



**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y VIABILIDAD DEL TRAMO BILBAO-SANTANDER  
DEL CORREDOR CANTÁBRICO-MEDITERRÁNEO**

***APÉNDICE 4 SIMULACIÓN DE MARCHAS DEL ESTUDIO FUNCIONAL***



**ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN .....	1	4.2. Línea de tráfico mixto en ancho ibérico y mixto, con cambiador en Castro .....	11
2. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DE LA LÍNEA BILBAO-SANTANDER.....	3	4.3. Línea de tráfico exclusivo de viajeros, en anchos ibéricos y estándar, con cambiador en Castro .....	12
2.1. Red existente.....	3	5. SIMULACIONES DE MARCHA.....	13
2.1.1. Línea ancho métrico Bilbao-Santander .....	4	5.1. Objeto .....	14
2.2. Operación de la línea .....	7	5.2. Metodología .....	14
2.3. Conexión con los tramos adyacentes.....	8	5.3. Programa de simulación de marcha .....	15
2.3.1. Conexiones a Santander .....	8	5.4. Criterios de marcha y explotación.....	16
2.3.2. Conexiones a Bilbao .....	8	5.5. Trazado en planta y alzado.....	17
3. TIPOLOGÍAS Y TECNOLOGÍAS DE LAS SOLUCIONES A APLICAR .....	8	5.6. Tiempos de recorrido .....	17
3.1. Cambiadores de ancho de vía.....	8	5.6.1. Viajeros .....	18
3.2. Vía mixta .....	9	5.6.2. Mercancías.....	1
3.2.1. Traviesas .....	9		
3.2.2. Sujeciones .....	10	ANEXO 1 DIAGRAMAS DE MARCHA - VIAJEROS	
3.2.3. Cambiadores de hilo .....	10	ANEXO 2 DIAGRAMAS DE MARCHA - MERCANCÍAS	
3.2.4. Afección a la catenaria.....	10		
4. ESQUEMA FUNCIONAL FUTURO.....	10		
4.1. Línea de tráfico mixto, en ancho ibérico, con cambiador en Abando .....	10		



# 1. INTRODUCCIÓN

La línea en ancho métrico Santander-Bilbao La Concordia es la actual conexión ferroviaria entre Bilbao y Santander. Aunque sólo tiene una longitud de 118 km, la falta de mantenimiento, los numerosos pasos a nivel existentes en el tramo y las 31 paradas intermedias llevan a que el servicio de viajeros se realice en unas 3 horas, frente a la 1:20 h del mismo recorrido por carretera.

Adicionalmente, la línea actual discurre entre Treto y Bilbao por un corredor interior, lo que conlleva que poblaciones importantes en número de habitantes como Castro Urdiales o Laredo queden fuera de su ámbito de captación de viajeros.



Figura 1. Área de Estudio

Los distintos instrumentos de planificación ferroviaria que se han venido elaborando periódicamente en las últimas décadas, desde el Plan de Transporte Ferroviario de 1987 (PTF'87) hasta el vigente Plan de Infraestructura, Transporte y Vivienda 2012-2024 (PITVI'12-24), han abogado siempre por la conveniencia de modernizar la red ferroviaria, impulsar la líneas de alta velocidad o altas prestaciones y, en general, por el fomento de este medio de transporte frente a otros y, especialmente, como una alternativa real y de futuro al transporte de pasajeros y mercancías por carretera.

A continuación, se muestran algunas figuras en las que se observa cómo ha ido evolucionando la visión general de la red ferroviaria básica.

