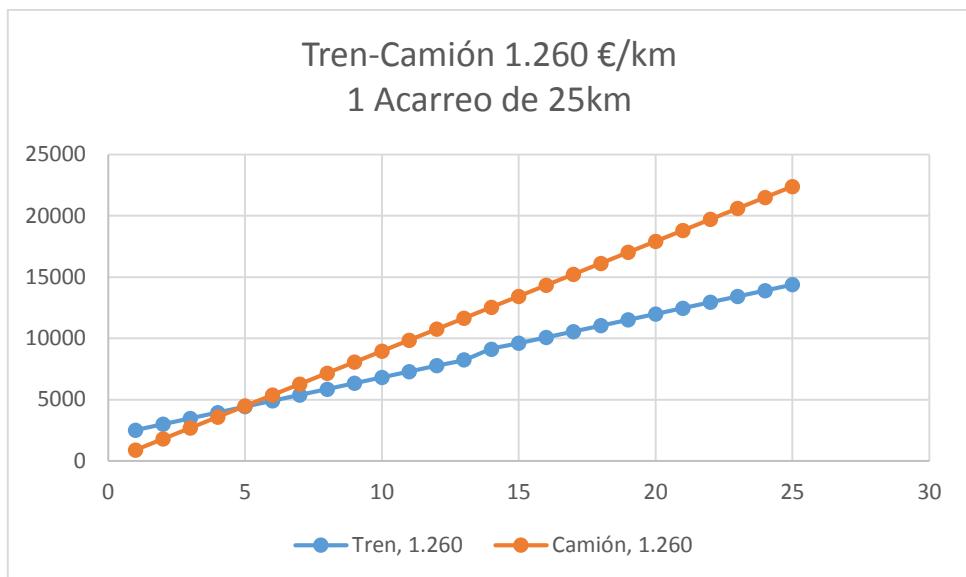
Como se observa en el gráfico el tren comienza con mayores costes pero conforme aumenta el número de contenedores a transportar disminuye los costes y es más rentable que el transporte carretero. Cuando aumenta el número de contenedores de 4 para un precio de 1,367 €/km, 5 para 1,260 €/km y 6 para 1,162 €/km el ferrocarril tiene menos costes. Las tablas con los datos de la gráfica están expuestas en el Anexo III,75. Tabla Comparativa entre Ferrocarril y Camión sin Acarreos, Transporte Intermodal. Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 ACARREO DE 25 KM

Se ha hecho también una comparación con acarreos de 25 km, con 1 acarreo de 25 y con dos acarreos de 25km. Con lo que se obtiene las siguientes gráficas.

Para un solo acarreo de 25km:

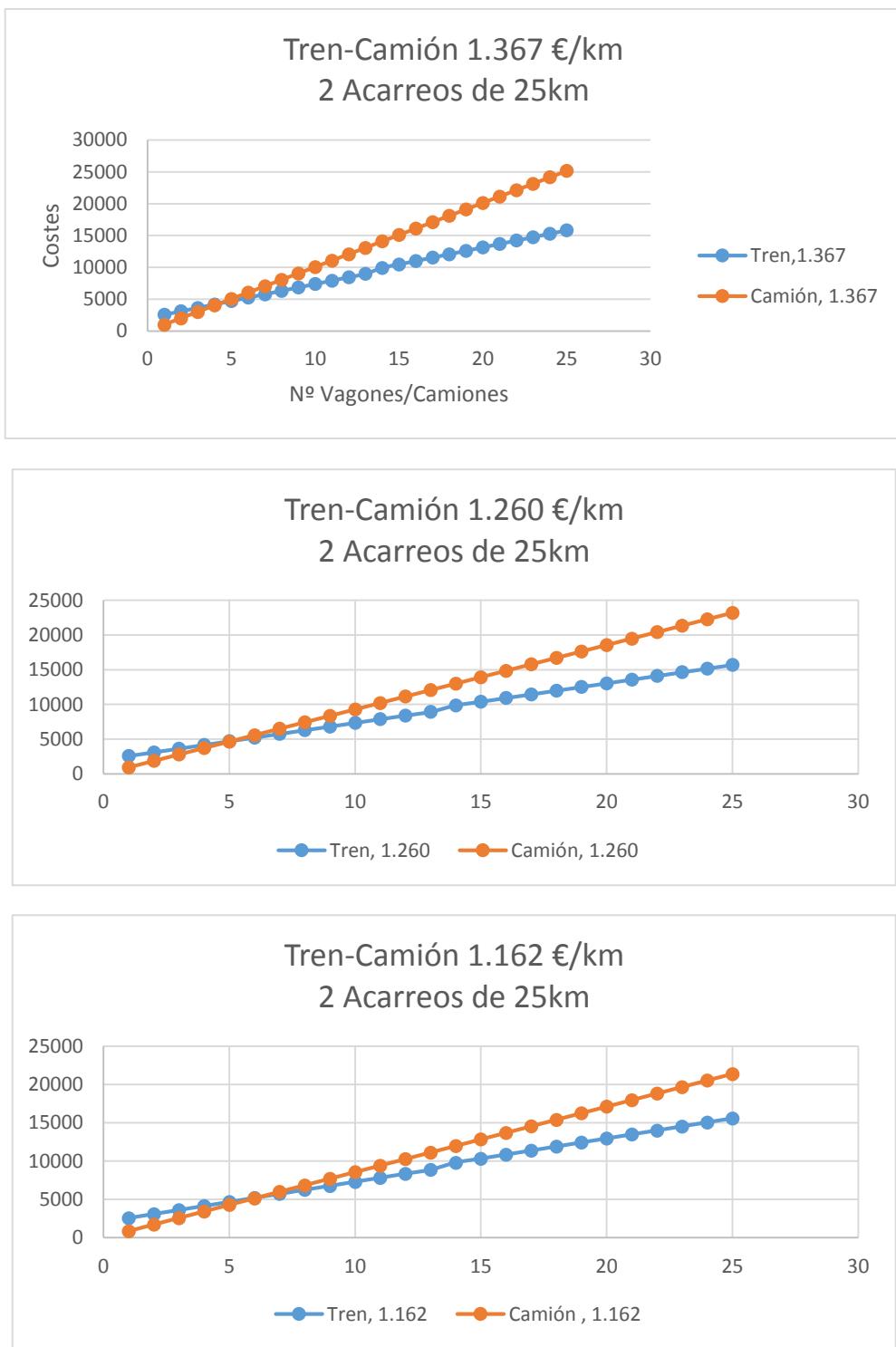




30. Comparativa Transporte de Contenedores Sin Intermodalidad, 1 Acarreo de 25km. Fuente: Elaboración propia.

En estas gráficas se ve que el transporte carretero tiene menos costes al tener que transportar pocos contenedores (un contenedor por camión o vagón), pero cuando el número contenedores aumenta el ferrocarril es más rentable, siendo ya rentable cuando es más de 5 para el coste del camión de 1,367 €/km y 1,26 €/km y 6 para 1,162 €/km.

Sin embargo en vez de ser un acarreo de 25km son dos se obtienen las siguientes gráficas:



31. Comparativa Transporte de Contenedores Sin Intermodalidad, 2 Acarreo de 25km. Fuente: Elaboración propia.

En estos gráficos se observa que al tener dos acarreos se aumentan los costes de manipulación de la carga, con lo que el transporte carretero es más rentable con 4 o menos camiones para un coste de 1,367 €/km, 5 o menos para 1,260 €/km, y menos de 7 para 1,162 €/km. Los datos de las gráficas se muestran en el Anexo III,76.Tabla Comparativa entre Ferrocarril y Camión Acarreos de 25 km, Transporte Intermodal. Fuente: Elaboración propia.

4.4 CARGA Y DESCARGAR EN ZGZ

Para el estudio de intermodalidad se ha realizado una tabla con distintas configuraciones de intermodalidad obteniendo la siguiente tabla. En los camiones donde pone 0 a Zaragoza es porque al dejar y coger los mismos contenedores en Zaragoza es como si los camiones únicamente fueran directamente a Barcelona.

4.4.1 SIN ACARREOS

| Nº Contenedores | Nº Contenedores en Tren | | Nº Camiones | | Costes (€) | | | |
|-----------------|-------------------------|--------|-------------|-------------|------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| | Entregos | Recojo | A Zaragoza | A Barcelona | Tren (€) | Camión 1,367 (€/km) | Camión 1,26 (€/km) | Camión 1,162 (€/km) |
| 7 | 2 | 0 | 2 | 5 | 5059 | 5658 | 5218 | 4815 |
| 7 | 2 | 2 | 0 | 7 | 5101 | 6606 | 6093 | 5622 |
| 7 | 3 | 0 | 3 | 4 | 5080 | 5183 | 4781 | 4412 |
| 7 | 3 | 3 | 0 | 7 | 5143 | 6606 | 6093 | 5622 |
| 10 | 2 | 0 | 2 | 8 | 6335 | 8471 | 7811 | 7207 |
| 10 | 2 | 2 | 0 | 10 | 6377 | 9420 | 8686 | 8013 |
| 10 | 4 | 0 | 4 | 6 | 6377 | 7522 | 6937 | 6400 |
| 10 | 4 | 4 | 0 | 10 | 6461 | 9420 | 8686 | 8013 |
| 20 | 4 | 0 | 4 | 16 | 11028 | 16900 | 15580 | 14372 |
| 20 | 8 | 0 | 8 | 12 | 11112 | 15002 | 13831 | 12759 |
| 20 | 8 | 8 | 0 | 20 | 11280 | 18797 | 17329 | 15985 |

32. Estudio Intermodalidad, Sin Acarreos. Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos en esta tabla se ve por ejemplo que con 7 contenedores cuando se dejan tres o más en Zaragoza, sin coger ninguno de Zaragoza a Barcelona, es que el transporte carretero tiene menos costes para los casos de 1,162 €/km y para 1,26 €/km en caso de dejar 3 contenedores en Zaragoza, esto es debido a que no hay que manipular carga y dos/tres camiones recorren menos distancia. En el caso del ferrocarril tiene que hacer el trayecto con todos los vagones aunque estén vacíos. También se deduce que al incrementar mucho la carga como es el caso de 16 contenedores el tren sale más rentable que el camión.

4.4.2 ACARREOS DE 25 KM

Para el cálculo de los acarreos se ha utilizado la misma disposición intermodal que en el caso sin acarreos, el estudio ha sido de uno o dos acarreos de 25km de todos los contenedores:

| | Nº Contenedores | Nº Contenedores en Tren | | Nº camiones | |
|----|-----------------|-------------------------|--------|-------------|-------------|
| | | Entregos | Recojo | A Zaragoza | A Barcelona |
| 1 | 7 | 2 | 0 | 2 | 5 |
| 2 | 7 | 2 | 2 | 0 | 7 |
| 3 | 7 | 3 | 0 | 3 | 4 |
| 4 | 7 | 3 | 3 | 0 | 7 |
| 5 | 10 | 2 | 0 | 2 | 8 |
| 6 | 10 | 2 | 2 | 0 | 10 |
| 7 | 10 | 4 | 0 | 4 | 6 |
| 8 | 10 | 4 | 4 | 0 | 10 |
| 9 | 20 | 4 | 0 | 4 | 16 |
| 10 | 20 | 8 | 0 | 8 | 12 |
| 11 | 20 | 8 | 8 | 0 | 20 |

33. Disposición Intermodal. Fuente: Elaboración propia

Con lo que obtenemos la tabla para 1 acarreo de 25 km:

| | Costes (€) | | | | | |
|----|------------|--------------|------------|-------------|------------|--------------|
| | Tren 1,367 | Camión 1,367 | Tren, 1,26 | Camión 1,26 | Tren 1,162 | Camión 1,162 |
| 1 | 5445 | 5897 | 5426 | 5281 | 5409 | 4815 |
| 2 | 5487 | 6846 | 5468 | 6156 | 5451 | 5680 |
| 3 | 5466 | 5423 | 5447 | 4875 | 5430 | 4412 |
| 4 | 5529 | 6846 | 5510 | 6187 | 5493 | 5709 |
| 5 | 6887 | 8813 | 6860 | 7874 | 6835 | 7207 |
| 6 | 6929 | 9761 | 6902 | 8749 | 6877 | 8071 |
| 7 | 6929 | 7864 | 6902 | 7063 | 6877 | 6400 |
| 8 | 7013 | 9761 | 6986 | 8812 | 6961 | 8130 |
| 9 | 12131 | 17583 | 12078 | 15706 | 12029 | 14372 |
| 10 | 12215 | 15686 | 12162 | 14083 | 12113 | 12759 |
| 11 | 12383 | 19481 | 12330 | 17581 | 12281 | 16217 |

Y en el caso de 2 acarreos de 25 km se obtiene:

| | Costes (€) | | | | | |
|----|------------|--------------|------------|-------------|------------|--------------|
| | Tren 1,367 | Camión 1,367 | Tren, 1,26 | Camión 1,26 | Tren 1,162 | Camión 1,162 |
| 1 | 5831 | 6136 | 5794 | 5344 | 5760 | 4815 |
| 2 | 5873 | 7085 | 5836 | 6219 | 5802 | 5738 |
| 3 | 5852 | 5662 | 5815 | 4970 | 5781 | 4412 |
| 4 | 5915 | 7085 | 5878 | 6282 | 5844 | 5796 |
| 5 | 7438 | 9154 | 7385 | 7937 | 7336 | 7207 |
| 6 | 7480 | 10103 | 7427 | 8812 | 7378 | 8130 |
| 7 | 7480 | 8206 | 7427 | 7189 | 7378 | 6400 |
| 8 | 7564 | 10103 | 7511 | 8938 | 7462 | 8246 |
| 9 | 13235 | 18267 | 13128 | 15832 | 13030 | 14372 |
| 10 | 13319 | 16369 | 13212 | 14335 | 13114 | 12759 |
| 11 | 13487 | 20164 | 13380 | 17833 | 13282 | 16449 |

34. Estudio Intermodalidad, Sin Acarreo. 25 km Fuente: Elaboración propia

En el caso de acarreos de 25 km al igual que en el caso de sin acarreos al aumentar la carga el ferrocarril es el modo más económico. En estas tablas se ve un aumento de los costes del ferrocarril gracias a los costes de manipulación para realizar los acarreos en camión. Con lo que para pocos contenedores y mayor intercambio en Zaragoza el transporte carretero tiene menos costes. Como se observa en las tablas en el caso de 16 contenedores y cuatro contenedores con destino Zaragoza (Línea 7), para los costes de 1,26 €/km y 1,162 €/km el transporte carretero es más económico, siendo que se transportan gran número de camiones. En este caso no se puede hacer grandes comparaciones con el trayecto directo Madrid-Barcelona porque al haber cargas y descargas no se transporta el mismo número de contenedores por lo que las comparaciones se hacen con el siguiente caso donde hay intermodalidad en Zaragoza.

4.5 INTERMODALIDAD

Aunque en el caso anterior de los acarreos ya existe intermodalidad porque se hacen diferentes tramos del recorrido con diferentes modos de transporte. Pero en este apartado se va hacer el estudio a ver si sería más rentable con un tren que vaya a Zaragoza y se descarguen todos los contenedores y parte de ellos sean trasladados a Barcelona en camión.

| Coste Total | | | | | | |
|-----------------|------------|-------------|-----------|-----------|------------|--|
| Nº Contenedores | A Zaragoza | A Barcelona | 1,36 €/km | 1,26 €/km | 1,162 €/km | |
| 5 | 0 | 5 | 4536 | 4351 | 4181 | |
| 5 | 2 | 3 | 3588 | 3476 | 3374 | |
| 5 | 3 | 2 | 3113 | 3039 | 2971 | |
| 7 | 0 | 7 | 5947 | 5688 | 5449 | |
| 7 | 2 | 5 | 4999 | 4813 | 4643 | |
| 7 | 3 | 4 | 4524 | 4376 | 4240 | |
| 7 | 4 | 3 | 4050 | 3939 | 3837 | |
| 10 | 0 | 10 | 8064 | 7693 | 7353 | |
| 10 | 2 | 8 | 7115 | 6818 | 6546 | |
| 10 | 3 | 7 | 6641 | 6381 | 6143 | |
| 10 | 4 | 6 | 6167 | 5944 | 5740 | |
| 10 | 5 | 5 | 5692 | 5507 | 5337 | |
| 14 | 0 | 14 | 10886 | 10366 | 9890 | |
| 14 | 2 | 12 | 9937 | 9492 | 9084 | |
| 14 | 4 | 10 | 8989 | 8617 | 8277 | |
| 14 | 6 | 8 | 8040 | 7743 | 7471 | |
| 14 | 8 | 6 | 7091 | 6869 | 6665 | |
| 14 | 10 | 4 | 6143 | 5994 | 5858 | |
| 20 | 0 | 20 | 15316 | 14573 | 13893 | |
| 20 | 4 | 16 | 13419 | 12824 | 12280 | |
| 20 | 8 | 12 | 11521 | 11076 | 10668 | |
| 20 | 10 | 10 | 10572 | 10201 | 9861 | |
| 24 | 0 | 24 | 18138 | 17247 | 16431 | |
| 24 | 4 | 20 | 16241 | 15498 | 14818 | |
| 24 | 8 | 16 | 14343 | 13749 | 13205 | |
| 24 | 12 | 12 | 12446 | 12000 | 11592 | |

35. Comparativa con Intermodalidad en Zaragoza. Fuente: Elaboración propia.

Con estos datos y comparándolos con los apartados anteriores se observa que respecto al apartado sin intermodalidad y sin descargar en Zaragoza, es más económico el tren sin intermodalidad para grandes cargas y el camión para pocos contenedores (p. ejemplo 5 contenedores a un coste de 1,162 /km). Como se ve en la comparación sin dejar ningún contenedor en Zaragoza.

| Comparación Madrid-Barcelona | | | Camión o Intermodal (€/km) | | |
|------------------------------|-----------------|-----------|----------------------------|-------|-------|
| Intermodalidad | Nº Contenedores | Solo Tren | 1,36 | 1,26 | 1,162 |
| Si | 5 | 4166 | 4536 | 4351 | 4181 |
| No | 5 | 5017 | 4689 | 4322 | 3986 |
| Si | 7 | | 5947 | 5688 | 5449 |
| No | 7 | 6293 | 6564 | 6051 | 5580 |
| Si | 10 | | 8064 | 7693 | 7353 |
| No | 10 | 8392 | 9378 | 8644 | 7971 |
| Si | 14 | | 10886 | 10366 | 9890 |
| No | 14 | 10944 | 13129 | 12101 | 11160 |
| Si | 20 | | 15316 | 14573 | 13893 |
| No | 20 | 10944 | 18755 | 17287 | 15943 |
| Si | 24 | | 18138 | 17247 | 16431 |
| No | 24 | 12645 | 22506 | 20745 | 19131 |

36. Tabla Comparativa, sin Destino Intermedio. Fuente: Elaboración propia

Sin embargo para el caso de carga y descarga se ha comparado dejando contenedores en Zaragoza con lo que se obtiene la siguiente tabla:

| Comparación Madrid-Zaragoza-Barcelona | | | | Camión o Intermodal (€/km) | | |
|---------------------------------------|-----------------|---------|-----------|----------------------------|-------|-------|
| Intermodalidad | Nº Contenedores | Entrego | Solo Tren | 1,36 | 1,26 | 1,162 |
| Si | 7 | 2 | | 4999 | 4813 | 4643 |
| No | 7 | 2 | 5059 | 5658 | 5218 | 4815 |
| Si | 7 | 3 | | 3113 | 3039 | 2971 |
| No | 7 | 3 | 5080 | 5183 | 4781 | 4412 |
| Si | 10 | 2 | | 7115 | 6818 | 6546 |
| No | 10 | 2 | 6335 | 8471 | 7811 | 7207 |
| Si | 10 | 4 | | 6167 | 5944 | 5740 |
| No | 10 | 4 | 6377 | 7522 | 6937 | 6400 |
| Si | 20 | 4 | | 13419 | 12824 | 12280 |
| No | 20 | 4 | 11028 | 16900 | 15580 | 14372 |
| Si | 20 | 8 | | 11521 | 11076 | 10668 |
| No | 20 | 8 | 11112 | 15002 | 13831 | 12759 |

37. Tabla Comparativa, con Destino Intermedio. Fuente: elaboración propia

En la tabla se ve que para pocos contenedores como es el caso de 7 y 10 contenedores si se dejan bastantes contenedores la intermodalidad es más rentable porque los camiones solo tiene que realizar el trayecto Zaragoza-Barcelona con el ahorro que esto supone, mientras que para 20 contenedores es más rentable el tren siempre que en Zaragoza no se dejen más de 7-8 contenedores, lo que supone descargar casi la mitad del tren.

4.6 CONCLUSIONES

Con los análisis realizados para el trayecto Madrid-Zaragoza-Barcelona para la elección de uno de los dos modos de transporte, carretero y ferroviario, o intermodalidad entre ambos se concluye que hay que la elección de uno u otro depende tanto el destino de cada cargamento como los trasbordos que hay que realizar y el número de contenedores que hay que transportar.

Para el traslado de pocos contenedores la elección sería el transporte carretero debido a que los costes son inferiores al ferrocarril además en caso de tener que realizar acarreos el camión ira directamente al destino sin que tener que añadir costes a este.

Para el transporte de un lote grande de contenedores el ferrocarril toma ventaja frente al carretero, porque los costes del ferrocarril crecen menos que en caso del camión. Es fundamental para la elección de uno u otro en caso de solo carga y descarga, debido a que los costes del ferrocarril aumentan aparte de la manipulación de la carga a que hay que llevar todos los vagones al destino final (Barcelona) aunque estén vacíos. Sin embargo en el transporte carretero los camiones que vayan al destino intermedio (Zaragoza) no tienen que realizar el recorrido hasta el destino final lo que supone un gran ahorro de kilómetros en el recorrido lo que equivale al ahorro de costes. Mientras que el transporte intermodal gana ventaja cuando hay que llevar más contenedores al destino final que al intermedio o cuando no se llevan muchos contenedores o hay que hacer bastantes intercambios de contenedores entre modos de transporte.

Se puede concluir que no hay un medio de transporte perfecto sino que hay que adecuarlo a las necesidades que cada uno tiene para conseguir el mayor ahorro.

5. ESTUDIO TIPOLOGÍA DE MERCANCIAS ZARAGOZA-BARCELONA

Para el siguiente trayecto se analizan 3 tipos de mercancías, transporte de automóviles, transporte de cereal en tolvas y transporte de contenedores. Para ello se analizan las características técnicas del ferrocarril y del camión.