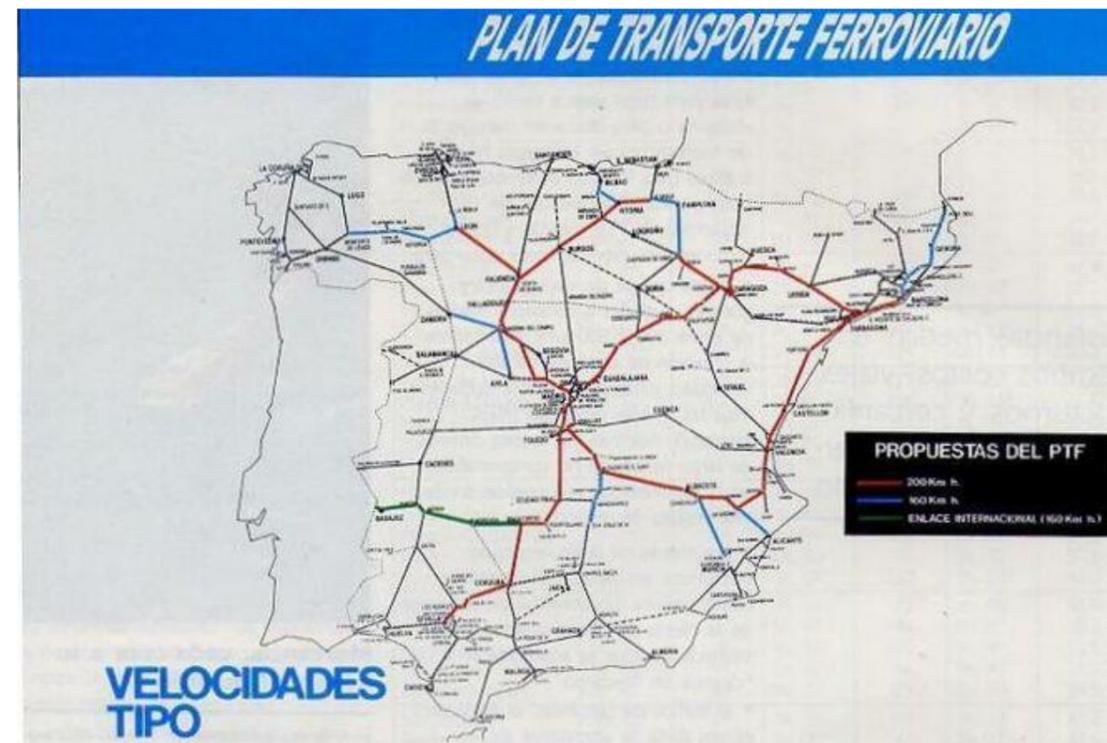


Figura 2. Plan de Transporte Ferroviario, 1987



Figura 3. Plan Director de Infraestructuras, 1994

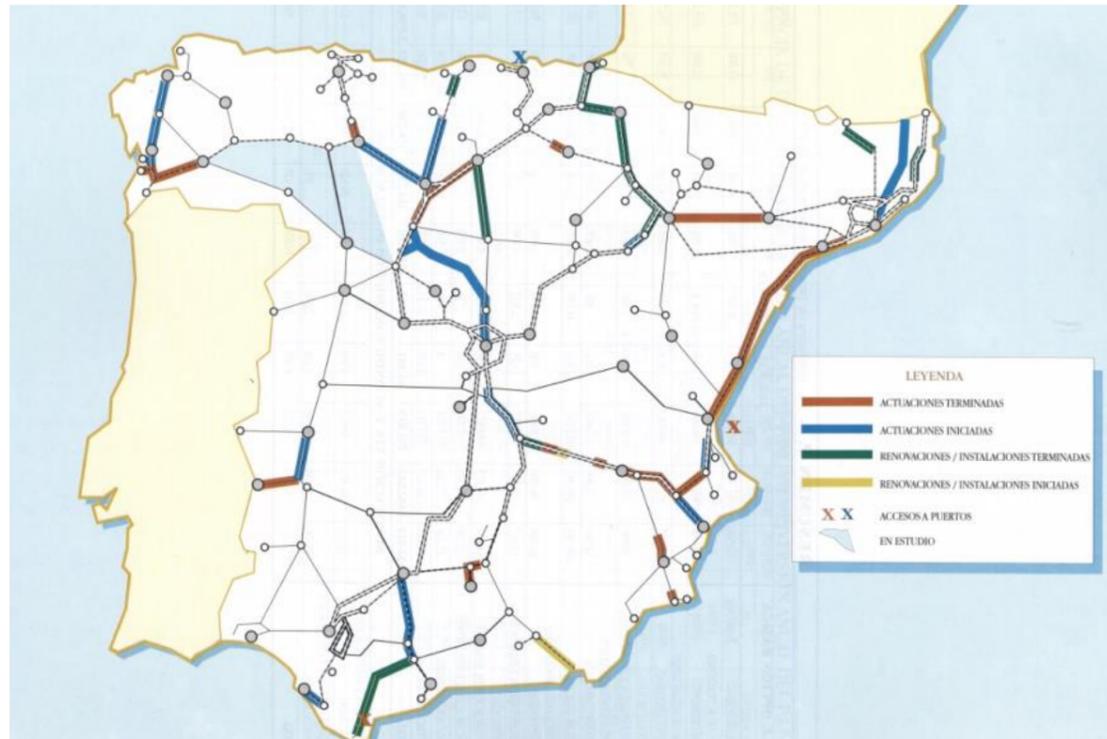


Figura 4. Plan de Infraestructuras Ferroviarias, 1995-2000

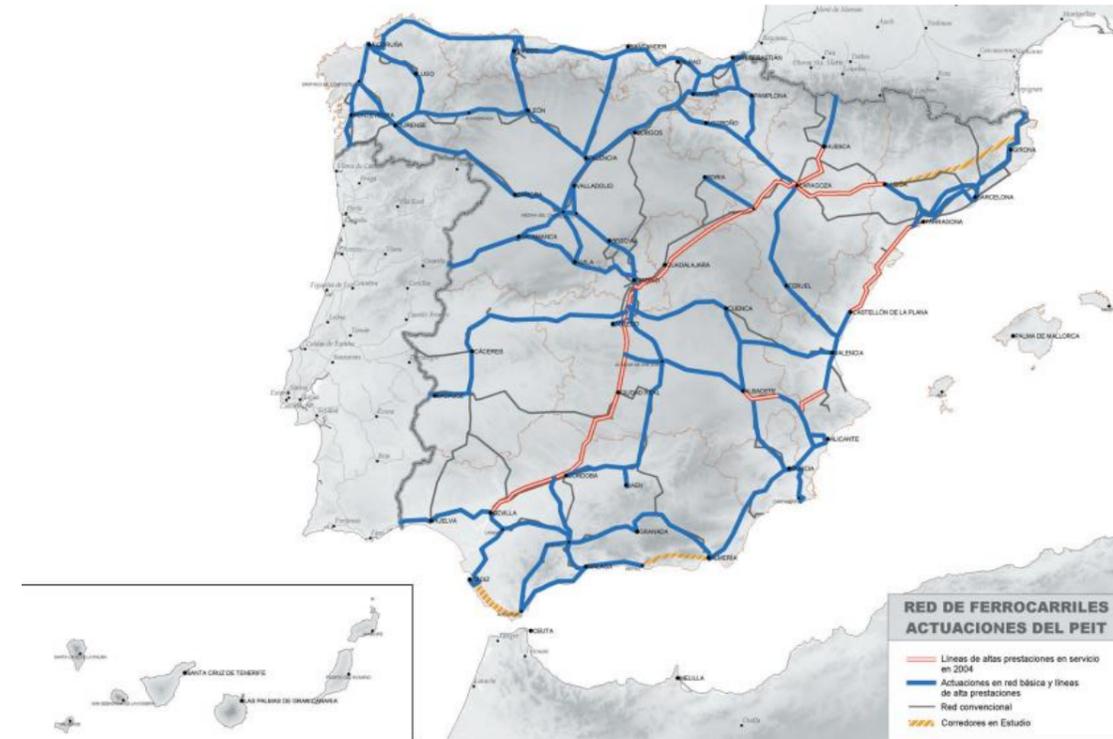


Figura 6. Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte, 2005-2020



Figura 5. Plan de Infraestructuras de Transporte, 2000-2007

A ellos se han unido más recientemente otros objetivos globales como la interoperabilidad, la digitalización, la integración europea, ...

En los documentos de planificación rara vez se han contemplado actuaciones encaminadas a generar un nuevo corredor Bilbao-Santander, siendo mucho más habitual la programación de actuaciones de mejora y acondicionamiento puntuales (electrificación de tramos, sustitución de desvíos, supresión de pasos, etc.).

El tramo de red que conecta Santander y Bilbao está presente en cualquiera de los modelos o escenarios recientes, siendo lo más frecuente la inclusión de propuestas de actuación sobre la línea existente, mientras que la conveniencia [a largo plazo] de una nueva conexión solo se contempla en un plano más conceptual o estratégico.



Figura 7. Plan de Infraestructura, Transporte y Vivienda 2012-2024

Ahondando en esta última idea, lo que muestra la figura anterior del PITVI'12-24 es el escenario o modelo deseable, o teórico, para la futura red de alta velocidad en España. Según se infiere de este documento, este modelo puede alcanzarse progresivamente en un futuro, siempre bajo criterios de sostenibilidad, eficiencia y resiliencia, pero en la práctica se apuesta por establecer prioridades en un marco de planificación y ejecución a corto plazo que, en este caso concreto, se limita a un horizonte temporal de 12 años.