5.1 CARACTERÍSTICAS DEL RECORRIDO.

El tramo Zaragoza-Barcelona tiene unas características técnicas de:

| Zaragoza-Barcelona | | |
|--------------------------|-----|-----------|
| Características Trayecto | | |
| Distancia | 347 | km |
| Pendiente máxima | 27 | milésimas |
| Longitud máxima del tren | 550 | m |
| Velocidad máxima | 130 | km/h |

38. Características recorrido Zaragoza-Barcelona. Fuente: Elaboración propia

5.2 TRANSPORTE DE AUTOMOCIÓN

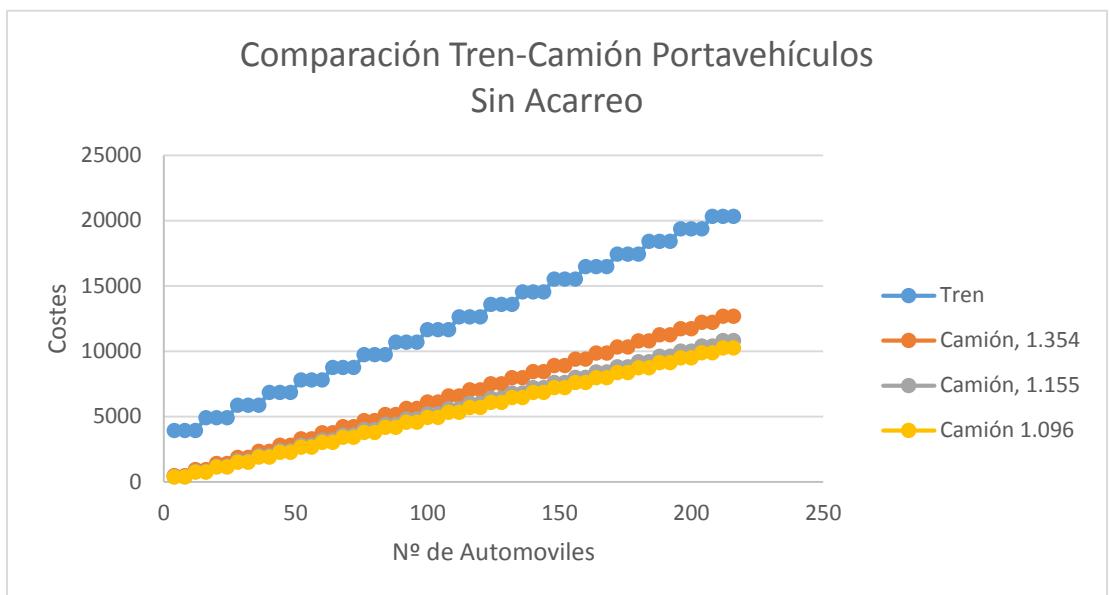
5.2.1 COMPROBACIÓN DE LONGITUD, POTENCIA Y ADHERENCIA

La longitud máxima del tren en el recorrido es de 550 metros con lo que se podría hacer el transporte de la carga en un tren con dos locomotoras Serie 250 y 19 vagones MA5. Esto es así porque con la comprobación de potencia con una locomotora sería posible mover 24 vagones suponiendo que estos vagones están cargados con la carga máxima. Mientras que con dos locomotoras podríamos transportar hasta 49 vagones, como la capacidad de la línea solo permite 550 metros de longitud del tren, se pueden realizar el trayecto con una locomotora tirando de 19 vagones. Cumpliéndose también la comprobación de la adherencia. Anexo IV,77.Comprobaciones Transporte de Automoción. Fuente: Elaboración propia.

Como la capacidad de un vagón MA5 es diferente a la de un camión portavehículos se ha hecho la comparativa según el número de vehículos a transportar. Como se supone que el recorrido es como si fuera de la General Motors hasta Barcelona se ha escogido un Opel Corsa como el coche que se va a transportar, debido a que es uno de los coches que se fabrican en la GM. Un Opel Corsa tiene una longitud de 4,021m con lo que permite transportar 12 en el vagón MA5 y 8 en el camión.

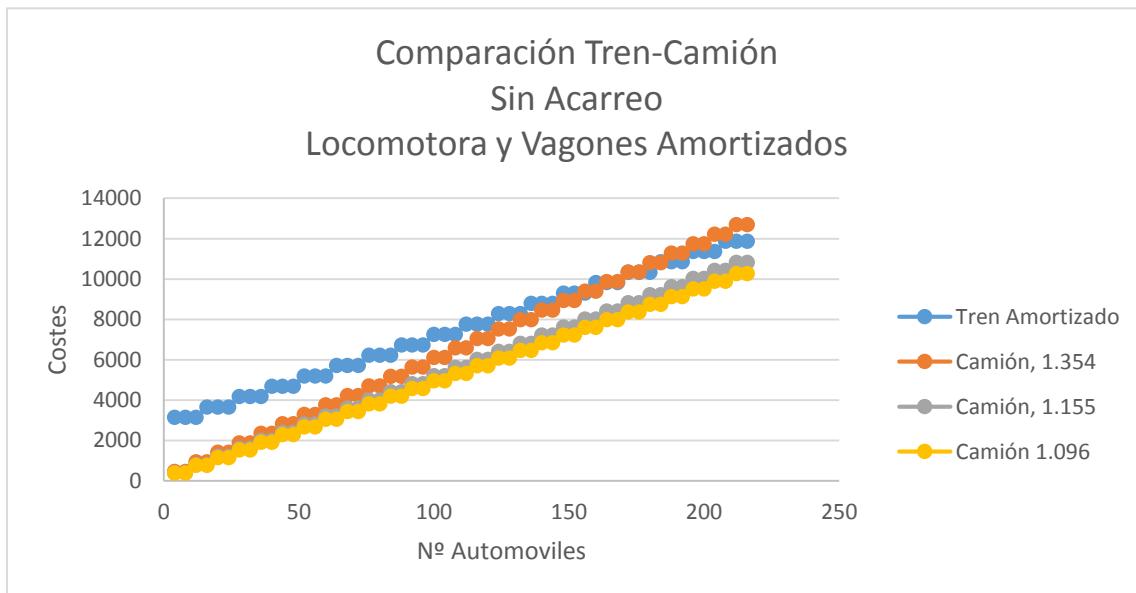
5.2.2 COMPARATIVA SIN ACARREOS

Con los costes del transporte carretero y ferroviario anteriores que son para el transporte ferroviario de 10,96 €/km. Tonelada y para el camión se han tomado tres costes 1,354, 1,155, 1,096 €/km. Con estos costes y conociendo que el recorrido tiene 347 km entre Zaragoza y Barcelona, y sumando los costes ferroviarios de expedición y acceso a las estaciones de 36,55 €/tren cada uno. Con estos datos se obtiene la siguiente comparativa:



39. Comparativa Transporte de Automóviles, sin Acarreos. Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el gráfico el tren es mucho más costoso que transportarlo por camión. El problema de transportarlos por camión son más problemas logísticos que pueden ocurrir en un mayor coste en el transporte carretero, pero estos costes son externos al transporte en sí, son problemas pertenecientes a las empresas. Por ejemplo para el tren de 1 locomotoras y 19 vagones es necesario cargar 29 camiones con los costes que esto conlleva. También uno de los mayores costes del tren son la amortización con lo que si las empresas son multinacionales, como casi todas las empresas de fabricación de vehículos, pueden comprar locomotoras y vagones obteniéndose este gráfico:



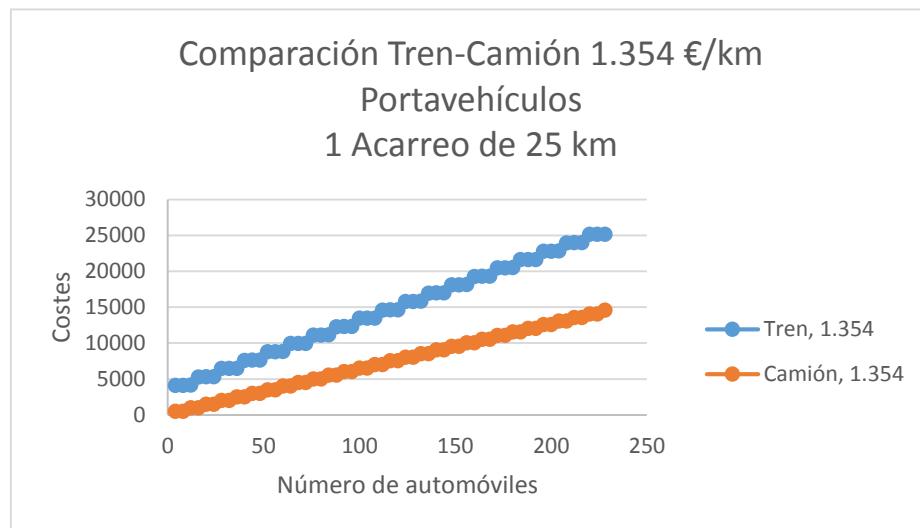
40. Comparativa Transporte de Automóviles, sin Acarreos y Amortización. Fuente: Elaboración propia

En este gráfico se obtiene que si ya se ha amortizado el tren sale más rentable el transporte ferroviario con las ventajas logísticas que este tiene. Pero desde el punto de vista único de transportar automóviles es más rentable el camión sobre todo si son pocos automóviles los que hay que transportar.

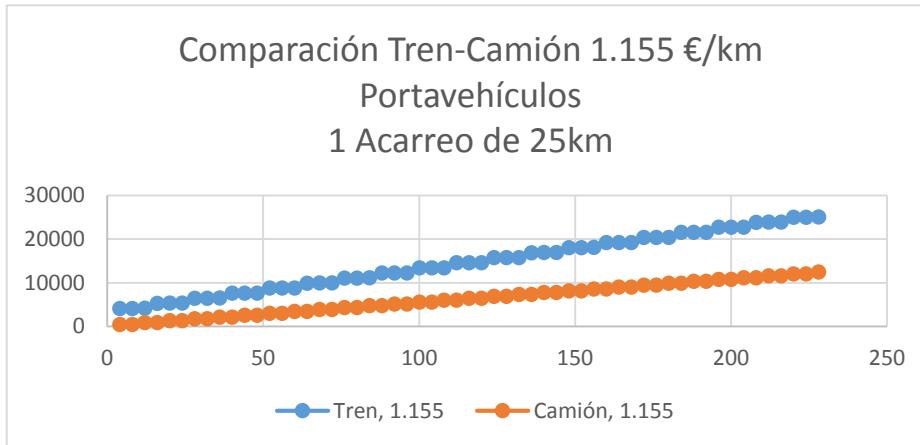
La tabla con los distintos costes están expuestos en el Anexo IV,78.Tabla Comparativa entre Ferrocarril y Camión sin Acarreos, Transporte de Automoción. Fuente: Elaboración propia.

5.2.3 COMPARATIVA CON ACARREO DE 25 KM

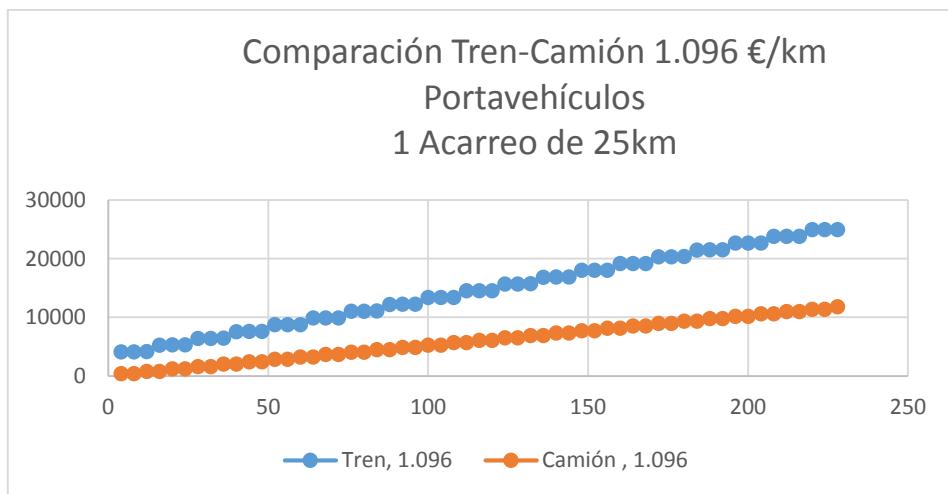
Los costes del recorrido es el mismo que en el apartado anterior pero hay que añadir los costes respectivos a la manipulación de la carga para pasar la carga de los vagones del tren a los camiones. Además de los costes que supone el transporte de la mercancía de 25 km en camión.



41. Comparativa Transporte de Automóviles, Acarreo de 25 km. Fuente: Elaboración propia



42. Comparativa Transporte de Automóviles, Acarreo de 25 km. Fuente: Elaboración propia

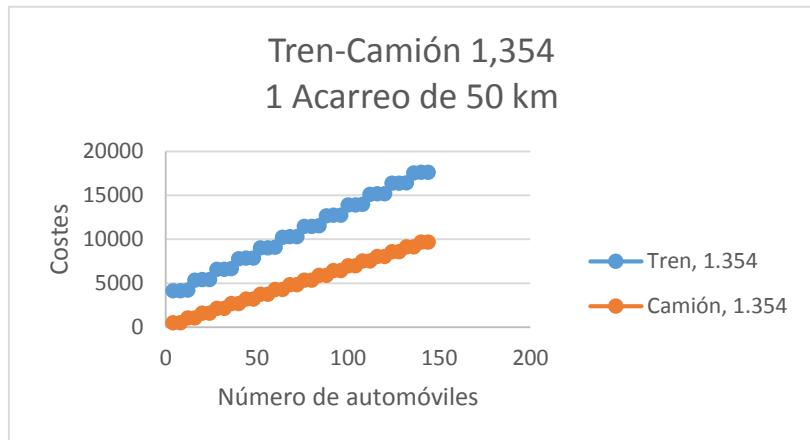


43. Comparativa Transporte de Automóviles, Acarreo de 25 km. Fuente: Elaboración propia

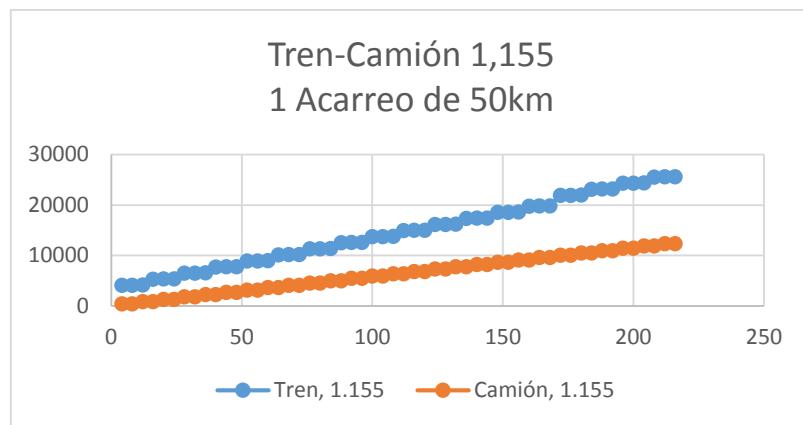
Como se observa en las gráficas el ferrocarril sigue siendo más caro en costes de transporte que en camión. Ya era más costoso sin acarreos lo que al tener que añadir los 21€/unidad por la manipulación de cada vagón hace que siga siendo más rentable el transporte de automoción por carretera en vez de por ferrocarril. La tabla con los diferentes costes se muestran en el Anexo IV,79.Tabla Comparativa entre Ferrocarril y Camión Acarreos de 25 km, Transporte de Automoción. Fuente: Elaboración propia.

5.2.4 COMPARATIVA CON ACARREO DE 50 KM

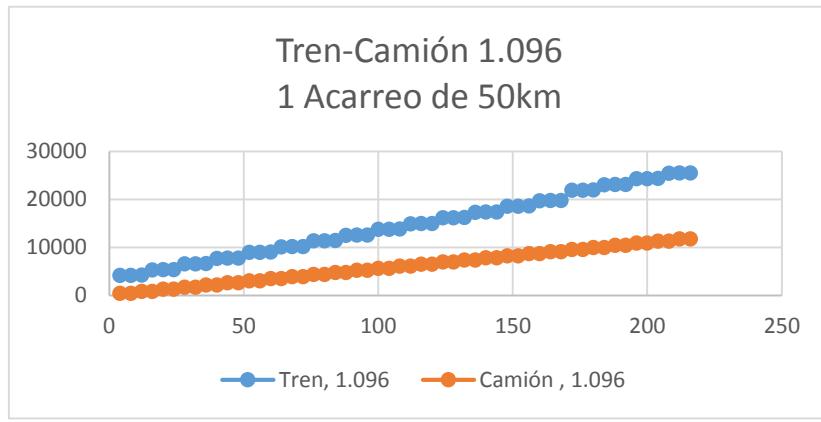
La diferencia es el aumento de los costes porque son 50km más que hay que realizar en camión pero sigue siendo más rentable el transporte carretero. Los datos de las gráficas están en el Anexo IV,80.Tabla Comparativa entre Ferrocarril y Camión Acarreo de 50 km, Transporte de Automoción. Fuente: Elaboración propia.



44. Comparativa Transporte de Automóviles, Acarreo de 50 km. Fuente: Elaboración propia



45. Comparativa Transporte de Automóviles, Acarreo de 50 km. Fuente: Elaboración propia



46. Comparativa Transporte de Automóviles, Acarreo de 50 km. Fuente: Elaboración propia

5.3 TRANSPORTE DE CEREAL

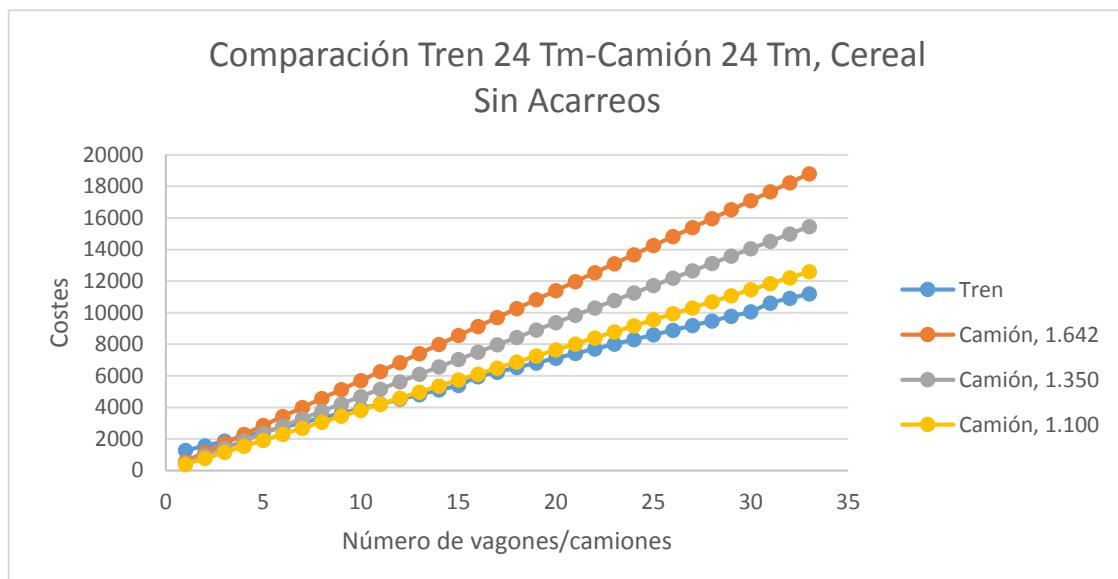
5.3.1 COMPROBACIÓN DE LONGITUD, POTENCIA Y ADHERENCIA

La longitud máxima del tren en el recorrido es 550 lo que permite una capacidad máxima de 3 locomotoras y 33 vagones tolva TT5 cumpliéndose las comprobaciones de potencia y adherencia. Con la comprobación de potencia podemos comprobar las locomotoras necesarias para la cantidad de vagones a plena carga que se pueden transportar. Con 1 locomotora podemos transportar 15 vagones TT5, con 2 locomotoras 30 vagones, con 3 locomotoras hasta 45 vagones. Aunque como la longitud máxima es menor la capacidad máxima es de 3 locomotoras y 33 vagones. Anexo V,81.Comprobaciones Transporte de Cereal. Fuente: Elaboración propia.

Para realizar la comparación con el transporte carretero se establece que toda la carga que se transporta en el vagón se puede llevar en único camión. Por cada vagón que transporta un tren es necesario un camión. Se van hacer dos comparativas una tanto vagones y camiones cargados con 24 Toneladas de Cereal y otra con 48 Toneladas en los vagones (de 56 Toneladas de carga máxima).

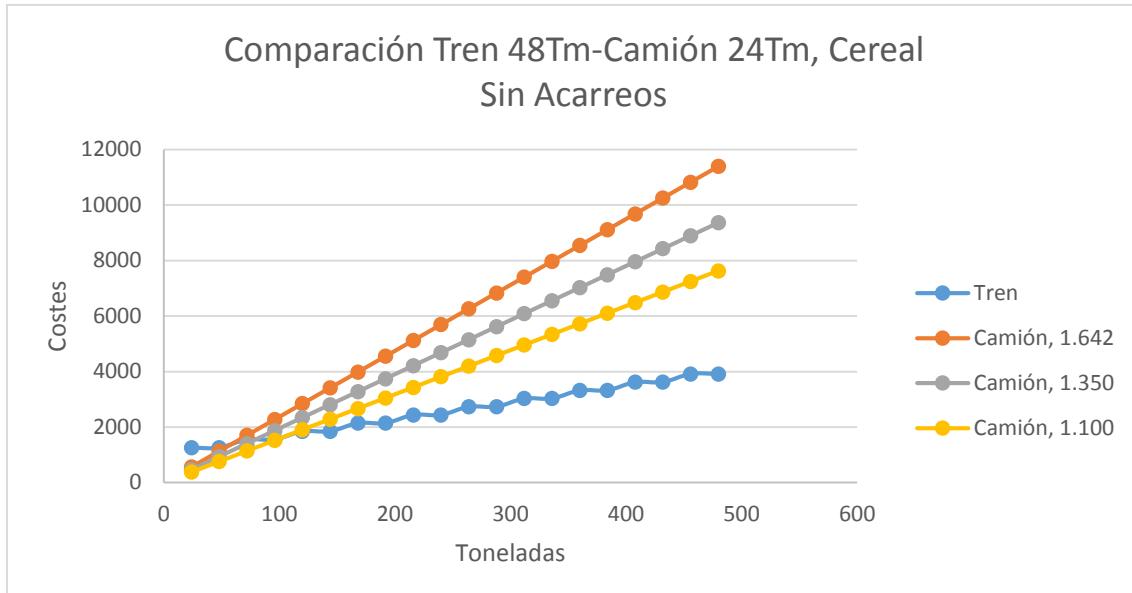
5.3.2 COMPARATIVA SIN ACARREOS,

Los costes son 3,22 €/km. Tonelada para el transporte ferroviario, y para el transporte carretero con carga es 1,642 €/km, y sin carga 1,100 €/km, y un valor intermedio de estos, 1,350 €/km. Con estos costes se ha realizado la comparación de los modos de transporte sin realizar acarreos.