El objetivo del presente estudio es definir una nueva conexión ferroviaria entre Bilbao y Santander para tráfico mixto, con unos tiempos de viaje competitivos frente a la carretera, y que acerque el ferrocarril a los principales núcleos de población de Cantabria.

## 2. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DE LA LÍNEA BILBAO-SANTANDER

### 2.1. Red existente

En el ámbito del Estudio existen líneas ferroviarias explotadas por RENFE, Renfe Cercanías AM, Euskotren, Metro de Bilbao y la red de Tranvía de Bilbao (Euskotren).

De las de ancho métrico la principal es la que conecta Santander y Bilbao, operada por Renfe Cercanías AM, y que cruza el área de estudio en dirección oeste-este (línea Ferrol-Bilbao).

Las líneas de ancho ibérico de ADIF explotadas por RENFE discurren en dirección Norte-Sur, siendo el acceso desde la meseta a las capitales de Cantabria (línea Venta de Baños-Santander) y Bizkaia (línea Castejón-Bilbao).

La red de Euskotren comprende dos líneas en el área de Bilbao: E1 Bilbao a Donostia-Amara; E4 Bilbao a Bermeo.



Figura 8. Red Euskotren en Bilbao

La red de Metro de Bilbao tiene forma de “Y”, como corresponde a un área metropolitana que se extiende por los dos lados de la Ría del Nervión. La línea 1 se dispone entre Bolueta y Plentzia. La línea 2 discurre entre Kabiez y Basauri, y la Línea 3 (E3), entre Matiko y Kukullaga, es explotada por Euskotren.

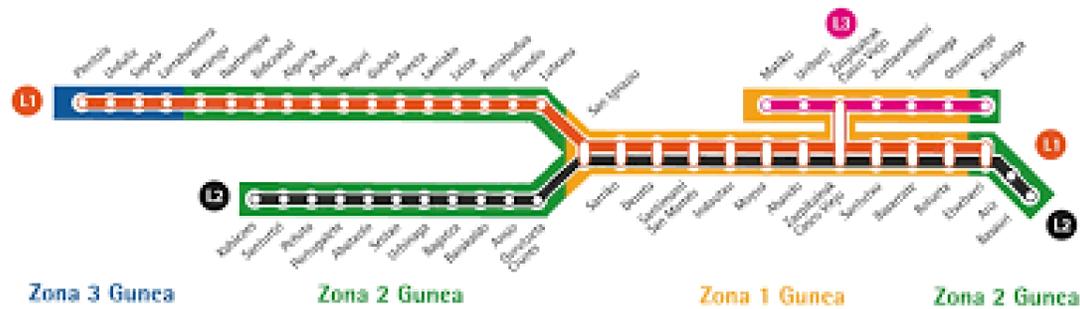


Figura 9. Red de Metro de Bilbao

El Tranvía de Bilbao (Euskotran) cuenta actualmente con una única línea entre Bolueta y La Casilla.



Figura 10. Tranvía de Bilbao

A esta amplia red ferroviaria vendrán a sumarse en fechas próximas las nuevas redes ferroviarias de ancho internacional, la Nueva Red Ferroviaria del País Vasco (“Y” Vasca) y el tramo de acceso a Santander de la nueva Línea de Alta Velocidad Palencia-Alar del Rey-Santander.

## 2.1.1. Línea ancho métrico Bilbao-Santander

### 2.1.1.1. Características generales

La línea Bilbao-Santander, de la red de ancho métrico (RAM) de ADIF, es la única conexión ferroviaria del País Vasco con Cantabria. Forma parte de la Red Ferroviaria de Interés General del Estado (RFIGE), y cuenta con una longitud de 118 km, en vía única en su mayor parte, entre las estaciones de Santander (P.K. 530+700) y Bilbao Concordia (P.K. 649+325).



Figura 11. Línea Bilbao- Santander. Recorrido y paradas intermedias.

La línea Bilbao-Santander es de tráfico mixto, prestando servicio tanto a trenes de viajeros como de mercancías.

Se considera que, al igual que la red RAM de ADIF en su conjunto, el tramo Santander-Bilbao presenta unas características anticuadas. Un amplio porcentaje del recorrido de esta infraestructura es en vía única, además de que sólo están electrificados los tramos empleados para Cercanías: Santander-Orejo-Liérganes, y Balmaseda-Irauregui-Bilbao.

Teniendo en cuenta que Santander y Bilbao se encuentran distantes algo menos de 100 km, y que están comunicadas por carretera mediante vías de gran capacidad con tiempos de viaje de alrededor de una hora, el ferrocarril en la actualidad ofrece una comunicación poco atractiva para ser utilizada, con un tiempo de viaje superior a las dos horas y media.

### 2.1.1.2. Trazado

El trazado en planta de esta línea presenta unos parámetros reducidos. En torno al 42% de la longitud de la línea son curvas circulares de menos de 1.000 m de radio, lo que equivalen a tramos en los que la velocidad de los trenes estaría por debajo del umbral necesario para que el ferrocarril pudiera ser una alternativa competitiva frente a la carretera.

En cuanto al trazado en alzado, en torno al 40% de la línea presenta pendientes superiores a las 12,5 ‰, que serían el límite superior compatibles con el tráfico mixto en un escenario de altas prestaciones. La rampa máxima de la línea es de 20 ‰.

Tabla 1. Tramificación de las alineaciones en planta de la línea Bilbao-Santander.

Provincia	Tipo de Alineación					
	$R = \infty$	$R > 1000$	$750 < R \leq 1000$	$500 < R \leq 750$	$300 < R \leq 500$	$R \leq 300$
Cantabria	57,52 %	0,15%	1,58 %	0,24 %	10,51 %	30 %
Bizkaia	51,88 %	5,36%	1,76 %	1,90 %	7,68 %	31,42 %

Tabla 2. Tramificación de las pendientes de la línea existente Bilbao-Santander

Provincia	Rango de pendientes			
	$P > 18 ‰$	$15 < P \leq 18 ‰$	$10 < P \leq 15 ‰$	$P \leq 10 ‰$
Cantabria	13,83 %	15,43 %	9,60 %	61,14 %
Bizkaia	26,14%	4,5%	10,84%	58,52%

### 2.1.1.3. Velocidades máximas y tiempos de recorrido

Las velocidades máximas de circulación en el tramo se sitúan entre 70 y 80 km/h, teniendo que llegar a reducir esta hasta los 50-60km/h en algunos de sus trayectos.

La limitación de velocidad se refleja en los tiempos de recorrido y las velocidades comerciales.

Tabla 3. Tiempo de recorrido y velocidad comercial

Tramo	Tiempo	Velocidad comercial
<b>Regionales</b>		
Santander - Bilbao	2 h 45 min	45 km/h

### 2.1.1.4. Túneles y viaductos

Los 24 túneles existentes en el tramo suponen una longitud 8.922 m, y en su mayoría son los originales de la construcción de la línea. La mayor parte de ellos son de vía única y cuentan con un gálibo bastante ajustado, lo que obligó a ejecutar obras de ampliación de gálibo cuando se instaló la catenaria en los tramos electrificados.

Tabla 4. Túneles existentes en el tramo Bilbao-Santander (RAM)

Nombre del Túnel	PK Inicio	PK Fin	Longitud
Túnel Astillero	540+607	540+359	248
Túnel Jesús del Monte	559+292	558+682	610
Túnel Las Ánimas - Ambrosero	564+593	564+100	493
Túnel bajo Ctra. N-634	568+488	568+412	76
Túnel La Estacion - Treto	573+746	573+702	44
Túnel del Cuervo	575+106	575+012	94
Túnel Los Mártires	589+640	589+457	183
Túnel El Mollinar	599+233	599+124	109
Túnel La Escrita	607+223	605+780	1443
Túnel Laiseca	608+416	608+358	58
Túnel Artificial	608+714	608+618	96
Túnel El Peso nº 1	612+395	612+121	274
Túnel El Peso nº 2	612+795	612+720	75
Túnel Escandal	613+115	613+073	42
Túnel Paraya	614+939	614+896	43
Túnel Orcasitas	615+696	615+564	132
Túnel La Herbosa	618+005	617+141	864
Túnel El Callejo	621+321	621+201	120
Túnel El Arroyo	622+265	622+042	223
Túnel de Güeñes - Aranguren bajo Ctra.	626+753	626+733	20
Túnel de Castrejana II	641+701	641+666	35

Nombre del Túnel	PK Inicio	PK Fin	Longitud
Túnel de Castrejana I	641+720	641+656	64
Túnel de Olabeaga	645+402	645+214	188
Basurto - La Casilla - Zabálburu	649+145	645+757	3388

En cuanto a los puentes, en los últimos años se han ido sustituyendo los que presentaban problemas estructurales importantes y se llevan a cabo auscultaciones periódicas en el conjunto de estas estructuras para controlar su estado y establecer intervenciones.