47. Comparativa Transporte de Cereal, sin Acarreos. Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la gráfica el tren con uno o dos vagones TT5 el camión es bastante más rentable, para precios más competitivos como es el precio como si el camión vaya sin carga es necesario transportar 12 vagones con 24 Toneladas para ser menos costoso que la carga fuera trasladada por los 12 camiones. Pero esto es transportando las mismas toneladas de cereal tanto en tren como en camión, siendo que las tolvas TT5 tienen una mayor capacidad, como se puede observar en el siguiente gráfico con una carga de 48 toneladas por tolva; en caso del transporte carretero son necesarios dos camiones por cada vagón.

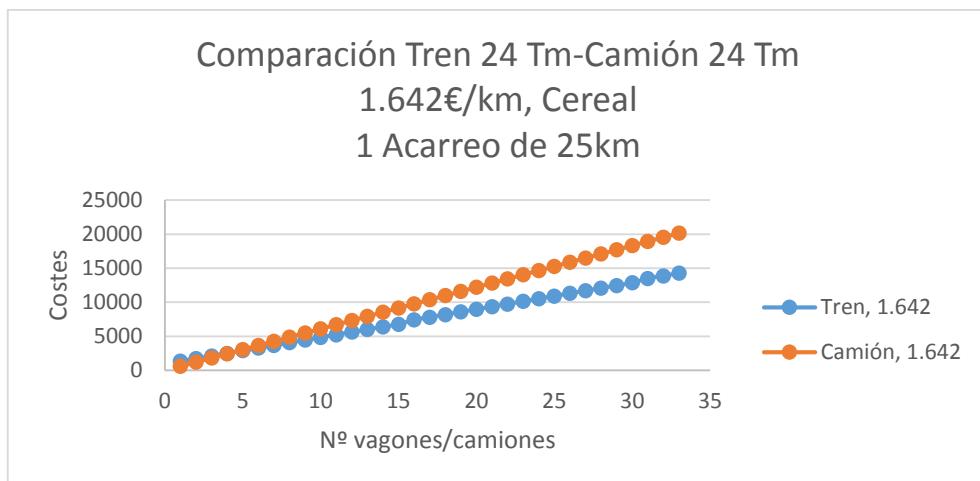


48. Comparativa Transporte de Cereal, sin Acarreos. Fuente: Elaboración propia

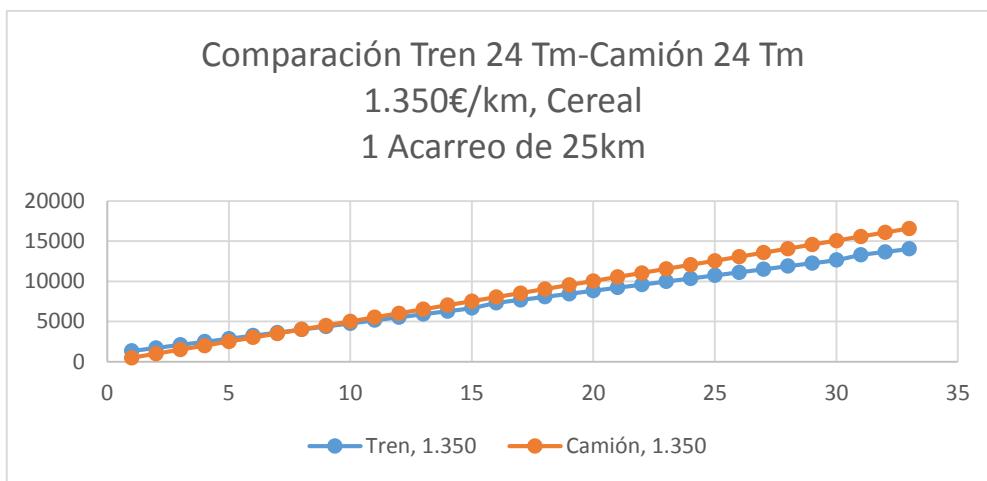
Para transportar 48 toneladas o menos de cereal más rentable el transporte carretero, incluso a un coste de 1,642 €/km. Para un coste del camión de 1,350€/km es necesario que la carga sea menor o igual a 72 Toneladas, lo que significa que transportar la carga con dos camiones es más rentable que con un único vagón. Y para el precio más competitivo del camión supondría menos coste este modo de transporte de mercancías siempre que la carga se de 96 Toneladas o menos. Las tablas con los datos de las gráficas se encuentran en el Anexo V, 82.Tabla Comparativa entre Ferrocarril 24 Tm y Camión 24 Tm Sin Acarreos, Transporte de Cereal. Fuente: Elaboración propia.

5.3.3 COMPARATIVA ACARREO DE 25KM

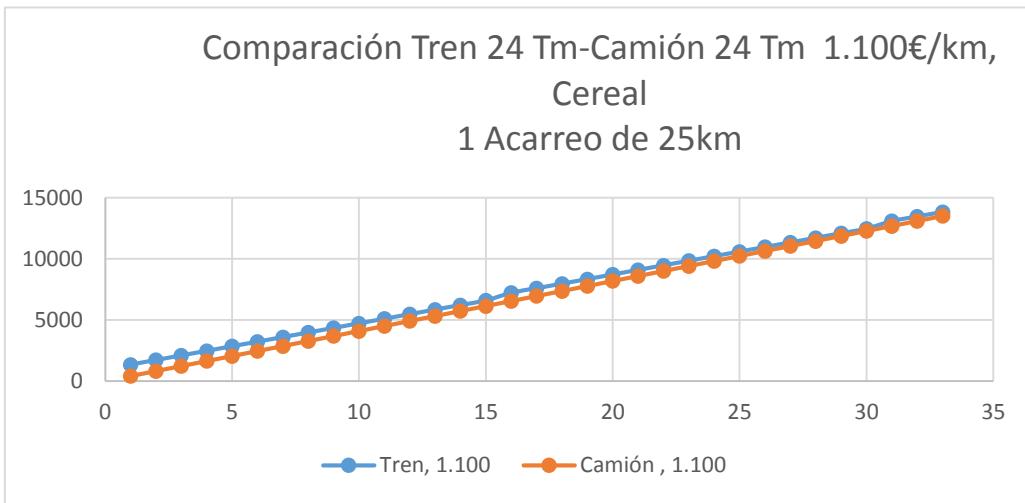
Para la comparación con Acarreo de 25km del tren se han realizado dos análisis uno con 24 toneladas transportadas tanto en camión como en cada vagón, y otro con 48 toneladas en cada vagón y 24 toneladas en cada camión (que es la carga útil del camión), para los diferentes costes por kilómetro del transporte carretero. El Acarreo es de 25 km con lo que conlleva en el coste del transporte la manipulación de la carga para pasarla de los vagones a los camiones. Con un coste para 24 toneladas de 52,56 €/vagón y 105,12 €/vagón, mientras que con el camión no hay manipulación. Las tablas con los datos de las gráficas están en el Anexo V, 84.Tabla Comparativa entre Ferrocarril 24 Tm y Camión 24 Tm Acarreos de 25 km, Transporte de Cereal. Fuente: Elaboración propia.



49. Comparativa Transporte de Cereal, Acarreo de 25 km. Fuente: Elaboración propia



50. Comparativa Transporte de Cereal, Acarreo de 25 km. Fuente: Elaboración propia

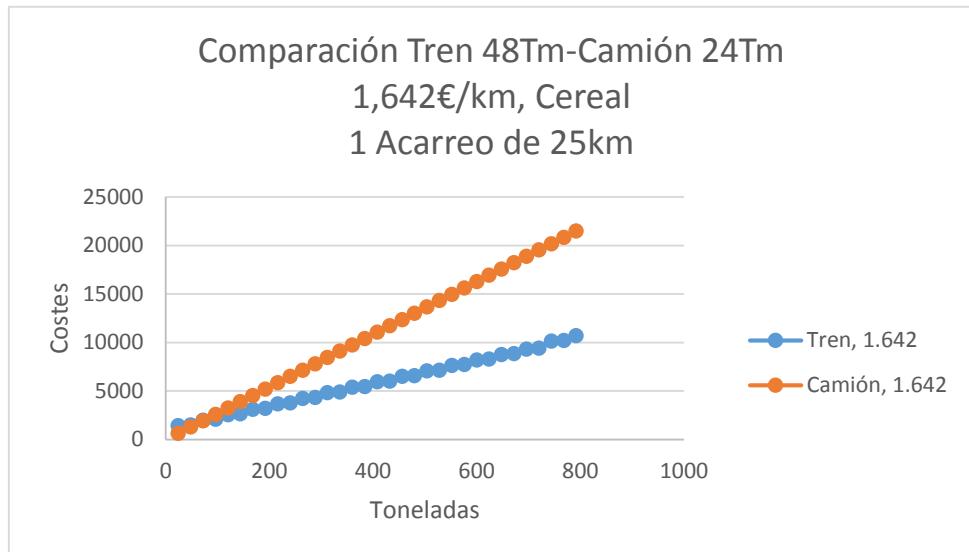


51. Comparativa Transporte de Cereal, Acarreo de 25 km. Fuente: Elaboración propia

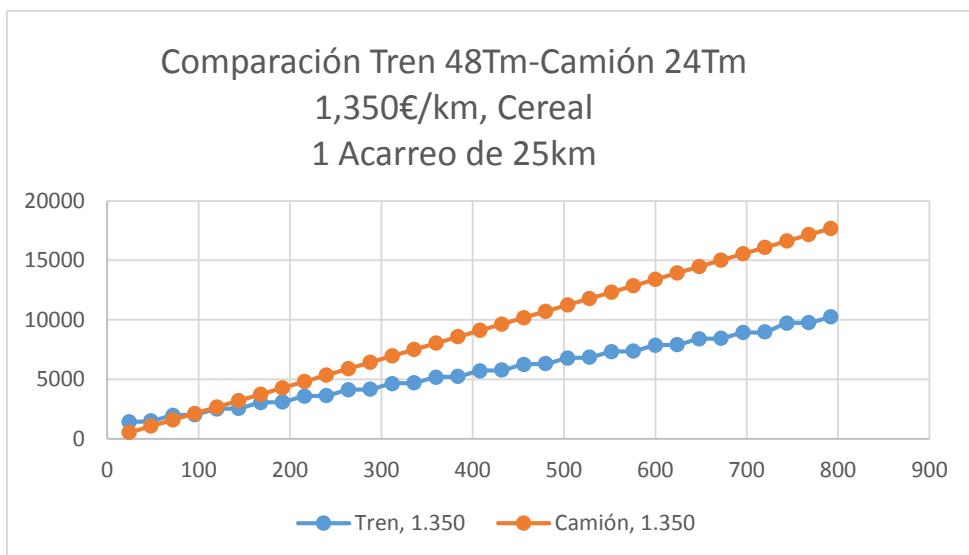
Como se observa en los gráficos con un coste de 1,642 €/km es más costoso el transporte ferroviario hasta que el número de vagones tolva TT5 es mayor de 4 tolvas cargadas con 24 Tm. En el caso de 1,35 €/km es más rentable siempre que el número de camiones sea menor igual a 8 unidades. Para el caso más competitivo del transporte ferroviario de 1,1 €/km siempre es más rentable el transporte carretero por muchos vagones de 24 Tm que se transporten, aunque los costes son muy similares por lo que la

elección de un modo de transporte u otro puede depender de otros factores externos al transporte. Los datos de las gráficas se encuentran en el Anexo V, 84.Tabla Comparativa entre Ferrocarril 24 Tm y Camión 24 Tm Acarreos de 25 km, Transporte de Cereal. Fuente: Elaboración propia.

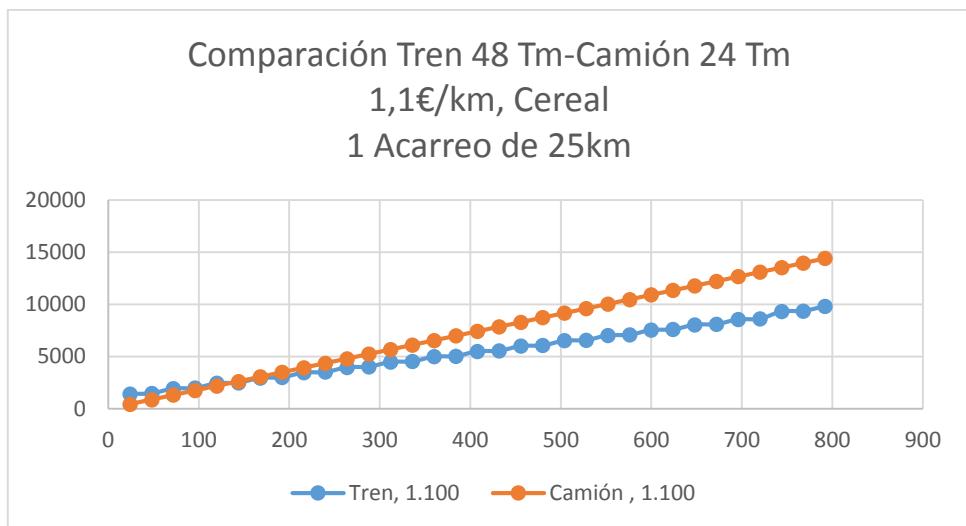
Para el caso de acarreo de 25km pero con las tolvas transportando 48 Tm se obtienen los siguientes gráficos:



52. Comparativa Transporte de Cereal, Acarreo de 25 km. Fuente: Elaboración propia



53. Comparativa Transporte de Cereal, Acarreo de 25 km. Fuente: Elaboración propia

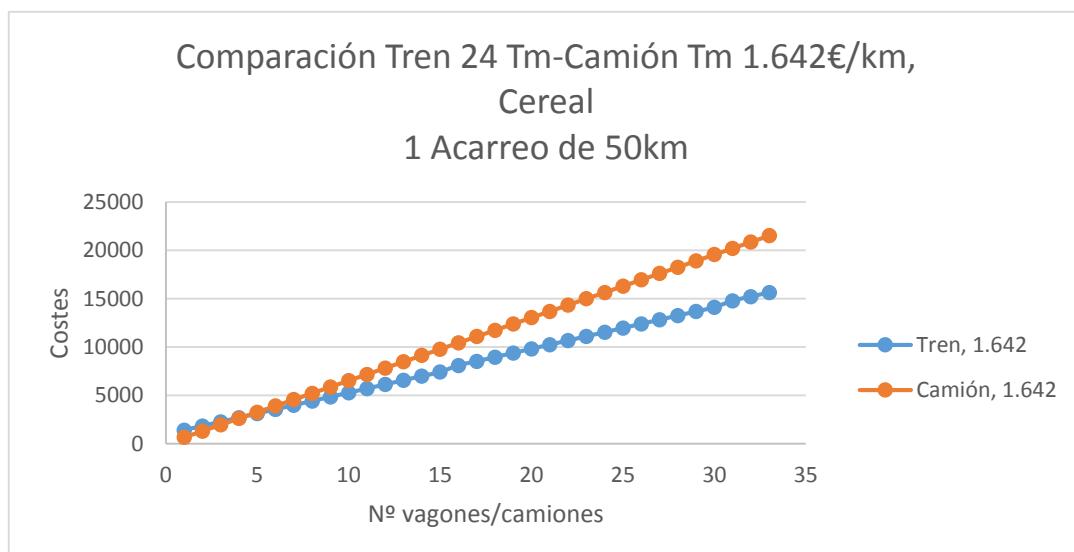


54. Comparativa Transporte de Cereal, Acarreo de 25 km. Fuente: Elaboración propia

Atendiendo a los tres gráficos se ven grandes diferencias frente a los anteriores (Tren 24tn-Camión 24Tn) donde los costes del ferrocarril se reducen al llevar las tolvas más cargadas que en la anterior comparación. En esta comparación se observa que el ferrocarril tiene menos costes cuando la carga es mayor de 48 Tm para un precio del transporte por carretera de 1,642 €/km, si es mayor 96 Tm para un coste del camión de 1,350 €/km y mayor de 120 Tm para un coste carretero de 1,1 €/km. Anexo V, 85.Tabla Comparativa entre Ferrocarril 48 Tm y Camión 24 Tm Acarreos de 25 km, Transporte de Cereal. Fuente: Elaboración propia.

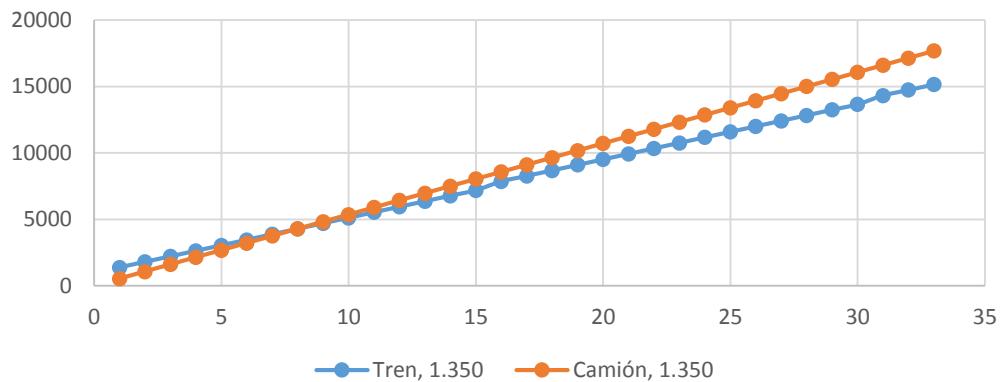
5.3.4 COMPARATIVA ACARREO DE 50KM

Las diferencias en este apartado son únicamente que se produce un aumento de los costes en todos modos por el aumento de la distancia de acarreo de 25 a 50km calculado transportando 24 Tm tanto el camión como en la tolva del tren, en caso de que las tolvas TT4 lleven 48 Tm se producirá un aumento de los costes tanto del tren como el camión por el aumento del kilometraje del acarreo. La tabla con los datos está en el Anexo V, 86.Tabla Comparativa entre Ferrocarril 24 Tm y Camión 24 Tm Acarreos de 50 km, Transporte de Cereal. Fuente: Elaboración propia.



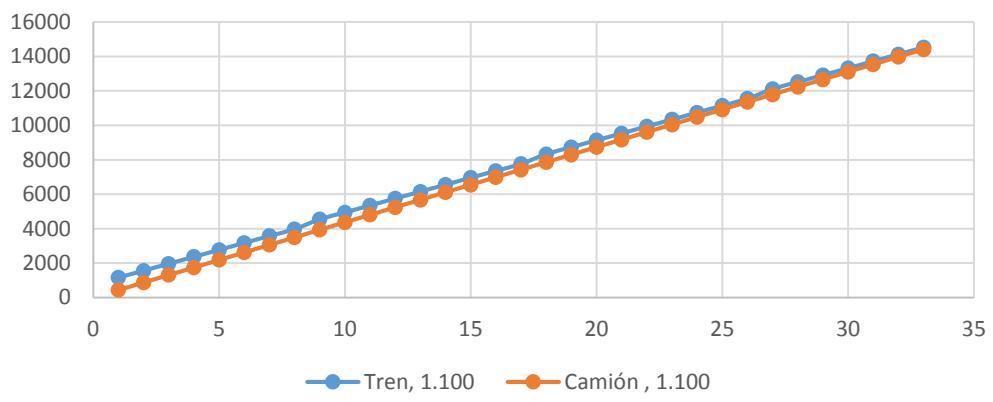
55. Comparativa Transporte de Cereal, Acarreo de 50 km. Fuente: Elaboración propia

Comparación Tren 24 Tm-Camión 24 Tm 1.350€/km,
Cereal
1 Acarreo de 50 km



56. Comparativa Transporte de Cereal, Acarreo de 50 km. Fuente: Elaboración propia

Comparación Tren 24 Tm-Camión 24 Tm 1.100€/km,
Cereal
1 Acarreo de 50km



57. Comparativa Transporte de Cereal, Acarreo de 50 km. Fuente: Elaboración propia

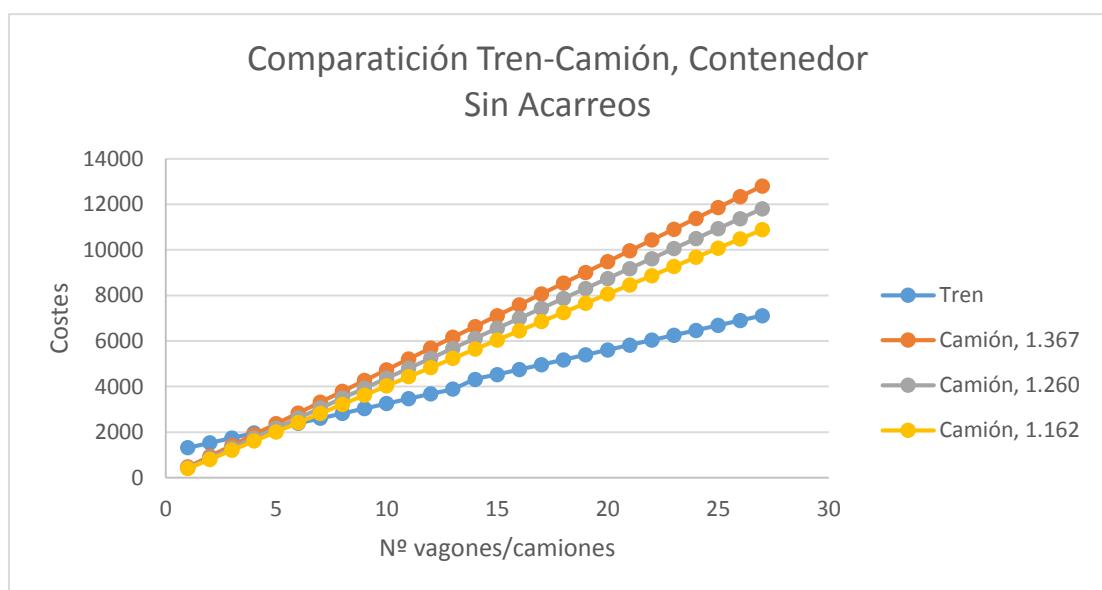
5.4 TRANSPORTE DE CONTENEDORES

5.4.1 COMPROBACIÓN DE LONGITUD, POTENCIA Y ADHERENCIA

La longitud máxima del tren en el recorrido es 550 metro con lo que permite realizar el trayecto con 2 locomotoras Serie 250 y 27 vagones MMC3E. Con la comprobación de potencia se obtiene que con una única locomotora se puede tirar de 13 vagones, con 2 se pueden transportar 27 vagones MMC3E. Cumpliéndose también la comprobación de adherencia. La tabla se encuentra en el Anexo VI, 87.Comprobaciones Transporte de Contenedores. Fuente: Elaboración propia.

5.4.2 COMPARATIVA SIN ACARREOS

Los costes del transporte carretero son 1,367 €/km cargado, 1,162 €/km sin carga (precio mínimo por el que hacen carreras los camioneros) y un valor intermedio 1,260 €/km. Y para el transporte ferroviario 3,38 €/km. Tonelada. Al ser contenedores intermodales, los contenedores se transbordan directamente del camión al tren y viceversa. Con estos datos y según el número de camiones o vagones se obtiene las siguientes gráficas:

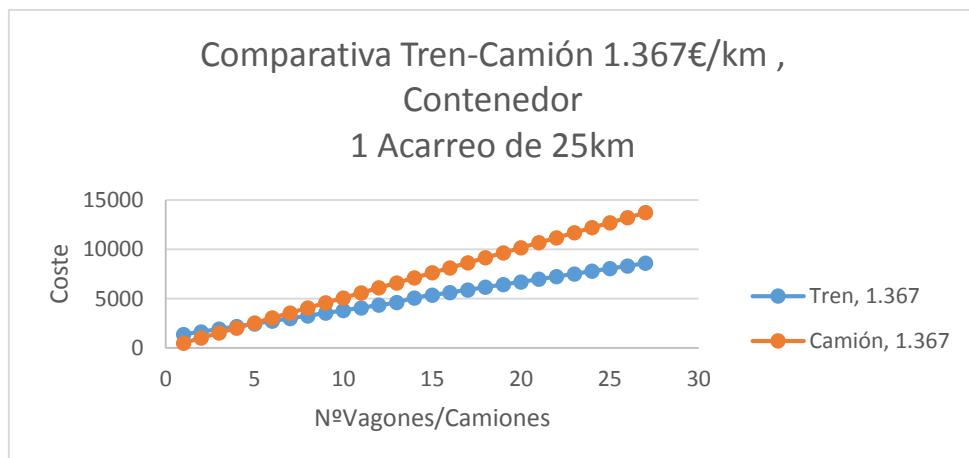


58. Comparativa Transporte de Contenedores, sin Acarreos. Fuente: Elaboración propia

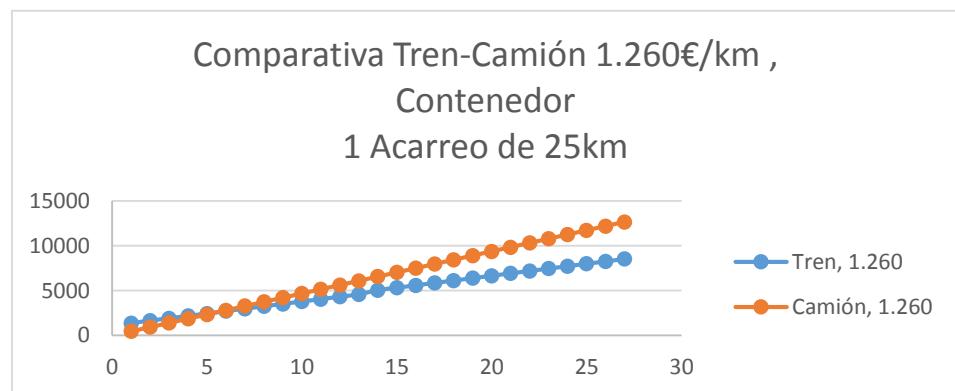
Como se ve en el gráfico al aumentar el número de contenedores a transportar (vagones/camiones) el transporte por ferrocarril tiene menos costos que el transporte carretero. Con 6 vagones ya es menos costoso el transporte incluso para el precio de 1,162 €/km y con solo 4 vagones para un coste de 1,367 €/km. La tabla con todos los costes se encuentra en el Anexo VI, 88.Tabla Comparativa entre Ferrocarril y Camión Sin Acarreos, Transporte de Contenedores. Fuente: Elaboración propia.

5.4.3 COMPARATIVA ACARREO DE 25KM

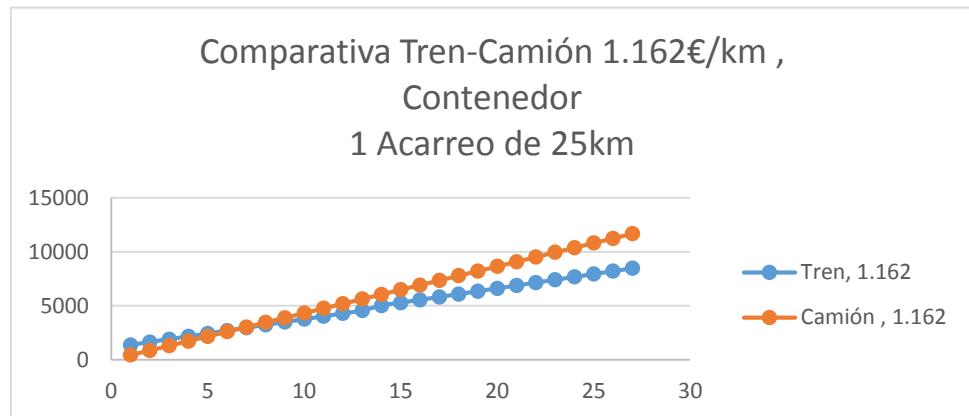
Para el Acarreo hay añadir los costes de la manipulación de los contenedores para transbordarlo del tren al camión son 21 €/Unidad. Con lo que se obtienen las siguientes gráficas:



59. Comparativa Transporte de Cereal, Acarreo de 25 km. Fuente: Elaboración propia



60. Comparativa Transporte de Cereal, Acarreo de 25 km. Fuente: Elaboración propia

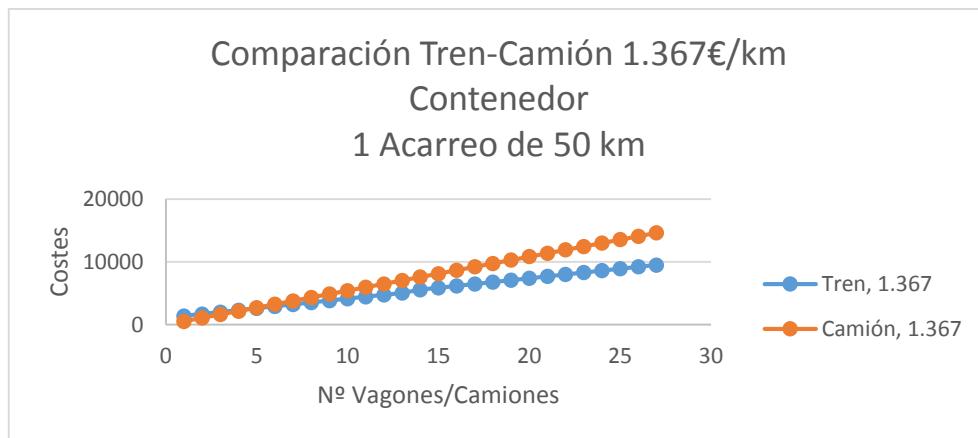


61. Comparativa Transporte de Cereal, Acarreo de 25 km. Fuente: Elaboración propia

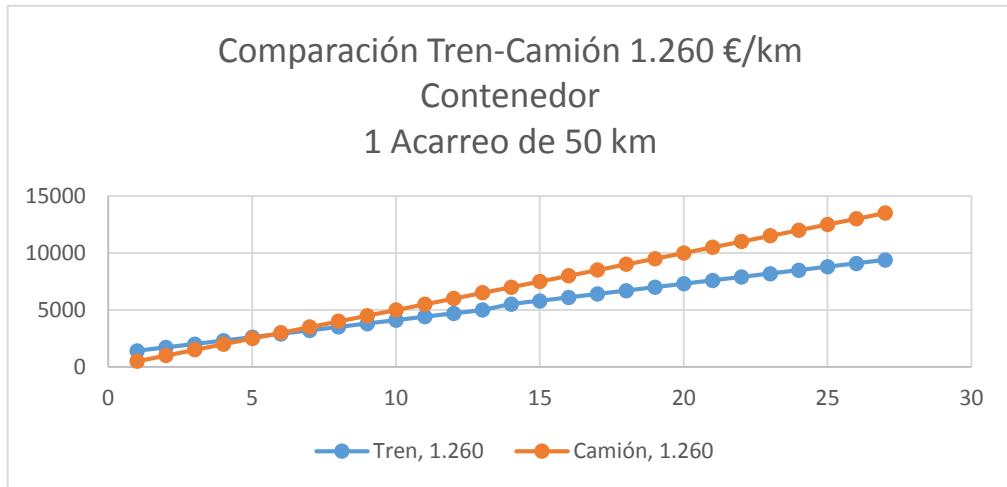
Como se observa en los gráficos, al igual que en el caso sin acarreo al aumentar el número de contenedores el ferrocarril tiene menos costes. Al ser los costes de manipulación de los contenedores de los vagones de solo 21€/vagón, lo que conlleva a que con 5 contenedores es más rentable el tren para un coste de 1,367 €/km del camión, 6 para 1,260 €/km y 7 contenedores para el precio competitivo de 1.162 €/km. Las tablas con los datos de las gráficas se muestran en el Anexo VI, 89.Tabla Comparativa entre Ferrocarril y Camión Acarreos de 25 km, Transporte de Contenedores. Fuente: Elaboración propia.

5.4.4 COMPARATIVA ACARREO DE 50KM

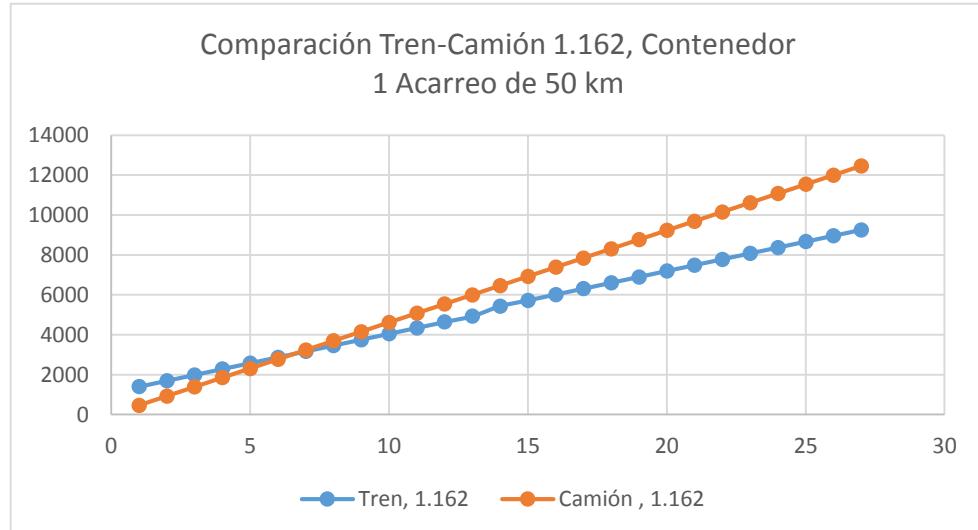
Al igual que en el caso del transporte de automoción y cereal el aumento del kilometraje del acarreo conlleva un aumento similar de los costes tanto en el transporte carretero como ferroviario. Tablas Anexo VI, 90.Tabla Comparativa entre Ferrocarril y Camión Acarreos de 50 km, Transporte de Contenedores. Fuente: Elaboración propia.



62. Comparativa Transporte de Cereal, Acarreo de 50km. Fuente: Elaboración propia



63. Comparativa Transporte de Cereal, Acarreo de 50km. Fuente: Elaboración propia



64. Comparativa Transporte de Cereal, Acarreo de 50km. Fuente: Elaboración propia

5.5 CONCLUSIONES

Lo que se observa tanto en las tablas como en las gráficas de las diferentes tipologías de mercancías es que a excepción del transporte de automoción, que tiene altos costes de transporte (10,96 €/km) es que el aumento de las toneladas en el caso del transporte por cereal o el aumento del número de contenedores conlleva que los costes del transporte ferroviario sean menores frente al transporte carretero, mientras que para altos cargamentos mercantes los camiones tienen grandes costes. Sin embargo para cargamentos pequeños el camión es mucho más rentable que utilizar un tren con uno o dos vagones.

Caso especial es el transporte de automóviles, aunque desde el punto de vista del peso de la carga es menor que el de los contenedores y menos pesado que un cargamento de cereal, el coste del transporte de automoción por el modo ferroviario tiene costes mayores. La razón por la que se ven trenes transportando coches es que los usuarios de este tipo de transporte son grandes empresas que transportan grandes lotes de vehículos, lo que supone más costes de cargar un número mayor de camiones. Como se ha visto en las tablas para el tren de unos 550 metros es necesario 27 camiones portavehículos con los costes logísticos que conlleva. Normalmente el transporte de automoción no suele tener acarreos ya que el recorrido a realizar es de la fábrica al puerto, aunque desde el punto de vista del coste del transporte sin tener en cuenta los costes logísticos es más rentable el transporte de vehículos en camión.

También hay que tener en cuenta los costes de los acarreos, porque en el camión no hay que manipular la carga en el recorrido, mientras que en el caso del ferrocarril no hay estaciones en todas las zonas por lo que es necesario el transbordo de la carga de los vagones a los camiones. Esta manipulación hace que el camión sea más rentable que sin acarreos frente al tren; permitiendo aumentar el número de camiones y realizar el recorrido con menos costes. Aun así al aumentar mucho la carga el ferrocarril tiende a disminuir los costes frente al transporte carretero.

La conclusión es que el transporte por carretera es más rentable para cargas pequeñas pero conforme aumenta la carga el ferrocarril tiene menos costes, más aun si en el itinerario no hay que realizar acarreos. Los transportes de mercancías de cereal y contenedores conforme aumenta la carga el transporte ferroviario tiene menos costes mientras que el transporte de automóviles es más rentable realizando el transporte en camión.

6. TRAYECTO TARRAGONA-CASPE, TARRAGONA-ANDORRA

Para este análisis hay que tener en cuenta que son dos recorridos diferente por lo tanto se estudiara las dos tipologías de mercancías en función de €/km. El estudio se centra en dos tipos de mercancía, cereal y carbón, el peso de ambas es muy similar por lo tanto se estudiara si el peso tiene influencia o solo depende del tipo carga se transporta. En este estudio no se van a tener en cuenta los acarreos ya que en la realidad es un trayecto directo que se hace desde el puerto de Tarragona hasta el destino en un solo modo de transporte.

6.1 CARACTERÍSTICAS DEL RECORRIDO

Las características del recorrido se han sacado de la Actualización Declaración de la Red de 2013 de Adif:

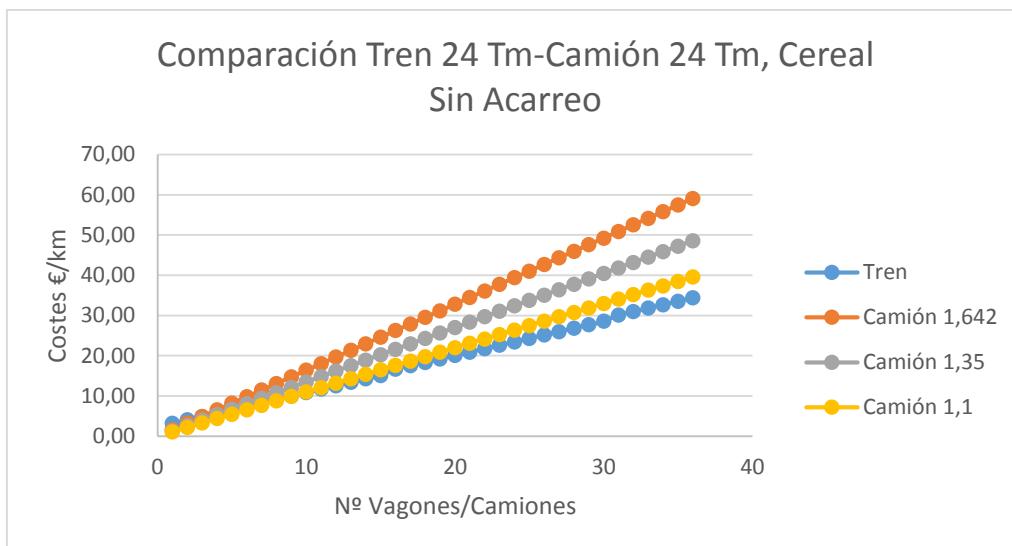
| Trayecto Tarragona-Caspe/Andorra | | |
|----------------------------------|-----|-----------|
| Características del Trayecto | | |
| Pendiente máxima | 19 | milésimas |
| Longitud máxima del tren | 575 | m |
| v min | 130 | km/h |

65. Características recorrido Tarragona-Caspe/Andorra. Fuente: Elaboración propia

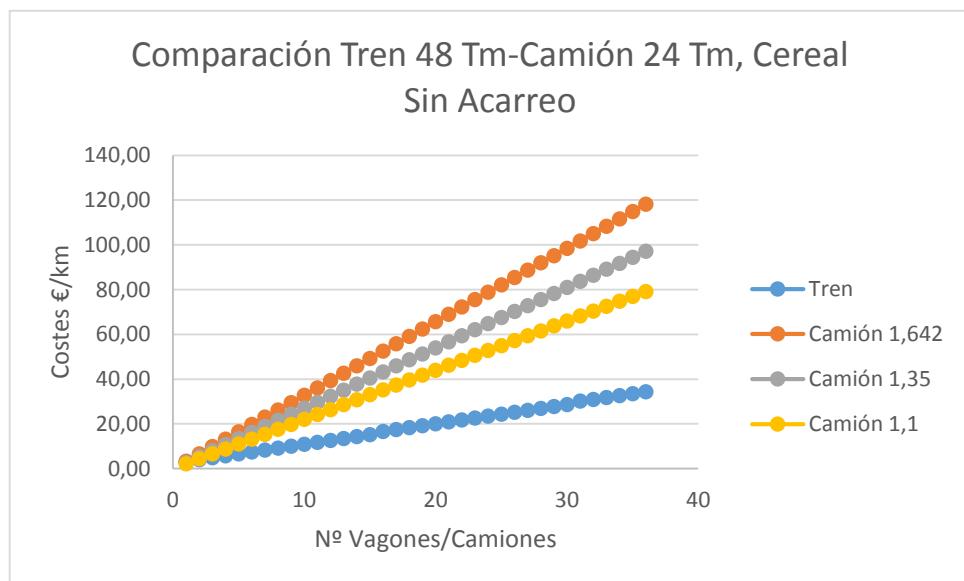
6.2 TRANSPORTE CEREAL, TARRAGONA-CASPE

Con las características del recorrido se han calculado cual sería la disposición del tren en este recorrido con lo que para una longitud máxima de 575 metro permite un tren máximo de 3 locomotoras y 36 vagones, y un máximo de 15 vagones para 1 locomotora y 30 para 2 locomotoras con la comprobación de potencia; cumpliéndose también la comprobación de adherencia. Anexo VII, 91.Comprobaciones Transporte de Cereal. Fuente: Elaboración propia.

Se ha realizado el estudio con disposiciones de carga en las tolvas TT5, un estudio llevando la misma carga de 24 Tm tanto vagones como camiones (máxima carga de los, camiones) y otra con 48 toneladas en las tolvas y 24 en los camiones. Los datos de los costes son los mismos que en el apartado anterior de 3,22 €/km para el ferrocarril y 1,642, 135 y 1,1 €/km para el camión.



66. Comparativa Transporte de Cereal, Sin Acarreo. Fuente: Elaboración propia



67. Comparativa Transporte de Cereal, Sin Acarreo. Fuente: Elaboración propia

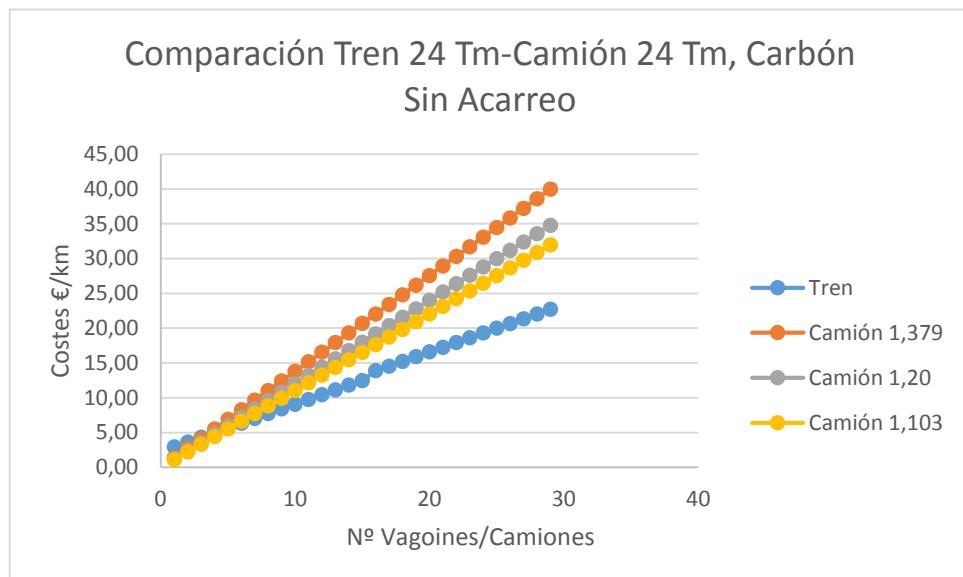
Estos gráficos muestran que el transporte por ferrocarril tiene menos costes a excepción de que la mercancía a transportar se pueda realizar en 1 o 2 camiones dependiendo de cómo se llenen las tolvas TT5. Las tablas con los datos de las gráficas se encuentran en el Anexo VII, 92.Tabla Comparativa entre Ferrocarril 24 Tm y Camión 24 Tm Sin Acarreos, Transporte de Cereal. Fuente: Elaboración propia y 93.Tabla Comparativa entre Ferrocarril 48 Tm y Camión 24 Tm Sin Acarreos, Transporte de Cereal. Fuente: Elaboración propia.