Tabla 5. Estructuras existentes en el tramo Bilbao-Santander (RAM)

Estructuras tramo Bilbao-Santander (RAM)					
Denominación	Tipo	Longitud	Denominación	Tipo	Longitud
Boo	Metalico	32	Molinar	Sillería	21,60
San Salvador	Metalico	60,35	La Presa	Sillería	23,40
Agüero	Metalico	23,70	Entrambasaguas	Sillería	21,60
Santo Tomás	Metalico	23,40	Río Carranza (estación)	Metálicos	21,84
Viaducto de Solorzano	Metalico	25,72	Río Carranza (vía apartado)	Metalico	21,84
Viaducto de Solorzano	Metalico	32,20	Río Lameo nº 1 (estación)	Mixto H/M	16,00
Gama	Mampostería	8,80	Río Lameo nº 2	Mixto H/M	16,34
Carrancas	Sillería	16	P.I. del Solar (camino)	Fábrica	10,40
Carasa	Sillería	24,40	P.I. de Otxaran (carretera)	Mixto	7,60
Molino nº 1	Sillería	19,20	P.I. en Zalla (carretera)	Fábrica	7,60
Molino nº 2	Sillería	16,20	Río Cadagua nº 1	Metalico	24,22
Espumoso	Sillería	47,76	Genes (río Cadagua)	Metalico	30,60
Pozo Negro	Sillería	57,95	Kastrexana (río Cadagua)	Metálicos	42,28
Gibaja	Sillería	23,40	P.I. Bº Coop. Santiago	Mixto H/M	7,96

Estructuras tramo Bilbao-Santander (RAM)					
Denominación	Tipo	Longitud	Denominación	Tipo	Longitud
Gibaja	Sillería	37,30	Sobre Renfe (Ametzola)	Metalico	38,55
Molino	Sillería	32			

Se puede considerar como aceptable el estado general de los túneles y puentes presentes en el tramo.

**2.1.1.5. Pasos a nivel**

En el tramo entre las estaciones de Santander y Bilbao-Concordia podemos encontrar un total de 132 pasos a nivel, lo que equivale a un paso a nivel cada menos de 900 m del trayecto.

Tabla 6. Pasos a nivel existentes en el tramo Bilbao-Santander (RAM)

Inicio trayecto	Final Tramo	Número de PPNN
Orejo	Solares	1
Solares	Lierganes	12
Llodio	Ribadesella Pto	14
La Cantabrica	Orejo	1
Orejo	Marron	30
Marron	Karranza	21
Karranza	Aranguren	29
Aranguren	Irauregui	20
Irauregui	Basurto Hospital	4

**2.1.1.6. Electrificación**

En Cantabria se encuentra electrificado el tramo Santander -Orejo y desde Orejo a Liérganes. Mientras que, en el País Vasco, únicamente está electrificada la línea de Cercanías Bilbao – Balmaseda (corresponde con el tramo Aranguren – Bilbao, de la línea Ferrol – Bilbao, y el ramal Aranguren – Balmaseda).

En estos tramos la electrificación es a 1.500 Vcc. La catenaria es convencional de tipo RENFE, compensada en todo el País Vasco, pero no así en Cantabria.

## 2.2. Operación de la línea

El diseño de la línea debe cumplir las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad, en particular los subsistemas de Infraestructura, Energía, y Control, Mando y Señalización.

La línea, en principio, está diseñada para tráfico mixto de viajeros y mercancías, por lo que es de aplicación la Resolución de la Secretaría de Estado de Planificación e Infraestructuras del antiguo Ministerio de Fomento, sobre criterios de diseño de líneas ferroviarias para el fomento de la interoperabilidad y del tráfico de mercancías de 2011, de forma que cuando esté prevista la circulación de trenes de mercancías, es preciso que las líneas se diseñen con unas especificaciones técnicas que faciliten y permitan una mayor eficiencia en la circulación de estos trenes, en particular reduciendo sus costes de operación.