6.3 TRANSPORTE CARBÓN, TARRAGONA-ANDORRA

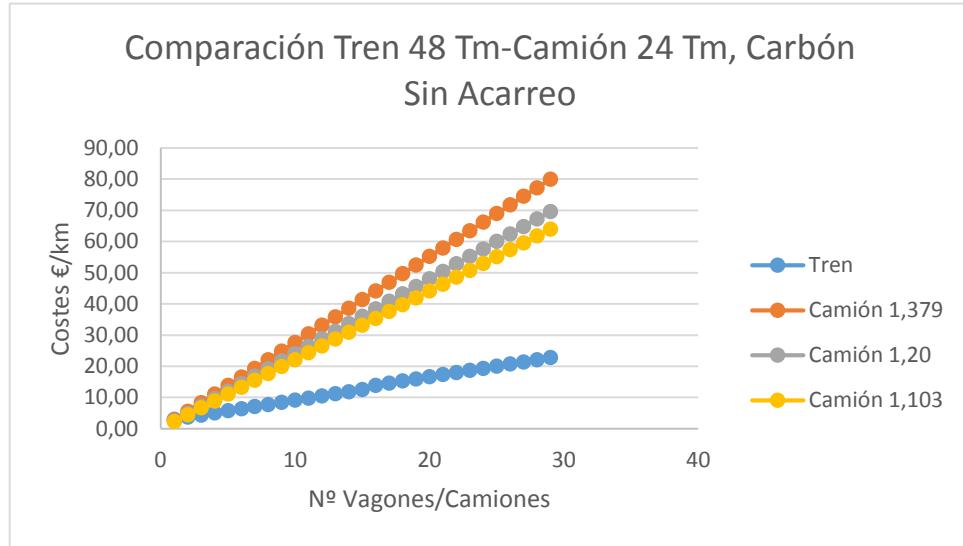
Para este caso se han utilizado las Tolvas TT4, con los costes obtenidos en el apartado 3 de los dos modos de transporte, 2,97 €/km para el ferrocarril y 3 costes para el carretero que son 1, 379 €/km (coste cargado), 1,20 €/km y 1,103€/km (costes sin carga).

Como en el apartado anterior se ha analizado el recorrido para saber la capacidad del tren que puede circular en este trayecto, el tren tiene una longitud máxima de 575 metros lo que permite un total de 28 vagones tolva TT4 y 3 locomotoras, o un máximo de 11 vagones con 1 locomotora o 23 vagones con 2, obtenido con la comprobación de la potencia y cumpliéndose la comprobación de la adherencia. Las comprobaciones se muestran en el Anexo VIII, 94.Comprobaciones Transporte de Carbón. Fuente: Elaboración propia.

Se han realizado también dos análisis con las tolvas transportando 24 Tm y 48 Tm y el camión con su carga máxima de 24 Tm.



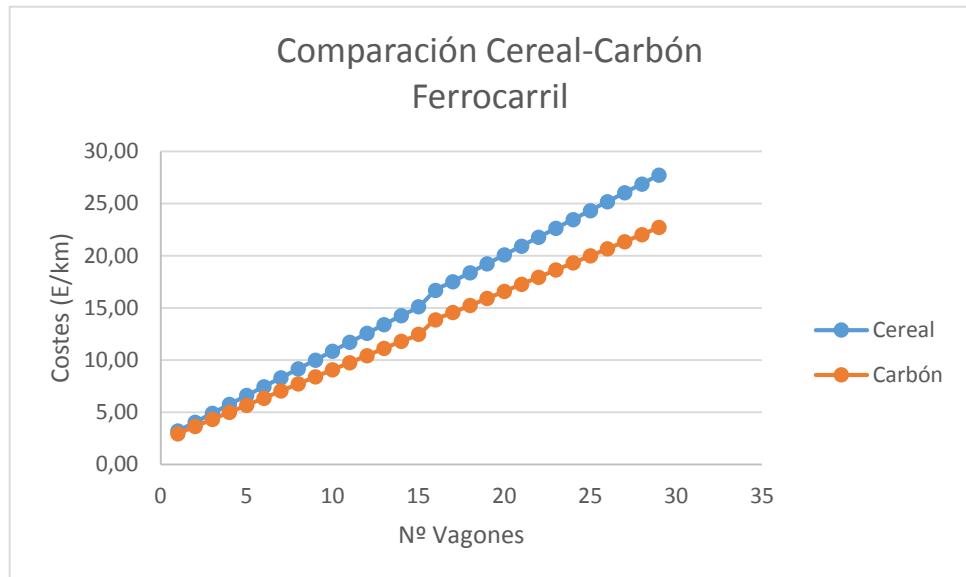
68. Comparativa Transporte de Carbón, Sin Acarreo. Fuente: Elaboración propia



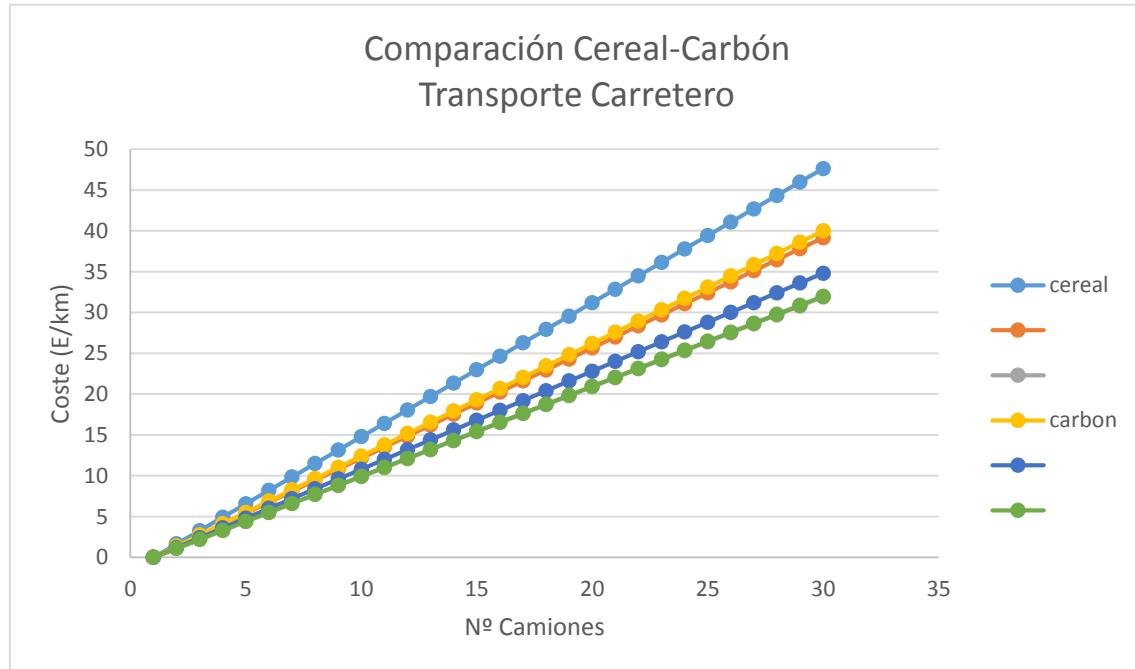
69. Comparativa Transporte de Carbón, Sin Acarreo. Fuente: Elaboración propia

Se observa que el transporte carretero es más rentable cuando se trasladan muy pocas toneladas porque conforme aumenta el número de toneladas y por tanto el número de camiones/vagones el ferrocarril es el más económico. La tabla con los datos que se han obtenido los datos están mostrados en el Anexo VIII, 95.Tabla Comparativa entre Ferrocarril 24 Tm y Camión 24 Tm Sin Acarreos, Transporte de Carbón. Fuente: Elaboración propia y 96.Tabla Comparativa entre Ferrocarril 48 Tm y Camión 24 Tm sin Acarreos, Transporte de Carbón. Fuente: Elaboración propia.

6.4 COMPARACIÓN CEREAL-CARBÓN



70. Comparativa Cereal-Carbón, Ferrocarril. Fuente: Elaboración propia



71. Comparativa Cereal-Carbón, Camión. Fuente: Elaboración propia

El primer gráfico muestra que el transporte de carbón por ferrocarril es más económico, pero hay que tener en cuenta que la vía permite 29 Tolvas de TT4 frente a las 35 tolvas TT5 que transportan cereal, las tolvas transportan las mismas toneladas. Por lo que transportar 35 tolvas de cereal tiene un coste de 32,46 €/km el transporte de carbón tiene la suma de los costes de un tren de 29 y otro de 6 tolvas lo que tiene un precio de $5,74 \text{ €/km} + 22,28 \text{ €/km} = 28,02 \text{ €/km}$, saliendo aun así más económico el transporte de carbón.

En el transporte terrestre pasa lo mismo con el ferrocarril que los costes del cereal son mayores que el del carbón a excepción del caso más competitivo en que los costes del transporte de las dos mercancías es similar.

6.5 CONCLUSIÓN

Después de analizar los dos tipo de mercancía se ha obtenido que los costes del transporte carretero es son más económicos para poca carga de la mercancía mientras que el ferrocarril es más rentable que el camión según aumenta las toneladas a transportar. Y también se ha obtenido que el transporte de carbón es más económico que el del cereal siendo dos mercancías que tienen pesos muy similares, por lo que los costes depende de la tipología de a carga y no de su peso

7. CONCLUSIONES GENERALES

Como norma general se establece que si el transporte de mercancía se puede transportar en un número pequeño de camiones o vagones, el transporte de carretera es más económico que el ferroviario. Teniendo el ferrocarril menos costes conforme aumenta el número de vagones cargados que se transportan, a excepción de transporte de automoción que los costes son mayores debido a que los costes de explotación de esta tipología de mercancía en el ferrocarril son mayores que en el resto. Otro factor influyente en los costes del transporte por ferrocarril es la ausencia de estaciones en todas las zonas por lo que hay que realizar acarreos, lo que conlleva costes asociados a la manipulación de la carga para trasladarla al camión aumentando la competitividad del transporte carretero que no tiene que realizar este tipo de acciones.

Atendiendo a la primera parte del trabajo que consiste en los diferentes costes en caso de que haya transporte intermodal de contenedores o no. El transporte intermodal es más económico cuando hay que transportar un gran número de contenedores a un destino intermedio y unos pocos al destino final, lo que significa que se lleva un tren con los vagones cargados, se descargan y los pocos que van al destino final son transportados con camión. En caso que aparte de descarga haya carga en el destino intermedio el ferrocarril es más rentable si hay que transportar bastantes contenedores porque la manipulación de la carga aumenta los costes de este medio de transporte, haciendo que el camión más competitivo al no tener que manipular la carga al ir directamente al destino aunque no en exceso porque los costes de manipulación de contenedores no son elevados gracias a que están normalizados. Con la conclusión de que la elección de uno u otro modo de transporte depende del número de contenedores a transportar y las cargas y descargas que se hacen en las paradas intermedias.

En el segundo apartado se han analizado diferentes tipologías de carga, cereal contendor y automóviles, y en las tres comparaciones entre el transporte carretero y ferroviario es que el aumento de los costes del ferrocarril según aumenta la carga es menor que el camión. El camión solo presentaba menos costes para poca carga con la excepción del transporte de automoción que ya se ha comentado.

Y en el último caso la comparación de dos cargas con pesos similares como son el carbón y el cereal es que los costes del transporte no depende del peso si no de la tipología de la carga a transportar, como se ha visto que el transporte de carbón tiene menos costes que el cereal pasara ambos modos de transporte. Además los costes que van en función de las toneladas a transportar son los de manipulación de la carga y en este caso al no haber acarreos los costes son más reducidos en el transporte ferroviario haciéndolo más rentable incluso para poca carga (más de 48 Tm, dos camiones).

Como conclusión destacar que la elección de un determinado tipo de transporte únicamente teniendo en cuenta los costes del transporte depende de varios factores. Lo que hace que ni el transporte por carretera ni el ferrocarril son más económicos el uno de otro a nivel global sino que depende de las características y tipología de la carga, su tamaño y el recorrido a realizar, teniendo que analizar todas estas características para la elección de uno u otro modo de transporte o realizar intermodalidad para conseguir el menor coste para el traslado de la carga.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Adif. (2013). *Actualización Declaración de la Red*.
- Ferrocarril. (s.f.). *Wikipedia*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Ferrocarril>
- Ferropedia, Costes del Ferrocarril.* (s.f.). Obtenido de http://www.ferropedia.es/wiki/Costes_del_ferrocarril:_servicios#cite_note-Rallo-26
- Guino, V. R. (2009). *Las oportunidades del Unichanger. Jornadas internacionales sistemas de cambio automático de ancho de vía*.
- INE. (2009). *Contabilidad Nacional de España*. Obtenido de <http://www.ine.es/>
- Larrodé Pellicer, E. (2007). *Ferrocarriles y Tracción Eléctrica*. Zaragoza.
- Observatorio de mercado del transporte. (Marzo-2014). *Observatorio de mercado del transporte de mercancías por carretera*. Ministerio de Interior, Gobierno de España.
- Observatorio del Ferrocarril. (2010). *Observatorio del Ferrocarril en España*.
- Observatorio Industrial del Sector de Fabricantes de Automóviles y Camiones. (Marzo-2010). *Estudio comparativo de costes del transporte de mercancías por ferrocarril en España, Francia y Alemania*.
- RENFE. (s.f.). *Parque Material Rodante y Motor*.
- (2014). *Tasa de la Mercancía del Puerto de Barcelona*.

9. ANEXOS

ANEXO I. TASA MERCANCÍA PUERTO DE BARCELONA

| Elemento de transporte tipo cargado o descargado | Cuota íntegra 1) | Cuota íntegra 2) | Cuota íntegra 3) | Uds. |
|--|------------------|------------------|------------------|------|
| Contenedor <=20' (incluida en su caso una plataforma de transporte de hasta 6,10 metros) | 23,60 | 29,50 | 14,7500 | €/uc |
| Vehículo rígido, con caja o plataforma, de hasta 6,10 m | 23,60 | 29,50 | 14,7500 | €/uc |
| Contenedor>20' (incluida en su caso una plataforma de transporte mayor de 6,10 metros) | 35,40 | 44,25 | 22,1250 | €/uc |
| Semirremolque y remolque | 35,40 | 44,25 | 22,1250 | €/uc |
| Vehículo rígido con caja o plataforma mayor de 6,10 metros | 35,40 | 44,25 | 22,1250 | €/uc |
| Vehículo articulado con caja o plataforma de hasta 16,50 metros de longitud total | 35,40 | 44,25 | 22,1250 | €/uc |
| Vehículo rígido con remolque (tren de carretera) | 59,00 | 73,75 | 36,8750 | €/uc |
| Vehículos que se transportan como mercancía: | | | 1,475 | |
| Vehículo de hasta 2.500 kg. de peso | 1,18 | 5,900 | 0,7375 | €/uc |
| Vehículo de más de 2.500 kg. de peso | 4,72 | | 2,9500 | €/uc |

72. T3- TASA DE LA MERCANCÍA (Título VII – Capítulo II- Sección 4^a – Subsección 3^a del Real Decreto Legislativo 2/2011)

ANEXO II. TABLA PENDIENTE-VELOCIDAD

| Pendiente máxima (%) | Velocidad (km/h) |
|----------------------|------------------|
| 0 | 100 |
| 5 | 90 |
| 10 | 80 |
| 15 | 70 |
| 20 | 60 |
| 25 | 50 |
| 30 | 40 |

73. Tabla Pendiente-Velocidad. Fuente: Elaboración propia

ANEXO III. TABLAS TRANSPORTE INTERMODAL MDR-ZGZ-BCN
COMPROBACIÓN LONGITUD, POTENCIA Y ADHERENCIA

| Comprobación Longitud | | |
|-------------------------------------|-------------|-----------|
| L máxima | 550 | m |
| Nº Vagones | 27 | |
| Nº Locomotoras | 2 | |
| L Total | 539,5 | m |
| Cumple: | VERDADERO | |
| Comprobación Potencia | | |
| 1 | Locomotora | |
| 13 | Vagones | |
| | 5981,65 | Cv |
| | 4396,52 | KW |
| | 4600 | KW |
| Cumple: | VERDADERO | |
| 2 | Locomotoras | |
| 27 | vagones | |
| | 12423,31 | Cv |
| | 9131,1304 | KW |
| | 9.200 | KW |
| Cumple: | VERDADERO | |
| Comprobación Adherencia (KW) | | |
| 425,41 | 766,67 | VERDADERO |

74. *Comprobaciones Transporte Intermodal. Fuente: Elaboración propia*

COMPARACIÓN SIN ACARREOS MDR-BCN

| Comparación (Euros) | | | | |
|----------------------------|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Sin Acarreo | | | | |
| | Tren | Camión, 1.367 | Camión, 1.260 | Camión, 1.162 |
| 1 | 2465 | 938 | 864 | 797 |
| 2 | 2890 | 1876 | 1729 | 1594 |
| 3 | 3316 | 2813 | 2593 | 2391 |
| 4 | 3741 | 3751 | 3457 | 3189 |
| 5 | 4166 | 4689 | 4322 | 3986 |
| 6 | 4591 | 5627 | 5186 | 4783 |
| 7 | 5017 | 6564 | 6051 | 5580 |
| 8 | 5442 | 7502 | 6915 | 6377 |
| 9 | 5867 | 8440 | 7779 | 7174 |
| 10 | 6293 | 9378 | 8644 | 7971 |
| 11 | 6718 | 10315 | 9508 | 8768 |
| 12 | 7143 | 11253 | 10372 | 9566 |
| 13 | 7569 | 12191 | 11237 | 10363 |
| 14 | 8392 | 13129 | 12101 | 11160 |

| | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| 15 | 8817 | 14066 | 12965 | 11957 |
| 16 | 9243 | 15004 | 13830 | 12754 |
| 17 | 9668 | 15942 | 14694 | 13551 |
| 18 | 10093 | 16880 | 15558 | 14348 |
| 19 | 10519 | 17817 | 16423 | 15146 |
| 20 | 10944 | 18755 | 17287 | 15943 |
| 21 | 11369 | 19693 | 18152 | 16740 |
| 22 | 11794 | 20631 | 19016 | 17537 |
| 23 | 12220 | 21569 | 19880 | 18334 |
| 24 | 12645 | 22506 | 20745 | 19131 |
| 25 | 13070 | 23444 | 21609 | 19928 |
| 26 | 13496 | 24382 | 22473 | 20725 |
| 27 | 13921 | 25320 | 23338 | 21523 |

75. Tabla Comparativa entre Ferrocarril y Camión sin Acarreos, Transporte Intermodal. Fuente: Elaboración propia

COMPARACIÓN CON 1 Y 2 ACARREOS DE 25KM MDR-BCN

| Comparación, Con Acarreo | | | | | | |
|--------------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|-------------------|
| Con 1 Acarreo de 25 km | | | | | | |
| | Tren, 1.367 | Camión, 1.367 | Tren, 1.260 | Camión, 1.260 | Tren, 1.162 | Camión , 1.162 |
| 1 | 2520 | 972 | 2517 | 896 | 2515 | 826 |
| 2 | 3001 | 1944 | 2995 | 1792 | 2990 | 1652 |
| 3 | 3481 | 2916 | 3473 | 2688 | 3466 | 2479 |
| 4 | 3962 | 3888 | 3951 | 3583 | 3941 | 3305 |
| 5 | 4442 | 4860 | 4429 | 4479 | 4416 | 4131 |
| 6 | 4923 | 5832 | 4906 | 5375 | 4892 | 4957 |
| 7 | 5403 | 6804 | 5384 | 6271 | 5367 | 5783 |
| 8 | 5884 | 7775 | 5862 | 7167 | 5843 | 6609 |
| 9 | 6364 | 8747 | 6340 | 8063 | 6318 | 7436 |
| 10 | 6845 | 9719 | 6818 | 8959 | 6793 | 8262 |
| 11 | 7325 | 10691 | 7296 | 9854 | 7269 | 9088 |
| 12 | 7806 | 11663 | 7773 | 10750 | 7744 | 9914 |
| 13 | 8286 | 12635 | 8251 | 11646 | 8219 | 10740 |
| 14 | 9164 | 13607 | 9127 | 12542 | 9093 | 11567 |
| 15 | 9645 | 14579 | 9605 | 13438 | 9568 | 12393 |
| 16 | 10125 | 15551 | 10083 | 14334 | 10043 | 13219 |
| 17 | 10606 | 16523 | 10560 | 15230 | 10519 | 14045 |
| 18 | 11086 | 17495 | 11038 | 16125 | 10994 | 14871 |
| 19 | 11567 | 18467 | 11516 | 17021 | 11469 | 15697 |
| 20 | 12047 | 19439 | 11994 | 17917 | 11945 | 16524 |
| 21 | 12528 | 20411 | 12472 | 18813 | 12420 | 17350 |
| 22 | 13008 | 21383 | 12949 | 19709 | 12896 | 18176 |
| 23 | 13489 | 22355 | 13427 | 20605 | 13371 | 19002 |

| | | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 24 | 13969 | 23326 | 13905 | 21501 | 13846 | 19828 |
| 25 | 14450 | 24298 | 14383 | 22397 | 14322 | 20655 |
| 26 | 14930 | 25270 | 14861 | 23292 | 14797 | 21481 |
| 27 | 15411 | 26242 | 15339 | 24188 | 15272 | 22307 |