Teniendo en cuenta lo anterior, y con los objetivos de facilitar la transición a los estándares comunitarios y fomentar el tráfico ferroviario de mercancías, al amparo de lo que establecía en el artículo 81.2 de la derogada Ley 39/2003, de 17 de noviembre del Sector Ferroviario, dicha Resolución hace una serie de indicaciones en cuanto al diseño de la línea, que se han cumplido en la medida de lo posible en lo referente a:

- Aplicación de las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad
- Ancho de vía
- Gálibo
- Pendiente
- Longitud de vías de apartado y recepción/expedición de trenes
- Carga por eje
- Electrificación
- Adecuación de corredores existentes al tráfico de mercancías

La imagen final de la nueva línea se diseñará para vía doble electrificada, de ancho ibérico (1.668 mm) y/o mixto (1.668 mm / 1.435 mm) y para velocidades máximas de 250 km/h. El entreje de la vía doble es de 4,70 m, y la anchura de plataforma es de 14 m. En este sentido, los gálibos adoptados son compatibles con los de las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad.

La vía será electrificada con una tensión de 2 x 25.000 kV, tensión utilizada habitualmente en las líneas de alta velocidad de nueva construcción, ya que minimiza las pérdidas y permite la ubicación de las subestaciones de tracción a mayor distancia.

El sistema de protección de trenes de la línea será el estándar europeo ERTMS / ETCS (European Rail Traffic Management System / European Train Control System).

La línea se equipará para proporcionar un ERTMS / ETCS nivel 2 como sistema de operación principal. El sistema se basará en la información que proporciona el enclavamiento para la detección de presencia de tren en las secciones de vía, utilizando la red de radio móvil GSM-R para el intercambio de mensajes entre los centros de radio bloqueo y el tren, y eurobalizas fijas para que el tren actualice su información de posición.

Adicionalmente, la línea dispondrá del equipamiento necesario para proporcionar un segundo modo de operación ERTMS / ETCS nivel 1 (modo de respaldo), que permita mantener la supervisión de los trenes ante fallos de la radio (infraestructura de tierra o equipos a bordo), así como la circulación de trenes solamente equipados con ERTMS / ETCS nivel 1.

El sistema permitirá una explotación banalizada de la línea.

El sistema de telecomunicaciones móviles de la línea será del tipo GSM-R. El sistema GSM-R, basado en el GSM del ETSI, es una red de radiotelefonía móvil para uso de los ferrocarriles en las líneas transeuropeas. El sistema se implantará dentro del marco técnico y operacional de los servicios de voz y datos para la explotación de la línea y para la implantación de un sistema ERTMS / ETCS interoperable.

La línea estará equipada con sistemas de supervisión que permitirán supervisar, en todo momento, los siguientes elementos:

- Las condiciones de la línea.
- Las condiciones medioambientales.
- Las características de los trenes.

## 2.3. Conexión con los tramos adyacentes

### 2.3.1. Conexiones a Santander

Dado que el corredor de la línea en ancho métrico es más restringido que el de la línea en ancho ibérico, se ha optado por considerar que el acceso a Santander se realice por la línea Palencia-Santander en ancho ibérico.

El punto de conexión con la línea Palencia-Santander se localiza en las proximidades de la estación de Guarnizo, por el exterior de la SA-10, en un tramo en vía única, pero cuya duplicación ya está prevista.

Si bien inicialmente se plantea un esquema de conexión directa con cizallamientos, en fases posteriores del estudio se analizará los posibles saltos de carnero en función de las necesidades del tráfico ferroviario.

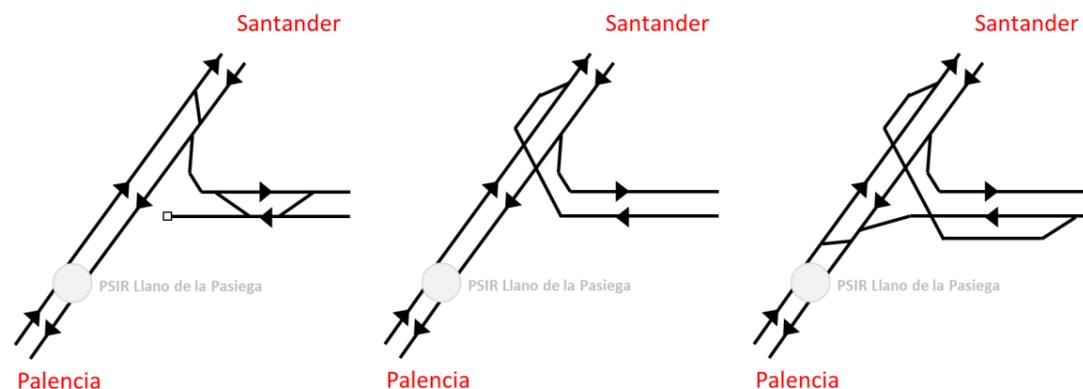


Figura 12. Posibles alternativas de conexión con la línea Palencia-Santander

### 2.3.2. Conexiones a Bilbao

Por el lado Bilbao, la actuación finalizará conectando con la Variante Sur Ferroviaria (VSF) de Bilbao, en ancho mixto, en las proximidades del Túnel del Serantes, y desde la que los trenes de viajeros podrán acceder a la estación de Bilbao-Abando, y los de mercancías enlazar con la línea Castejón-Bilbao Abando en Arrigorriaga.