Comparación, Con 2 Acarreo

2 Acarreos de 25km

| | Tren,1.367 | Camión, 1.367 | Tren, 1.260 | Camión, 1.260 | Tren, 1.162 | Camión , 1.162 |
|-----------|-------------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|
| 1 | 2575 | 1006 | 2570 | 927 | 2565 | 855 |
| 2 | 3111 | 2012 | 3100 | 1855 | 3090 | 1710 |
| 3 | 3647 | 3018 | 3631 | 2782 | 3616 | 2566 |
| 4 | 4182 | 4024 | 4161 | 3709 | 4141 | 3421 |
| 5 | 4718 | 5031 | 4691 | 4637 | 4667 | 4276 |
| 6 | 5254 | 6037 | 5221 | 5564 | 5192 | 5131 |
| 7 | 5789 | 7043 | 5752 | 6492 | 5718 | 5987 |
| 8 | 6325 | 8049 | 6282 | 7419 | 6243 | 6842 |
| 9 | 6861 | 9055 | 6812 | 8346 | 6768 | 7697 |
| 10 | 7396 | 10061 | 7343 | 9274 | 7294 | 8552 |
| 11 | 7932 | 11067 | 7873 | 10201 | 7819 | 9408 |
| 12 | 8468 | 12073 | 8403 | 11128 | 8345 | 10263 |
| 13 | 9003 | 13079 | 8934 | 12056 | 8870 | 11118 |
| 14 | 9937 | 14086 | 9862 | 12983 | 9793 | 11973 |
| 15 | 10472 | 15092 | 10392 | 13910 | 10319 | 12828 |
| 16 | 11008 | 16098 | 10923 | 14838 | 10844 | 13684 |
| 17 | 11544 | 17104 | 11453 | 15765 | 11370 | 14539 |
| 18 | 12080 | 18110 | 11983 | 16692 | 11895 | 15394 |
| 19 | 12615 | 19116 | 12514 | 17620 | 12420 | 16249 |
| 20 | 13151 | 20122 | 13044 | 18547 | 12946 | 17105 |
| 21 | 13687 | 21128 | 13574 | 19475 | 13471 | 17960 |
| 22 | 14222 | 22134 | 14104 | 20402 | 13997 | 18815 |
| 23 | 14758 | 23141 | 14635 | 21329 | 14522 | 19670 |
| 24 | 15294 | 24147 | 15165 | 22257 | 15048 | 20526 |
| 25 | 15829 | 25153 | 15695 | 23184 | 15573 | 21381 |
| 26 | 16365 | 26159 | 16226 | 24111 | 16098 | 22236 |
| 27 | 16901 | 27165 | 16756 | 25039 | 16624 | 23091 |

76. Tabla Comparativa entre Ferrocarril y Camión Acarreos de 25 km, Transporte Intermodal. Fuente: Elaboración propia

ANEXO IV. TABLAS TRANSPORTE DE AUTOMOCIÓN ZGZ-BCN

COMPROBACIÓN LONGITUD, POTENCIA, ADHERENCIA

| Comprobación Longitud | | |
|------------------------------|-------------|-----------|
| L máxima | 550 | m |
| Nº Vagones | 19 | |
| Nº Locomotoras | 1 | |
| L Total | 533 | m |
| Cumple: | VERDADERO | |
| Comprobación Potencia | | |
| 1 | Locomotora | |
| 24 | Vagones | |
| | 6036,85 | Cv |
| | 4437,09 | KW |
| | 4600 | KW |
| Cumple: | VERDADERO | |
| 2 | Locomotoras | |
| 49 | vagones | |
| | 12325,17 | Cv |
| | 9059,0024 | KW |
| | 9.200 | KW |
| Cumple: | VERDADERO | |
| Comprobación Adherencia (KW) | | |
| 425,41 | 766,67 | VERDADERO |

77. Comprobaciones Transporte de Automoción. Fuente: Elaboración propia

COMPARACIÓN SIN ACARREOS

| Comparación (Euros) | | | | | | | |
|---------------------|--------------|------|-----------------|---------------|---------------|--------------|--|
| Nº Vagones | Nº Vehículos | Tren | Tren Amortizado | Camión, 1.354 | Camión, 1.155 | Camión 1.096 | |
| 1 | 4 | 3949 | 3141 | 470 | 401 | 380 | |
| 1 | 8 | 3949 | 3141 | 470 | 401 | 380 | |
| 1 | 12 | 3949 | 3141 | 940 | 802 | 761 | |
| 2 | 16 | 4914 | 3654 | 940 | 802 | 761 | |
| 2 | 20 | 4914 | 3654 | 1410 | 1202 | 1141 | |
| 2 | 24 | 4914 | 3654 | 1410 | 1202 | 1141 | |
| 3 | 28 | 5879 | 4168 | 1879 | 1603 | 1521 | |
| 3 | 32 | 5879 | 4168 | 1879 | 1603 | 1521 | |
| 3 | 36 | 5879 | 4168 | 2349 | 2004 | 1902 | |
| 4 | 40 | 6843 | 4681 | 2349 | 2004 | 1902 | |
| 4 | 44 | 6843 | 4681 | 2819 | 2405 | 2282 | |
| 4 | 48 | 6843 | 4681 | 2819 | 2405 | 2282 | |
| 5 | 52 | 7808 | 5195 | 3289 | 2805 | 2662 | |
| 5 | 56 | 7808 | 5195 | 3289 | 2805 | 2662 | |
| 5 | 60 | 7808 | 5195 | 3759 | 3206 | 3042 | |

| | | | | | | |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 6 | 64 | 8773 | 5709 | 3759 | 3206 | 3042 |
| 6 | 68 | 8773 | 5709 | 4229 | 3607 | 3423 |
| 6 | 72 | 8773 | 5709 | 4229 | 3607 | 3423 |
| 7 | 76 | 9737 | 6222 | 4698 | 4008 | 3803 |
| 7 | 80 | 9737 | 6222 | 4698 | 4008 | 3803 |
| 7 | 84 | 9737 | 6222 | 5168 | 4409 | 4183 |
| 8 | 88 | 10702 | 6736 | 5168 | 4409 | 4183 |
| 8 | 92 | 10702 | 6736 | 5638 | 4809 | 4564 |
| 8 | 96 | 10702 | 6736 | 5638 | 4809 | 4564 |
| 9 | 100 | 11667 | 7249 | 6108 | 5210 | 4944 |
| 9 | 104 | 11667 | 7249 | 6108 | 5210 | 4944 |
| 9 | 108 | 11667 | 7249 | 6578 | 5611 | 5324 |
| 10 | 112 | 12631 | 7763 | 6578 | 5611 | 5324 |
| 10 | 116 | 12631 | 7763 | 7048 | 6012 | 5705 |
| 10 | 120 | 12631 | 7763 | 7048 | 6012 | 5705 |
| 11 | 124 | 13596 | 8276 | 7517 | 6413 | 6085 |
| 11 | 128 | 13596 | 8276 | 7517 | 6413 | 6085 |
| 11 | 132 | 13596 | 8276 | 7987 | 6813 | 6465 |
| 12 | 136 | 14561 | 8790 | 7987 | 6813 | 6465 |
| 12 | 140 | 14561 | 8790 | 8457 | 7214 | 6846 |
| 12 | 144 | 14561 | 8790 | 8457 | 7214 | 6846 |
| 13 | 148 | 15525 | 9304 | 8927 | 7615 | 7226 |
| 13 | 152 | 15525 | 9304 | 8927 | 7615 | 7226 |
| 13 | 156 | 15525 | 9304 | 9397 | 8016 | 7606 |
| 14 | 160 | 16490 | 9817 | 9397 | 8016 | 7606 |
| 14 | 164 | 16490 | 9817 | 9867 | 8416 | 7987 |
| 14 | 168 | 16490 | 9817 | 9867 | 8416 | 7987 |
| 15 | 172 | 17455 | 10331 | 10336 | 8817 | 8367 |
| 15 | 176 | 17455 | 10331 | 10336 | 8817 | 8367 |
| 15 | 180 | 17455 | 10331 | 10806 | 9218 | 8747 |
| 16 | 184 | 18419 | 10844 | 10806 | 9218 | 8747 |
| 16 | 188 | 18419 | 10844 | 11276 | 9619 | 9127 |
| 16 | 192 | 18419 | 10844 | 11276 | 9619 | 9127 |
| 17 | 196 | 19384 | 11358 | 11746 | 10020 | 9508 |
| 17 | 200 | 19384 | 11358 | 11746 | 10020 | 9508 |
| 17 | 204 | 19384 | 11358 | 12216 | 10420 | 9888 |
| 18 | 208 | 20349 | 11871 | 12216 | 10420 | 9888 |
| 18 | 212 | 20349 | 11871 | 12686 | 10821 | 10268 |
| 18 | 216 | 20349 | 11871 | 12686 | 10821 | 10268 |
| 19 | 220 | 21313 | 12385 | 13155 | 11222 | 10649 |
| 19 | 224 | 21313 | 12385 | 13155 | 11222 | 10649 |
| 19 | 228 | 21313 | 12385 | 13625 | 11623 | 11029 |

78. Tabla Comparativa entre Ferrocarril y Camión sin Acarreos, Transporte de Automoción. Fuente: Elaboración propia

COMPARACION ACARREO DE 25 KM

| Comparación, Con Acarreo | | | | | | |
|--------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
| Con 1 Acarreo de 25 km | | | | | | |
| Nº Coches | Tren, 1.354 | Camión, 1.354 | Tren, 1.155 | Camión, 1.155 | Tren, 1.096 | Camión, 1.096 |
| 4 | 4136 | 504 | 4131 | 430 | 4130 | 408 |
| 8 | 4136 | 504 | 4131 | 430 | 4130 | 408 |
| 12 | 4170 | 1007 | 4160 | 859 | 4157 | 815 |
| 16 | 5288 | 1007 | 5278 | 859 | 5275 | 815 |
| 20 | 5322 | 1511 | 5307 | 1289 | 5303 | 1223 |
| 24 | 5322 | 1511 | 5307 | 1289 | 5303 | 1223 |
| 28 | 6474 | 2015 | 6454 | 1719 | 6448 | 1631 |
| 32 | 6474 | 2015 | 6454 | 1719 | 6448 | 1631 |
| 36 | 6508 | 2518 | 6483 | 2148 | 6475 | 2039 |
| 40 | 7625 | 2518 | 7601 | 2148 | 7593 | 2039 |
| 44 | 7659 | 3022 | 7629 | 2578 | 7621 | 2446 |
| 48 | 7659 | 3022 | 7629 | 2578 | 7621 | 2446 |
| 52 | 8811 | 3526 | 8776 | 3008 | 8766 | 2854 |
| 56 | 8811 | 3526 | 8776 | 3008 | 8766 | 2854 |
| 60 | 8845 | 4030 | 8805 | 3437 | 8793 | 3262 |
| 64 | 9963 | 4030 | 9923 | 3437 | 9911 | 3262 |
| 68 | 9997 | 4533 | 9952 | 3867 | 9939 | 3669 |
| 72 | 9997 | 4533 | 9952 | 3867 | 9939 | 3669 |
| 76 | 11148 | 5037 | 11099 | 4297 | 11084 | 4077 |
| 80 | 11148 | 5037 | 11099 | 4297 | 11084 | 4077 |
| 84 | 11182 | 5541 | 11128 | 4726 | 11111 | 4485 |
| 88 | 12300 | 5541 | 12245 | 4726 | 12229 | 4485 |
| 92 | 12334 | 6044 | 12274 | 5156 | 12257 | 4893 |
| 96 | 12334 | 6044 | 12274 | 5156 | 12257 | 4893 |
| 100 | 13486 | 6548 | 13421 | 5586 | 13402 | 5300 |
| 104 | 13486 | 6548 | 13421 | 5586 | 13402 | 5300 |
| 108 | 13520 | 7052 | 13450 | 6015 | 13429 | 5708 |
| 112 | 14637 | 7052 | 14568 | 6015 | 14547 | 5708 |
| 116 | 14671 | 7555 | 14597 | 6445 | 14575 | 6116 |
| 120 | 14671 | 7555 | 14597 | 6445 | 14575 | 6116 |
| 124 | 15823 | 8059 | 15743 | 6875 | 15720 | 6523 |
| 128 | 15823 | 8059 | 15743 | 6875 | 15720 | 6523 |
| 132 | 15857 | 8563 | 15772 | 7304 | 15747 | 6931 |
| 136 | 16975 | 8563 | 16890 | 7304 | 16865 | 6931 |
| 140 | 17009 | 9066 | 16919 | 7734 | 16893 | 7339 |
| 144 | 17009 | 9066 | 16919 | 7734 | 16893 | 7339 |
| 148 | 18160 | 9570 | 18066 | 8164 | 18038 | 7747 |
| 152 | 18160 | 9570 | 18066 | 8164 | 18038 | 7747 |
| 156 | 18194 | 10074 | 18095 | 8593 | 18065 | 8154 |

| | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 160 | 19312 | 10074 | 19213 | 8593 | 19183 | 8154 |
| 164 | 19346 | 10577 | 19241 | 9023 | 19211 | 8562 |
| 168 | 19346 | 10577 | 19241 | 9023 | 19211 | 8562 |
| 172 | 20498 | 11081 | 20388 | 9453 | 20356 | 8970 |
| 176 | 20498 | 11081 | 20388 | 9453 | 20356 | 8970 |
| 180 | 20532 | 11585 | 20417 | 9882 | 20383 | 9377 |
| 184 | 21649 | 11585 | 21535 | 9882 | 21501 | 9377 |
| 188 | 21683 | 12089 | 21564 | 10312 | 21529 | 9785 |
| 192 | 21683 | 12089 | 21564 | 10312 | 21529 | 9785 |
| 196 | 22835 | 12592 | 22711 | 10742 | 22674 | 10193 |
| 200 | 22835 | 12592 | 22711 | 10742 | 22674 | 10193 |
| 204 | 22869 | 13096 | 22740 | 11171 | 22701 | 10601 |
| 208 | 23987 | 13096 | 23857 | 11171 | 23819 | 10601 |
| 212 | 24021 | 13600 | 23886 | 11601 | 23846 | 11008 |
| 216 | 24021 | 13600 | 23886 | 11601 | 23846 | 11008 |
| 220 | 25172 | 14103 | 25033 | 12030 | 24992 | 11416 |
| 224 | 25172 | 14103 | 25033 | 12030 | 24992 | 11416 |
| 228 | 25206 | 14607 | 25062 | 12460 | 25019 | 11824 |

79. Tabla Comparativa entre Ferrocarril y Camión Acarreos de 25 km, Transporte de Automoción. Fuente:
Elaboración propia

COMPARACIÓN ACARREO DE 50KM

| Comparación, Con Acarreo | | | | | | |
|--------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
| Con 1 Acarreo de 50 km | | | | | | |
| Nº Coches | Tren, 1.354 | Camión, 1.354 | Tren, 1.155 | Camión, 1.155 | Tren, 1.096 | Camión, 1.096 |
| 4 | 4170 | 538 | 4160 | 459 | 4157 | 435 |
| 8 | 4170 | 538 | 4160 | 459 | 4157 | 435 |
| 12 | 4238 | 1075 | 4218 | 917 | 4212 | 870 |
| 16 | 5356 | 1075 | 5336 | 917 | 5330 | 870 |
| 20 | 5424 | 1613 | 5394 | 1376 | 5385 | 1305 |
| 24 | 5424 | 1613 | 5394 | 1376 | 5385 | 1305 |
| 28 | 6609 | 2150 | 6569 | 1834 | 6558 | 1740 |
| 32 | 6609 | 2150 | 6569 | 1834 | 6558 | 1740 |
| 36 | 6677 | 2688 | 6627 | 2293 | 6612 | 2176 |
| 40 | 7795 | 2688 | 7745 | 2293 | 7730 | 2176 |
| 44 | 7862 | 3225 | 7803 | 2751 | 7785 | 2611 |
| 48 | 7862 | 3225 | 7803 | 2751 | 7785 | 2611 |
| 52 | 9048 | 3763 | 8978 | 3210 | 8958 | 3046 |
| 56 | 9048 | 3763 | 8978 | 3210 | 8958 | 3046 |
| 60 | 9116 | 4300 | 9036 | 3668 | 9013 | 3481 |
| 64 | 10234 | 4300 | 10154 | 3668 | 10130 | 3481 |
| 68 | 10301 | 4838 | 10212 | 4127 | 10185 | 3916 |
| 72 | 10301 | 4838 | 10212 | 4127 | 10185 | 3916 |
| 76 | 11487 | 5375 | 11387 | 4585 | 11358 | 4351 |

| | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 80 | 11487 | 5375 | 11387 | 4585 | 11358 | 4351 |
| 84 | 11555 | 5913 | 11445 | 5044 | 11413 | 4786 |
| 88 | 12672 | 5913 | 12563 | 5044 | 12531 | 4786 |
| 92 | 12740 | 6450 | 12621 | 5502 | 12585 | 5221 |
| 96 | 12740 | 6450 | 12621 | 5502 | 12585 | 5221 |
| 100 | 13926 | 6988 | 13796 | 5961 | 13758 | 5656 |
| 104 | 13926 | 6988 | 13796 | 5961 | 13758 | 5656 |
| 108 | 13993 | 7526 | 13854 | 6419 | 13813 | 6092 |
| 112 | 15111 | 7526 | 14972 | 6419 | 14931 | 6092 |
| 116 | 15179 | 8063 | 15030 | 6878 | 14986 | 6527 |
| 120 | 15179 | 8063 | 15030 | 6878 | 14986 | 6527 |
| 124 | 16365 | 8601 | 16205 | 7337 | 16158 | 6962 |
| 128 | 16365 | 8601 | 16205 | 7337 | 16158 | 6962 |
| 132 | 16432 | 9138 | 16263 | 7795 | 16213 | 7397 |
| 136 | 17550 | 9138 | 17381 | 7795 | 17331 | 7397 |
| 140 | 17618 | 9676 | 17439 | 8254 | 17386 | 7832 |
| 144 | 17618 | 9676 | 17439 | 8254 | 17386 | 7832 |
| 148 | 18804 | 10213 | 18614 | 8712 | 18558 | 8267 |
| 152 | 18804 | 10213 | 18614 | 8712 | 18558 | 8267 |
| 156 | 18871 | 10751 | 18672 | 9171 | 18613 | 8702 |
| 160 | 19989 | 10751 | 19790 | 9171 | 19731 | 8702 |
| 164 | 20057 | 11288 | 19848 | 9629 | 19786 | 9137 |
| 168 | 20057 | 11288 | 19848 | 9629 | 19786 | 9137 |
| 172 | 21242 | 11826 | 21024 | 10088 | 20959 | 9572 |
| 176 | 21242 | 11826 | 21024 | 10088 | 20959 | 9572 |
| 180 | 21310 | 12363 | 21081 | 10546 | 21013 | 10008 |
| 184 | 22428 | 12363 | 22199 | 10546 | 22131 | 10008 |
| 188 | 22496 | 12901 | 22257 | 11005 | 22186 | 10443 |
| 192 | 22496 | 12901 | 22257 | 11005 | 22186 | 10443 |
| 196 | 23681 | 13438 | 23433 | 11463 | 23359 | 10878 |
| 200 | 23681 | 13438 | 23433 | 11463 | 23359 | 10878 |
| 204 | 23749 | 13976 | 23490 | 11922 | 23414 | 11313 |
| 208 | 24867 | 13976 | 24608 | 11922 | 24531 | 11313 |
| 212 | 24935 | 14514 | 24666 | 12380 | 24586 | 11748 |
| 216 | 24935 | 14514 | 24666 | 12380 | 24586 | 11748 |
| 220 | 26120 | 15051 | 25842 | 12839 | 25759 | 12183 |
| 224 | 26120 | 15051 | 25842 | 12839 | 25759 | 12183 |
| 228 | 26188 | 15589 | 25899 | 13298 | 25814 | 12618 |

80. Tabla Comparativa entre Ferrocarril y Camión Acarreo de 50 km, Transporte de Automoción. Fuente:
Elaboración propia

ANEXO V. TABLAS TRANSPORTE DE CEREAL ZGZ-BCN

COMPROBACIÓN LONGITUD, POTENCIA, ADHERENCIA

| Comprobación Longitud | | |
|------------------------------|-------------|-----------|
| L máxima | 550 | m |
| Nº Vagones | 33 | |
| Nº Locomotoras | 3 | |
| L Total | 527,28 | m |
| Cumple: | VERDADERO | |
| Comprobación Potencia | | |
| 1 | Locomotora | |
| 15 | Vagones | |
| | 6134,99 | Cv |
| | 4509,22 | KW |
| | 4600 | KW |
| Cumple: | VERDADERO | |
| 2 | Locomotoras | |
| 30 | vagones | |
| | 12269,97 | Cv |
| | 9018,4304 | KW |
| | 9.200 | KW |
| Cumple: | VERDADERO | |
| 3 | Locomotoras | |
| 45 | vagones | |
| | 18404,96 | Cv |
| | 13527,6456 | KW |
| | 13.800 | KW |
| Cumple: | VERDADERO | |
| Comprobación Adherencia (KW) | | |
| 425,41 | 766,67 | VERDADERO |

81. Comprobaciones Transporte de Cereal. Fuente: Elaboración propia

COMPARACIÓN SIN ACARREOS, 24 TM CAMIÓN Y VAGÓN

| Comparación (Euros) | | | | |
|---------------------|-------|---------------|---------------|---------------|
| Sin Acarreo | | | | |
| | Tren | Camión, 1.642 | Camión, 1.350 | Camión, 1.100 |
| 1 | 1264 | 570 | 468 | 382 |
| 2 | 1558 | 1140 | 937 | 763 |
| 3 | 1853 | 1709 | 1405 | 1145 |
| 4 | 2148 | 2279 | 1874 | 1527 |
| 5 | 2443 | 2849 | 2342 | 1909 |
| 6 | 2738 | 3419 | 2811 | 2290 |
| 7 | 3033 | 3988 | 3279 | 2672 |
| 8 | 3328 | 4558 | 3748 | 3054 |
| 9 | 3623 | 5128 | 4216 | 3435 |
| 10 | 3918 | 5698 | 4685 | 3817 |
| 11 | 4213 | 6268 | 5153 | 4199 |
| 12 | 4508 | 6837 | 5621 | 4580 |
| 13 | 4803 | 7407 | 6090 | 4962 |
| 14 | 5098 | 7977 | 6558 | 5344 |
| 15 | 5393 | 8547 | 7027 | 5726 |
| 16 | 5934 | 9116 | 7495 | 6107 |
| 17 | 6229 | 9686 | 7964 | 6489 |
| 18 | 6524 | 10256 | 8432 | 6871 |
| 19 | 6819 | 10826 | 8901 | 7252 |
| 20 | 7114 | 11395 | 9369 | 7634 |
| 21 | 7409 | 11965 | 9837 | 8016 |
| 22 | 7704 | 12535 | 10306 | 8397 |
| 23 | 7999 | 13105 | 10774 | 8779 |
| 24 | 8294 | 13675 | 11243 | 9161 |
| 25 | 8589 | 14244 | 11711 | 9543 |
| 26 | 8884 | 14814 | 12180 | 9924 |
| 27 | 9179 | 15384 | 12648 | 10306 |
| 28 | 9474 | 15954 | 13117 | 10688 |
| 29 | 9769 | 16523 | 13585 | 11069 |
| 30 | 10063 | 17093 | 14054 | 11451 |
| 31 | 10605 | 17663 | 14522 | 11833 |
| 32 | 10900 | 18233 | 14990 | 12214 |
| 33 | 11195 | 18803 | 15459 | 12596 |

82. Tabla Comparativa entre Ferrocarril 24 Tm y Camión 24 Tm Sin Acarreos, Transporte de Cereal. Fuente: Elaboración propia

COMPARACIÓN SIN ACARREOS, CAMIÓN 24 TM y VAGÓN 48 TM

| Comparación (Euros) | | | | | | |
|---------------------|-------------|------------|------|---------------|---------------|---------------|
| Sin Acarreo | | | | | | |
| Toneladas | Nº Camiones | Nº Vagones | Tren | Camión, 1.642 | Camión, 1.350 | Camión, 1.100 |
| 24 | 1 | 1 | 1264 | 570 | 468 | 382 |
| 48 | 2 | 1 | 1264 | 1140 | 937 | 763 |
| 72 | 3 | 2 | 1558 | 1709 | 1405 | 1145 |
| 96 | 4 | 2 | 1558 | 2279 | 1874 | 1527 |
| 120 | 5 | 3 | 1853 | 2849 | 2342 | 1909 |
| 144 | 6 | 3 | 1853 | 3419 | 2811 | 2290 |
| 168 | 7 | 4 | 2148 | 3988 | 3279 | 2672 |
| 192 | 8 | 4 | 2148 | 4558 | 3748 | 3054 |
| 216 | 9 | 5 | 2443 | 5128 | 4216 | 3435 |
| 240 | 10 | 5 | 2443 | 5698 | 4685 | 3817 |
| 264 | 11 | 6 | 2738 | 6268 | 5153 | 4199 |
| 288 | 12 | 6 | 2738 | 6837 | 5621 | 4580 |
| 312 | 13 | 7 | 3033 | 7407 | 6090 | 4962 |
| 336 | 14 | 7 | 3033 | 7977 | 6558 | 5344 |
| 360 | 15 | 8 | 3328 | 8547 | 7027 | 5726 |
| 384 | 16 | 8 | 3328 | 9116 | 7495 | 6107 |
| 408 | 17 | 9 | 3623 | 9686 | 7964 | 6489 |
| 432 | 18 | 9 | 3623 | 10256 | 8432 | 6871 |
| 456 | 19 | 10 | 3918 | 10826 | 8901 | 7252 |
| 480 | 20 | 10 | 3918 | 11395 | 9369 | 7634 |
| 504 | 21 | 11 | 4213 | 11965 | 9837 | 8016 |
| 528 | 22 | 11 | 4213 | 12535 | 10306 | 8397 |
| 552 | 23 | 12 | 4508 | 13105 | 10774 | 8779 |
| 576 | 24 | 12 | 4508 | 13675 | 11243 | 9161 |
| 600 | 25 | 13 | 4803 | 14244 | 11711 | 9543 |
| 624 | 26 | 13 | 4803 | 14814 | 12180 | 9924 |
| 648 | 27 | 14 | 5098 | 15384 | 12648 | 10306 |
| 672 | 28 | 14 | 5098 | 15954 | 13117 | 10688 |
| 696 | 29 | 15 | 5393 | 16523 | 13585 | 11069 |
| 720 | 30 | 15 | 5393 | 17093 | 14054 | 11451 |
| 744 | 31 | 16 | 5934 | 17663 | 14522 | 11833 |
| 768 | 32 | 16 | 5934 | 18233 | 14990 | 12214 |
| 792 | 33 | 17 | 6229 | 18803 | 15459 | 12596 |
| 816 | 34 | 17 | 6229 | 19372 | 15927 | 12978 |
| 840 | 35 | 18 | 6524 | 19942 | 16396 | 13360 |
| 864 | 36 | 18 | 6524 | 20512 | 16864 | 13741 |
| 888 | 37 | 19 | 6819 | 21082 | 17333 | 14123 |

| | | | | | | |
|-------------|----|-----------|-------|-------|-------|-------|
| 912 | 38 | 19 | 6819 | 21651 | 17801 | 14505 |
| 936 | 39 | 20 | 7114 | 22221 | 18270 | 14886 |
| 960 | 40 | 20 | 7114 | 22791 | 18738 | 15268 |
| 984 | 41 | 21 | 7409 | 23361 | 19206 | 15650 |
| 1008 | 42 | 21 | 7409 | 23931 | 19675 | 16031 |
| 1032 | 43 | 22 | 7704 | 24500 | 20143 | 16413 |
| 1056 | 44 | 22 | 7704 | 25070 | 20612 | 16795 |
| 1080 | 45 | 23 | 7999 | 25640 | 21080 | 17177 |
| 1104 | 46 | 23 | 7999 | 26210 | 21549 | 17558 |
| 1128 | 47 | 24 | 8294 | 26779 | 22017 | 17940 |
| 1152 | 48 | 24 | 8294 | 27349 | 22486 | 18322 |
| 1176 | 49 | 25 | 8589 | 27919 | 22954 | 18703 |
| 1200 | 50 | 25 | 8589 | 28489 | 23423 | 19085 |
| 1224 | 51 | 26 | 8884 | 29058 | 23891 | 19467 |
| 1248 | 52 | 26 | 8884 | 29628 | 24359 | 19848 |
| 1272 | 53 | 27 | 9179 | 30198 | 24828 | 20230 |
| 1296 | 54 | 27 | 9179 | 30768 | 25296 | 20612 |
| 1320 | 55 | 28 | 9474 | 31338 | 25765 | 20994 |
| 1344 | 56 | 28 | 9474 | 31907 | 26233 | 21375 |
| 1368 | 57 | 29 | 9769 | 32477 | 26702 | 21757 |
| 1392 | 58 | 29 | 9769 | 33047 | 27170 | 22139 |
| 1416 | 59 | 30 | 10063 | 33617 | 27639 | 22520 |
| 1440 | 60 | 30 | 10063 | 34186 | 28107 | 22902 |
| 1464 | 61 | 31 | 10605 | 34756 | 28575 | 23284 |
| 1488 | 62 | 31 | 10605 | 35326 | 29044 | 23665 |
| 1512 | 63 | 32 | 10900 | 35896 | 29512 | 24047 |
| 1536 | 64 | 32 | 10900 | 36466 | 29981 | 24429 |
| 1560 | 65 | 33 | 11195 | 37035 | 30449 | 24811 |
| 1584 | 66 | 33 | 11195 | 37605 | 30918 | 25192 |

83. Tabla Comparativa entre Ferrocarril 48 Tm y Camión 24 Tm Sin Acarreos, Transporte de Cereal. Fuente: Elaboración propia

COMPARACIÓN ACARREO DE 25KM, 24 TM VAGÓN Y CAMIÓN

| Comparación, Con Acarreo | | | | | | |
|--------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|----------------|
| Con 1 Acarreo de 25 km | | | | | | |
| | Tren, 1.642 | Camión, 1.642 | Tren, 1.350 | Camión, 1.350 | Tren, 1.100 | Camión , 1.100 |
| 1 | 1357 | 611 | 1350 | 502 | 1344 | 409 |
| 2 | 1746 | 1222 | 1731 | 1004 | 1719 | 818 |
| 3 | 2134 | 1832 | 2112 | 1507 | 2094 | 1228 |
| 4 | 2523 | 2443 | 2494 | 2009 | 2469 | 1637 |
| 5 | 2911 | 3054 | 2875 | 2511 | 2844 | 2046 |
| 6 | 3300 | 3665 | 3256 | 3013 | 3219 | 2455 |
| 7 | 3689 | 4276 | 3637 | 3515 | 3594 | 2864 |
| 8 | 4077 | 4887 | 4019 | 4018 | 3969 | 3274 |
| 9 | 4466 | 5497 | 4400 | 4520 | 4344 | 3683 |
| 10 | 4854 | 6108 | 4781 | 5022 | 4719 | 4092 |
| 11 | 5243 | 6719 | 5162 | 5524 | 5094 | 4501 |
| 12 | 5631 | 7330 | 5544 | 6026 | 5469 | 4910 |
| 13 | 6020 | 7941 | 5925 | 6529 | 5844 | 5320 |
| 14 | 6408 | 8552 | 6306 | 7031 | 6219 | 5729 |
| 15 | 6797 | 9162 | 6687 | 7533 | 6594 | 6138 |
| 16 | 7432 | 9773 | 7315 | 8035 | 7215 | 6547 |
| 17 | 7820 | 10384 | 7696 | 8537 | 7590 | 6956 |
| 18 | 8209 | 10995 | 8078 | 9040 | 7965 | 7366 |
| 19 | 8598 | 11606 | 8459 | 9542 | 8340 | 7775 |
| 20 | 8986 | 12216 | 8840 | 10044 | 8715 | 8184 |
| 21 | 9375 | 12827 | 9221 | 10546 | 9090 | 8593 |
| 22 | 9763 | 13438 | 9603 | 11048 | 9465 | 9002 |
| 23 | 10152 | 14049 | 9984 | 11551 | 9840 | 9412 |
| 24 | 10540 | 14660 | 10365 | 12053 | 10215 | 9821 |
| 25 | 10929 | 15271 | 10746 | 12555 | 10590 | 10230 |
| 26 | 11318 | 15881 | 11128 | 13057 | 10965 | 10639 |
| 27 | 11706 | 16492 | 11509 | 13559 | 11340 | 11048 |
| 28 | 12095 | 17103 | 11890 | 14062 | 11715 | 11458 |
| 29 | 12483 | 17714 | 12272 | 14564 | 12090 | 11867 |
| 30 | 12872 | 18325 | 12653 | 15066 | 12465 | 12276 |
| 31 | 13507 | 18936 | 13280 | 15568 | 13087 | 12685 |
| 32 | 13895 | 19546 | 13662 | 16070 | 13462 | 13094 |
| 33 | 14284 | 20157 | 14043 | 16573 | 13837 | 13504 |

84. Tabla Comparativa entre Ferrocarril 24 Tm y Camión 24 Tm Acarreos de 25 km, Transporte de Cereal. Fuente:
Elaboración propia

COMPARACIÓN ACARREO DE 25 KM, CAMIÓN DE 24 TM Y VAGÓN DE 48 TM

| Comparación, Con Acarreo | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|----------------|--|
| Con 1 Acarreo de 25 km | | | | | | | | |
| Nº Camiones | Toneladas | Tren, 1.642 | Camión, 1.642 | Tren, 1.350 | Camión, 1.350 | Tren, 1.100 | Camión , 1.100 | |
| 1 | 24 | 1451 | 652 | 1436 | 536 | 1424 | 437 | |
| 2 | 48 | 1533 | 1304 | 1504 | 1072 | 1479 | 873 | |
| 3 | 72 | 2015 | 1956 | 1971 | 1608 | 1934 | 1310 | |
| 4 | 96 | 2097 | 2607 | 2039 | 2144 | 1989 | 1747 | |
| 5 | 120 | 2579 | 3259 | 2506 | 2680 | 2444 | 2184 | |
| 6 | 144 | 2661 | 3911 | 2574 | 3216 | 2499 | 2620 | |
| 7 | 168 | 3144 | 4563 | 3041 | 3752 | 2954 | 3057 | |
| 8 | 192 | 3226 | 5215 | 3109 | 4288 | 3009 | 3494 | |
| 9 | 216 | 3708 | 5867 | 3576 | 4824 | 3464 | 3930 | |
| 10 | 240 | 3790 | 6519 | 3644 | 5360 | 3519 | 4367 | |
| 11 | 264 | 4272 | 7171 | 4112 | 5895 | 3974 | 4804 | |
| 12 | 288 | 4354 | 7822 | 4179 | 6431 | 4029 | 5240 | |
| 13 | 312 | 4836 | 8474 | 4647 | 6967 | 4484 | 5677 | |
| 14 | 336 | 4918 | 9126 | 4714 | 7503 | 4539 | 6114 | |
| 15 | 360 | 5401 | 9778 | 5182 | 8039 | 4994 | 6551 | |
| 16 | 384 | 5483 | 10430 | 5249 | 8575 | 5049 | 6987 | |
| 17 | 408 | 5965 | 11082 | 5717 | 9111 | 5504 | 7424 | |
| 18 | 432 | 6047 | 11734 | 5784 | 9647 | 5559 | 7861 | |
| 19 | 456 | 6529 | 12386 | 6252 | 10183 | 6014 | 8297 | |
| 20 | 480 | 6611 | 13037 | 6319 | 10719 | 6069 | 8734 | |
| 21 | 504 | 7093 | 13689 | 6787 | 11255 | 6524 | 9171 | |
| 22 | 528 | 7176 | 14341 | 6854 | 11791 | 6579 | 9607 | |
| 23 | 552 | 7658 | 14993 | 7322 | 12327 | 7034 | 10044 | |
| 24 | 576 | 7740 | 15645 | 7389 | 12863 | 7089 | 10481 | |
| 25 | 600 | 8222 | 16297 | 7857 | 13399 | 7545 | 10918 | |
| 26 | 624 | 8304 | 16949 | 7925 | 13935 | 7600 | 11354 | |
| 27 | 648 | 8786 | 17601 | 8392 | 14471 | 8055 | 11791 | |
| 28 | 672 | 8868 | 18252 | 8460 | 15007 | 8110 | 12228 | |
| 29 | 696 | 9351 | 18904 | 8927 | 15543 | 8565 | 12664 | |
| 30 | 720 | 9433 | 19556 | 8995 | 16079 | 8620 | 13101 | |
| 31 | 744 | 10161 | 20208 | 9709 | 16614 | 9321 | 13538 | |
| 32 | 768 | 10243 | 20860 | 9776 | 17150 | 9376 | 13974 | |
| 33 | 792 | 10725 | 21512 | 10244 | 17686 | 9831 | 14411 | |

85. Tabla Comparativa entre Ferrocarril 48 Tm y Camión 24 Tm Acarreos de 25 km, Transporte de Cereal. Fuente:
Elaboración propia

ACARREO DE 50KM, 24 TM CAMIÓN Y VAGON

| Comparación, Con Acarreo | | | | | | |
|--------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|----------------|
| Con 1 Acarreo de 50 km | | | | | | |
| | Tren, 1.642 | Camión, 1.642 | Tren, 1.350 | Camión, 1.350 | Tren, 1.100 | Camión , 1.100 |
| 1 | 1398 | 652 | 1384 | 536 | 1371 | 437 |
| 2 | 1828 | 1304 | 1799 | 1072 | 1774 | 873 |
| 3 | 2257 | 1956 | 2214 | 1608 | 2176 | 1310 |
| 4 | 2687 | 2607 | 2629 | 2144 | 2579 | 1747 |
| 5 | 3117 | 3259 | 3044 | 2680 | 2981 | 2184 |
| 6 | 3546 | 3911 | 3459 | 3216 | 3384 | 2620 |
| 7 | 3976 | 4563 | 3874 | 3752 | 3786 | 3057 |
| 8 | 4405 | 5215 | 4289 | 4288 | 4189 | 3494 |
| 9 | 4835 | 5867 | 4704 | 4824 | 4591 | 3930 |
| 10 | 5265 | 6519 | 5119 | 5360 | 4994 | 4367 |
| 11 | 5694 | 7171 | 5534 | 5895 | 5396 | 4804 |
| 12 | 6124 | 7822 | 5949 | 6431 | 5799 | 5240 |
| 13 | 6554 | 8474 | 6364 | 6967 | 6201 | 5677 |
| 14 | 6983 | 9126 | 6779 | 7503 | 6604 | 6114 |
| 15 | 7413 | 9778 | 7194 | 8039 | 7006 | 6551 |
| 16 | 8089 | 10430 | 7855 | 8575 | 7655 | 6987 |
| 17 | 8518 | 11082 | 8270 | 9111 | 8058 | 7424 |
| 18 | 8948 | 11734 | 8685 | 9647 | 8460 | 7861 |
| 19 | 9378 | 12386 | 9100 | 10183 | 8863 | 8297 |
| 20 | 9807 | 13037 | 9515 | 10719 | 9265 | 8734 |
| 21 | 10237 | 13689 | 9930 | 11255 | 9668 | 9171 |
| 22 | 10666 | 14341 | 10345 | 11791 | 10070 | 9607 |
| 23 | 11096 | 14993 | 10760 | 12327 | 10473 | 10044 |
| 24 | 11526 | 15645 | 11175 | 12863 | 10875 | 10481 |
| 25 | 11955 | 16297 | 11590 | 13399 | 11278 | 10918 |
| 26 | 12385 | 16949 | 12005 | 13935 | 11680 | 11354 |
| 27 | 12814 | 17601 | 12420 | 14471 | 12083 | 11791 |
| 28 | 13244 | 18252 | 12835 | 15007 | 12485 | 12228 |
| 29 | 13674 | 18904 | 13250 | 15543 | 12888 | 12664 |
| 30 | 14103 | 19556 | 13665 | 16079 | 13290 | 13101 |
| 31 | 14779 | 20208 | 14327 | 16614 | 13939 | 13538 |
| 32 | 15209 | 20860 | 14742 | 17150 | 14342 | 13974 |
| 33 | 15638 | 21512 | 15157 | 17686 | 14744 | 14411 |

86. Tabla Comparativa entre Ferrocarril 24 Tm y Camión 24 Tm Acarreos de 50 km, Transporte de Cereal. Fuente:
Elaboración propia

ANEXO VI. TABLAS TRANSPORTE DE CONTENEDORES ZGZ-BCN

COMPROBACIÓN LONGITUD, POTENCIA, ADHERENCIA

| Comprobación Longitud | | |
|------------------------------|-------------|-----------|
| L máxima | 550 | m |
| Nº Vagones | 27 | |
| Nº Locomotoras | 2 | |
| L Total | 539,5 | m |
| Cumple | VERDADERO | |
| Comprobación Potencia | | |
| 1 | Locomotora | |
| 13 | Vagones | |
| | 5981,65 | Cv |
| | 4396,52 | KW |
| | 4600 | KW |
| Cumple: | VERDADERO | |
| 2 | Locomotoras | |
| 27 | vagones | |
| | 12423,31 | Cv |
| | 9131,1304 | KW |
| | 9.200 | KW |
| Cumple: | VERDADERO | |
| Comprobación Adherencia (KW) | | |
| 425,41 | 766,67 | VERDADERO |

87. Comprobaciones Transporte de Contenedores. Fuente: Elaboración propia

COMPARACIÓN SIN ACARREOS

| Comparación (Euros) | | | | |
|---------------------|------|---------------|---------------|---------------|
| Sin Acarreo | | | | |
| | Tren | Camión, 1.367 | Camión, 1.260 | Camión, 1.162 |
| 1 | 1319 | 474 | 437 | 403 |
| 2 | 1534 | 949 | 874 | 806 |
| 3 | 1749 | 1423 | 1312 | 1210 |
| 4 | 1964 | 1897 | 1749 | 1613 |
| 5 | 2180 | 2372 | 2186 | 2016 |
| 6 | 2395 | 2846 | 2623 | 2419 |
| 7 | 2610 | 3320 | 3061 | 2822 |
| 8 | 2825 | 3795 | 3498 | 3226 |
| 9 | 3040 | 4269 | 3935 | 3629 |
| 10 | 3255 | 4743 | 4372 | 4032 |
| 11 | 3470 | 5218 | 4809 | 4435 |
| 12 | 3686 | 5692 | 5247 | 4839 |
| 13 | 3901 | 6167 | 5684 | 5242 |
| 14 | 4317 | 6641 | 6121 | 5645 |
| 15 | 4532 | 7115 | 6558 | 6048 |
| 16 | 4747 | 7590 | 6996 | 6451 |
| 17 | 4963 | 8064 | 7433 | 6855 |
| 18 | 5178 | 8538 | 7870 | 7258 |
| 19 | 5393 | 9013 | 8307 | 7661 |
| 20 | 5608 | 9487 | 8744 | 8064 |
| 21 | 5823 | 9961 | 9182 | 8467 |
| 22 | 6038 | 10436 | 9619 | 8871 |
| 23 | 6253 | 10910 | 10056 | 9274 |
| 24 | 6469 | 11384 | 10493 | 9677 |
| 25 | 6684 | 11859 | 10931 | 10080 |
| 26 | 6899 | 12333 | 11368 | 10484 |
| 27 | 7114 | 12807 | 11805 | 10887 |

88. Tabla Comparativa entre Ferrocarril y Camión Sin Acarreos, Transporte de Contenedores. Fuente: Elaboración propia

COMPARACIÓN ACARREO DE 25KM

| Comparación, Con Acarreo | | | | | | |
|--------------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
| Con 1 Acarreo de 25 km | | | | | | |
| | Tren, 1.367 | Camión, 1.367 | Tren, 1.260 | Camión, 1.260 | Tren, 1.162 | Camión , 1.162 |
| 1 | 1374 | 509 | 1372 | 469 | 1369 | 432 |
| 2 | 1645 | 1017 | 1639 | 937 | 1634 | 865 |
| 3 | 1915 | 1526 | 1907 | 1406 | 1899 | 1297 |
| 4 | 2185 | 2034 | 2174 | 1875 | 2165 | 1729 |
| 5 | 2455 | 2543 | 2442 | 2344 | 2430 | 2161 |
| 6 | 2726 | 3051 | 2710 | 2812 | 2695 | 2594 |
| 7 | 2996 | 3560 | 2977 | 3281 | 2960 | 3026 |
| 8 | 3266 | 4068 | 3245 | 3750 | 3225 | 3458 |
| 9 | 3537 | 4577 | 3513 | 4218 | 3491 | 3890 |
| 10 | 3807 | 5085 | 3780 | 4687 | 3756 | 4323 |
| 11 | 4077 | 5594 | 4048 | 5156 | 4021 | 4755 |
| 12 | 4348 | 6102 | 4316 | 5625 | 4286 | 5187 |
| 13 | 4618 | 6611 | 4583 | 6093 | 4551 | 5619 |
| 14 | 5090 | 7119 | 5052 | 6562 | 5018 | 6052 |
| 15 | 5360 | 7628 | 5320 | 7031 | 5283 | 6484 |
| 16 | 5630 | 8136 | 5587 | 7500 | 5548 | 6916 |
| 17 | 5901 | 8645 | 5855 | 7968 | 5813 | 7348 |
| 18 | 6171 | 9153 | 6123 | 8437 | 6079 | 7781 |
| 19 | 6441 | 9662 | 6390 | 8906 | 6344 | 8213 |
| 20 | 6711 | 10170 | 6658 | 9374 | 6609 | 8645 |
| 21 | 6982 | 10679 | 6926 | 9843 | 6874 | 9078 |
| 22 | 7252 | 11188 | 7193 | 10312 | 7139 | 9510 |
| 23 | 7522 | 11696 | 7461 | 10781 | 7405 | 9942 |
| 24 | 7793 | 12205 | 7729 | 11249 | 7670 | 10374 |
| 25 | 8063 | 12713 | 7996 | 11718 | 7935 | 10807 |
| 26 | 8333 | 13221 | 8263 | 12186 | 8200 | 11238 |
| 27 | 8603 | 13730 | 8531 | 12655 | 8465 | 11671 |

89. Tabla Comparativa entre Ferrocarril y Camión Acarreos de 25 km, Transporte de Contenedores. Fuente:
Elaboración propia

COMPARACIÓN ACARREO DE 50KM

| Comparación, Con Acarreo | | | | | | |
|--------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|----------------|
| Con 1 Acarreo de 50 km | | | | | | |
| | Tren, 1.367 | Camión, 1.367 | Tren, 1.260 | Camión, 1.260 | Tren, 1.162 | Camión , 1.162 |
| 1 | 1408 | 543 | 1403 | 500 | 1398 | 461 |
| 2 | 1713 | 1085 | 1702 | 1000 | 1692 | 923 |
| 3 | 2017 | 1628 | 2001 | 1501 | 1987 | 1384 |
| 4 | 2322 | 2171 | 2300 | 2001 | 2281 | 1845 |
| 5 | 2626 | 2713 | 2600 | 2501 | 2575 | 2307 |
| 6 | 2931 | 3256 | 2899 | 3001 | 2869 | 2768 |
| 7 | 3235 | 3799 | 3198 | 3502 | 3164 | 3229 |
| 8 | 3540 | 4342 | 3497 | 4002 | 3458 | 3691 |
| 9 | 3844 | 4884 | 3796 | 4502 | 3752 | 4152 |
| 10 | 4149 | 5427 | 4095 | 5002 | 4046 | 4613 |
| 11 | 4453 | 5970 | 4394 | 5502 | 4341 | 5074 |
| 12 | 4758 | 6512 | 4694 | 6003 | 4635 | 5536 |
| 13 | 5062 | 7055 | 4993 | 6503 | 4929 | 5997 |
| 14 | 5568 | 7598 | 5493 | 7003 | 5425 | 6458 |
| 15 | 5873 | 8140 | 5792 | 7503 | 5719 | 6920 |
| 16 | 6177 | 8683 | 6091 | 8004 | 6013 | 7381 |
| 17 | 6482 | 9226 | 6391 | 8504 | 6307 | 7842 |
| 18 | 6786 | 9769 | 6690 | 9004 | 6602 | 8304 |
| 19 | 7090 | 10311 | 6989 | 9504 | 6896 | 8765 |
| 20 | 7395 | 10854 | 7288 | 10004 | 7190 | 9226 |
| 21 | 7699 | 11397 | 7587 | 10505 | 7484 | 9688 |
| 22 | 8004 | 11939 | 7886 | 11005 | 7778 | 10149 |
| 23 | 8308 | 12482 | 8185 | 11505 | 8073 | 10610 |
| 24 | 8613 | 13025 | 8485 | 12005 | 8367 | 11072 |
| 25 | 8917 | 13567 | 8784 | 12506 | 8661 | 11533 |
| 26 | 9222 | 14110 | 9083 | 13006 | 8955 | 11994 |
| 27 | 9526 | 14653 | 9382 | 13506 | 9250 | 12455 |

90. Tabla Comparativa entre Ferrocarril y Camión Acarreos de 50 km, Transporte de Contenedores. Fuente:
Elaboración propia

ANEXO VII. TABLAS TRANSPORTE DE CEREAL TARRAGONA-CASPE

COMPROBACIÓN LONGITUD, POTENCIA, ADHERENCIA

| Comprobación Longitud | | |
|------------------------------|-------------|-----------|
| L máxima | 575 | m |
| Nº Vagones | 36 | |
| Nº Locomotoras | 3 | |
| L Total | 569,76 | m |
| Cumple: | VERDADERO | |
| Comprobación Potencia | | |
| 1 | Locomotora | |
| 15 | Vagones | |
| | 6063,88 | Cv |
| | 4456,95 | KW |
| | 4600 | KW |
| Cumple: | VERDADERO | |
| 2 | Locomotoras | |
| 30 | vagones | |
| | 12127,75 | Cv |
| | 8913,897067 | KW |
| | 9.200 | KW |
| Cumple: | VERDADERO | |
| 3 | Locomotoras | |
| 46 | vagones | |
| | 18595,77 | Cv |
| | 13667,89449 | KW |
| | 13.800 | KW |
| Cumple: | VERDADERO | |
| Comprobación Adherencia (KW) | | |
| 516,75 | 766,67 | VERDADERO |

91. Comprobaciones Transporte de Cereal. Fuente: Elaboración propia

COMPARACIÓN SIN ACARREOS, 24TM CAMIÓN Y VAGÓN

| Comparación sin Acarreos | | | | |
|--------------------------------|-------|--------------|-------------|------------|
| Ferrocarril 24 Tm-Camión 24 Tm | | | | |
| Nº | Tren | Camión 1,642 | Camión 1,35 | Camión 1,1 |
| 1 | 3,22 | 1,64 | 1,35 | 1,10 |
| 2 | 4,07 | 3,28 | 2,70 | 2,20 |
| 3 | 4,92 | 4,93 | 4,05 | 3,30 |
| 4 | 5,77 | 6,57 | 5,40 | 4,40 |
| 5 | 6,62 | 8,21 | 6,75 | 5,50 |
| 6 | 7,47 | 9,85 | 8,10 | 6,60 |
| 7 | 8,32 | 11,49 | 9,45 | 7,70 |
| 8 | 9,17 | 13,14 | 10,80 | 8,80 |
| 9 | 10,02 | 14,78 | 12,15 | 9,90 |
| 10 | 10,87 | 16,42 | 13,50 | 11,00 |
| 11 | 11,72 | 18,06 | 14,85 | 12,10 |
| 12 | 12,57 | 19,70 | 16,20 | 13,20 |
| 13 | 13,42 | 21,35 | 17,55 | 14,30 |
| 14 | 14,27 | 22,99 | 18,90 | 15,40 |
| 15 | 15,12 | 24,63 | 20,25 | 16,50 |
| 16 | 16,68 | 26,27 | 21,60 | 17,60 |
| 17 | 17,53 | 27,91 | 22,95 | 18,70 |
| 18 | 18,38 | 29,56 | 24,30 | 19,80 |
| 19 | 19,23 | 31,20 | 25,65 | 20,90 |
| 20 | 20,08 | 32,84 | 27,00 | 22,00 |
| 21 | 20,93 | 34,48 | 28,35 | 23,10 |
| 22 | 21,78 | 36,12 | 29,70 | 24,20 |
| 23 | 22,63 | 37,77 | 31,05 | 25,30 |
| 24 | 23,48 | 39,41 | 32,40 | 26,40 |
| 25 | 24,33 | 41,05 | 33,75 | 27,50 |
| 26 | 25,18 | 42,69 | 35,10 | 28,60 |
| 27 | 26,03 | 44,33 | 36,45 | 29,70 |
| 28 | 26,88 | 45,98 | 37,80 | 30,80 |
| 29 | 27,73 | 47,62 | 39,15 | 31,90 |
| 30 | 28,58 | 49,26 | 40,50 | 33,00 |
| 31 | 30,14 | 50,90 | 41,85 | 34,10 |
| 32 | 30,99 | 52,54 | 43,20 | 35,20 |
| 33 | 31,84 | 54,19 | 44,55 | 36,30 |
| 34 | 32,69 | 55,83 | 45,90 | 37,40 |
| 35 | 33,54 | 57,47 | 47,25 | 38,50 |
| 36 | 34,39 | 59,11 | 48,60 | 39,60 |

92. Tabla Comparativa entre Ferrocarril 24 Tm y Camión 24 Tm Sin Acarreos, Transporte de Cereal. Fuente: Elaboración propia

COMPARACIÓN SIN ACARREO, 24 TM CAMIÓN Y 48 TM VAGÓN

| Comparación sin Acarreos | | | | |
|--------------------------------|-------|--------------|-------------|------------|
| Ferrocarril 48 Tm-Camión 24 Tm | | | | |
| Nº | Tren | Camión 1,642 | Camión 1,35 | Camión 1,1 |
| 1 | 3,22 | 3,28 | 2,70 | 2,20 |
| 2 | 4,07 | 6,57 | 5,40 | 4,40 |
| 3 | 4,92 | 9,85 | 8,10 | 6,60 |
| 4 | 5,77 | 13,14 | 10,80 | 8,80 |
| 5 | 6,62 | 16,42 | 13,50 | 11,00 |
| 6 | 7,47 | 19,70 | 16,20 | 13,20 |
| 7 | 8,32 | 22,99 | 18,90 | 15,40 |
| 8 | 9,17 | 26,27 | 21,60 | 17,60 |
| 9 | 10,02 | 29,56 | 24,30 | 19,80 |
| 10 | 10,87 | 32,84 | 27,00 | 22,00 |
| 11 | 11,72 | 36,12 | 29,70 | 24,20 |
| 12 | 12,57 | 39,41 | 32,40 | 26,40 |
| 13 | 13,42 | 42,69 | 35,10 | 28,60 |
| 14 | 14,27 | 45,98 | 37,80 | 30,80 |
| 15 | 15,12 | 49,26 | 40,50 | 33,00 |
| 16 | 16,68 | 52,54 | 43,20 | 35,20 |
| 17 | 17,53 | 55,83 | 45,90 | 37,40 |
| 18 | 18,38 | 59,11 | 48,60 | 39,60 |
| 19 | 19,23 | 62,40 | 51,30 | 41,80 |
| 20 | 20,08 | 65,68 | 54,00 | 44,00 |
| 21 | 20,93 | 68,96 | 56,70 | 46,20 |
| 22 | 21,78 | 72,25 | 59,40 | 48,40 |
| 23 | 22,63 | 75,53 | 62,10 | 50,60 |
| 24 | 23,48 | 78,82 | 64,80 | 52,80 |
| 25 | 24,33 | 82,10 | 67,50 | 55,00 |
| 26 | 25,18 | 85,38 | 70,20 | 57,20 |
| 27 | 26,03 | 88,67 | 72,90 | 59,40 |
| 28 | 26,88 | 91,95 | 75,60 | 61,60 |
| 29 | 27,73 | 95,24 | 78,30 | 63,80 |
| 30 | 28,58 | 98,52 | 81,00 | 66,00 |
| 31 | 30,14 | 101,80 | 83,70 | 68,20 |
| 32 | 30,99 | 105,09 | 86,40 | 70,40 |
| 33 | 31,84 | 108,37 | 89,10 | 72,60 |
| 34 | 32,69 | 111,66 | 91,80 | 74,80 |
| 35 | 33,54 | 114,94 | 94,50 | 77,00 |
| 36 | 34,39 | 118,22 | 97,20 | 79,20 |

93. Tabla Comparativa entre Ferrocarril 48 Tm y Camión 24 Tm Sin Acarreos, Transporte de Cereal. Fuente: Elaboración propia

ANEXO VIII. TABLAS TRANSPORTE DE CARBÓN TARRAGONA-ANDORRA

COMPROBACIÓN LONGITUD, POTENCIA, ADHERENCIA

| Comprobación Longitud | | |
|-------------------------------------|-------------|-----------|
| L máxima | 575 | m |
| Nº Vagones | 29 | |
| Nº Locomotoras | 2 | |
| L Total | 562 | m |
| Cumple: | VERDADERO | |
| Comprobación Potencia | | |
| 1 | Locomotora | |
| 15 | Vagones | |
| | 6063,88 | Cv |
| | 4456,95 | KW |
| | 4600 | KW |
| Cumple: | VERDADERO | |
| 2 | Locomotoras | |
| 30 | vagones | |
| | 12127,75 | Cv |
| | 8913,897067 | KW |
| | 9.200 | KW |
| Cumple: | VERDADERO | |
| Comprobación Adherencia (KW) | | |
| 516,75 | 766,67 | VERDADERO |

94. Comprobaciones Transporte de Carbón. Fuente: Elaboración propia

COMPARACIÓN SIN ACARREOS, 24 TM CAMIÓN Y VAGÓN

| Comparación sin Acarreos | | | | |
|--------------------------------|-------|--------------|-------------|--------------|
| Ferrocarril 24 Tm-Camión 24 Tm | | | | |
| Nº | Tren | Camión 1,379 | Camión 1,20 | Camión 1,103 |
| 1 | 2,97 | 1,38 | 1,20 | 1,10 |
| 2 | 3,65 | 2,76 | 2,40 | 2,21 |
| 3 | 4,33 | 4,14 | 3,60 | 3,31 |
| 4 | 5,01 | 5,52 | 4,80 | 4,41 |
| 5 | 5,69 | 6,90 | 6,00 | 5,52 |
| 6 | 6,37 | 8,27 | 7,20 | 6,62 |
| 7 | 7,05 | 9,65 | 8,40 | 7,72 |
| 8 | 7,73 | 11,03 | 9,60 | 8,82 |
| 9 | 8,41 | 12,41 | 10,80 | 9,93 |
| 10 | 9,09 | 13,79 | 12,00 | 11,03 |
| 11 | 9,77 | 15,17 | 13,20 | 12,13 |
| 12 | 10,45 | 16,55 | 14,40 | 13,24 |
| 13 | 11,13 | 17,93 | 15,60 | 14,34 |
| 14 | 11,81 | 19,31 | 16,80 | 15,44 |
| 15 | 12,49 | 20,69 | 18,00 | 16,55 |
| 16 | 13,88 | 22,06 | 19,20 | 17,65 |
| 17 | 14,56 | 23,44 | 20,40 | 18,75 |
| 18 | 15,24 | 24,82 | 21,60 | 19,85 |
| 19 | 15,92 | 26,20 | 22,80 | 20,96 |
| 20 | 16,60 | 27,58 | 24,00 | 22,06 |
| 21 | 17,28 | 28,96 | 25,20 | 23,16 |
| 22 | 17,96 | 30,34 | 26,40 | 24,27 |
| 23 | 18,64 | 31,72 | 27,60 | 25,37 |
| 24 | 19,32 | 33,10 | 28,80 | 26,47 |
| 25 | 20,00 | 34,48 | 30,00 | 27,58 |
| 26 | 20,68 | 35,85 | 31,20 | 28,68 |
| 27 | 21,36 | 37,23 | 32,40 | 29,78 |
| 28 | 22,04 | 38,61 | 33,60 | 30,88 |
| 29 | 22,72 | 39,99 | 34,80 | 31,99 |

95. Tabla Comparativa entre Ferrocarril 24 Tm y Camión 24 Tm Sin Acarreos, Transporte de Carbón. Fuente:
Elaboración propia

COMAPRACIÓN SIN ACARREO, 24 TM CAMIÓN Y 48 TM VAGÓN

| Comparación sin Acarreos | | | | |
|--------------------------------|-------|--------------|-------------|--------------|
| Ferrocarril 48 Tm-Camión 24 Tm | | | | |
| Nº | Tren | Camión 1,379 | Camión 1,20 | Camión 1,103 |
| 1 | 2,97 | 2,76 | 2,40 | 2,21 |
| 2 | 3,65 | 5,52 | 4,80 | 4,41 |
| 3 | 4,33 | 8,27 | 7,20 | 6,62 |
| 4 | 5,01 | 11,03 | 9,60 | 8,82 |
| 5 | 5,69 | 13,79 | 12,00 | 11,03 |
| 6 | 6,37 | 16,55 | 14,40 | 13,24 |
| 7 | 7,05 | 19,31 | 16,80 | 15,44 |
| 8 | 7,73 | 22,06 | 19,20 | 17,65 |
| 9 | 8,41 | 24,82 | 21,60 | 19,85 |
| 10 | 9,09 | 27,58 | 24,00 | 22,06 |
| 11 | 9,77 | 30,34 | 26,40 | 24,27 |
| 12 | 10,45 | 33,10 | 28,80 | 26,47 |
| 13 | 11,13 | 35,85 | 31,20 | 28,68 |
| 14 | 11,81 | 38,61 | 33,60 | 30,88 |
| 15 | 12,49 | 41,37 | 36,00 | 33,09 |
| 16 | 13,88 | 44,13 | 38,40 | 35,30 |
| 17 | 14,56 | 46,89 | 40,80 | 37,50 |
| 18 | 15,24 | 49,64 | 43,20 | 39,71 |
| 19 | 15,92 | 52,40 | 45,60 | 41,91 |
| 20 | 16,60 | 55,16 | 48,00 | 44,12 |
| 21 | 17,28 | 57,92 | 50,40 | 46,33 |
| 22 | 17,96 | 60,68 | 52,80 | 48,53 |
| 23 | 18,64 | 63,43 | 55,20 | 50,74 |
| 24 | 19,32 | 66,19 | 57,60 | 52,94 |
| 25 | 20,00 | 68,95 | 60,00 | 55,15 |
| 26 | 20,68 | 71,71 | 62,40 | 57,36 |
| 27 | 21,36 | 74,47 | 64,80 | 59,56 |
| 28 | 22,04 | 77,22 | 67,20 | 61,77 |
| 29 | 22,72 | 79,98 | 69,60 | 63,97 |

96. Tabla Comparativa entre Ferrocarril 48 Tm y Camión 24 Tm sin Acarreos, Transporte de Carbón. Fuente:
Elaboración propia

ANEXO IX. TABLAS COMPARATIVAS CEREAL-CARBÓN

COMPARACIÓN FERROCARRIL

| Comparación Tren | | |
|------------------|--------|--------|
| Nº | Cereal | Carbón |
| 1 | 3,22 | 2,97 |
| 2 | 4,07 | 3,65 |
| 3 | 4,92 | 4,33 |
| 4 | 5,77 | 5,01 |
| 5 | 6,62 | 5,69 |
| 6 | 7,47 | 6,37 |
| 7 | 8,32 | 7,05 |
| 8 | 9,17 | 7,73 |
| 9 | 10,02 | 8,41 |
| 10 | 10,87 | 9,09 |
| 11 | 11,72 | 9,77 |
| 12 | 12,57 | 10,45 |
| 13 | 13,42 | 11,13 |
| 14 | 14,27 | 11,81 |
| 15 | 15,12 | 12,49 |
| 16 | 16,68 | 13,88 |
| 17 | 17,53 | 14,56 |
| 18 | 18,38 | 15,24 |
| 19 | 19,23 | 15,92 |
| 20 | 20,08 | 16,60 |
| 21 | 20,93 | 17,28 |
| 22 | 21,78 | 17,96 |
| 23 | 22,63 | 18,64 |
| 24 | 23,48 | 19,32 |
| 25 | 24,33 | 20,00 |
| 26 | 25,18 | 20,68 |
| 27 | 26,03 | 21,36 |
| 28 | 26,88 | 22,04 |
| 29 | 27,73 | 22,72 |

97. Tabla Comparativa entre Cereal y Carbón, Ferrocarril. Fuente: Elaboración propia

COMPARACIÓN CAMIÓN

| Comparación camión | | | | | | |
|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| | Cereal | | | Carbón | | |
| Nº | Cereal 1,642 (E/km) | Cereal 1,35 (E/km) | Cereal 1,1 (E/km) | Carbón 1,379 (E/km) | Carbón 1,2 (E/km) | Carbón 1,103 (E/km) |
| 1 | 1,64 | 1,35 | 1,10 | 1,38 | 1,20 | 1,10 |
| 2 | 3,28 | 2,70 | 2,20 | 2,76 | 2,40 | 2,21 |
| 3 | 4,93 | 4,05 | 3,30 | 4,14 | 3,60 | 3,31 |
| 4 | 6,57 | 5,40 | 4,40 | 5,52 | 4,80 | 4,41 |
| 5 | 8,21 | 6,75 | 5,50 | 6,90 | 6,00 | 5,52 |
| 6 | 9,85 | 8,10 | 6,60 | 8,27 | 7,20 | 6,62 |
| 7 | 11,49 | 9,45 | 7,70 | 9,65 | 8,40 | 7,72 |
| 8 | 13,14 | 10,80 | 8,80 | 11,03 | 9,60 | 8,82 |
| 9 | 14,78 | 12,15 | 9,90 | 12,41 | 10,80 | 9,93 |
| 10 | 16,42 | 13,50 | 11,00 | 13,79 | 12,00 | 11,03 |
| 11 | 18,06 | 14,85 | 12,10 | 15,17 | 13,20 | 12,13 |
| 12 | 19,70 | 16,20 | 13,20 | 16,55 | 14,40 | 13,24 |
| 13 | 21,35 | 17,55 | 14,30 | 17,93 | 15,60 | 14,34 |
| 14 | 22,99 | 18,90 | 15,40 | 19,31 | 16,80 | 15,44 |
| 15 | 24,63 | 20,25 | 16,50 | 20,69 | 18,00 | 16,55 |
| 16 | 26,27 | 21,60 | 17,60 | 22,06 | 19,20 | 17,65 |
| 17 | 27,91 | 22,95 | 18,70 | 23,44 | 20,40 | 18,75 |
| 18 | 29,56 | 24,30 | 19,80 | 24,82 | 21,60 | 19,85 |
| 19 | 31,20 | 25,65 | 20,90 | 26,20 | 22,80 | 20,96 |
| 20 | 32,84 | 27,00 | 22,00 | 27,58 | 24,00 | 22,06 |
| 21 | 34,48 | 28,35 | 23,10 | 28,96 | 25,20 | 23,16 |
| 22 | 36,12 | 29,70 | 24,20 | 30,34 | 26,40 | 24,27 |
| 23 | 37,77 | 31,05 | 25,30 | 31,72 | 27,60 | 25,37 |
| 24 | 39,41 | 32,40 | 26,40 | 33,10 | 28,80 | 26,47 |
| 25 | 41,05 | 33,75 | 27,50 | 34,48 | 30,00 | 27,58 |
| 26 | 42,69 | 35,10 | 28,60 | 35,85 | 31,20 | 28,68 |
| 27 | 44,33 | 36,45 | 29,70 | 37,23 | 32,40 | 29,78 |
| 28 | 45,98 | 37,80 | 30,80 | 38,61 | 33,60 | 30,88 |
| 29 | 47,62 | 39,15 | 31,90 | 39,99 | 34,80 | 31,99 |

98. Tabla Comparativa entre Cereal y Carbón, Camión. Fuente: Elaboración propia