La fase 1 de la VSF de Bilbao ya se encuentra en fase de proyecto, mientras que su fase 2 continúa en fases previas de planificación. La conexión entre la VSF y Abando mediante sendos ramales se incluye dentro del ámbito del Estudio Informativo y será definida con mayor detalle en fases posteriores.

La remodelación de la estación de Abando y su conexión con la “Y” Vasca ya salió a información pública.

## 3. TIPOLOGÍAS Y TECNOLOGÍAS DE LAS SOLUCIONES A APLICAR

Se describen en este epígrafe las características básicas y actuaciones consideradas para el tramo Bilbao-Santander.

### 3.1. Cambiadores de ancho de vía

Son instalaciones donde se produce el cambio de ancho de vía al paso de los trenes de viajeros de forma automática a velocidades reducidas. Existen dos sistemas: el de TALGO y el de CAF.

En la actualidad no existe una solución tecnológica homologada para el cambio de ancho en los trenes de mercancías, si bien existen desarrollos en marcha que lo permitirán en un futuro.

La tecnología de cambio de ancho de trenes de rodadura desplazable permite a las circulaciones ferroviarias la transición entre diferentes redes en un tiempo reducido y sin molestias para los viajeros, pero condiciona la explotación de la línea a material móvil capaz de modificar el ancho del sistema de rodadura.

Para la implicación de este tipo de sistemas es necesario definir pendientes, perfil de vía y limitar la existencia de curvas según las características de los trenes que

van a utilizar el cambiador, autopropulsados o remolcados por locomotora sin cambio de ancho.

- La vía debe ser recta en ambos lados del cambiador una longitud de entre 100 y 150 metros.
- Lo ideal es que las vías tengan un 6 ‰ de pendiente en la longitud de 500 metros.
- A ambos lados del cambiador se han de colocar sendos fosos de observación.
- Para trenes remolcados serán necesarios desvíos en ambos lados de la vía para apartar la locomotora que ha arrastrado al tren hasta el cambiador.
- Edificio auxiliar para explotación.

### 3.2. Vía mixta

La característica fundamental de la vía de ancho mixto es la dotación de un tercer hilo (tercer carril), de tal forma que se parte de una vía de ancho ibérico (1.668 mm) a la que se le dota en su interior de un tercer carril para conseguir el ancho estándar (1.435 mm).

Otro aspecto de gran trascendencia es la asimetría de esfuerzos que sufre una traviesa en una vía de tres hilos. Esta asimetría complica el cálculo de las resistencias a los esfuerzos que ha de soportar una traviesa ferroviaria de hormigón.

La configuración del ancho mixto, requiere siempre que uno de los carriles sea común para los dos anchos. El tercer carril se ha instalado en la vía desplazado a la derecha o la izquierda del carril común en el sentido longitudinal de la misma, según las necesidades de explotación de los trenes de ancho estándar.

#### 3.2.1. Traviesas

La mejor tecnología disponible en la actualidad pasa por la disposición de traviesas tipo AM-05.



Figura 13. Traviesa tipo AM-05

La implantación de una traviesa tipo AM-05 como solución integrar o parcial de las soluciones descritas en este documento lleva aparejados una serie de inconvenientes que se han de tener en cuenta en el análisis comparativo de soluciones, como son:

- No existe cesión de patente.
- Su comportamiento a velocidades superiores a 160 km/h no ha sido contrastado suficientemente.
- La vía exige un mayor mantenimiento.
- Mayor peso propio (400 kg).
- La asimetría de las cargas implica un mayor deterioro de la superestructura en general.
- Al no coincidir el eje del ancho internacional y el del ancho convencional pueden presentar problemas de gálibos cinemáticos y de obstáculos.
- Los desequilibrios de carga elevan los problemas de nivelación y alineación, especialmente en lo relativo a estabilidad de los peraltes.
- El caso del tercer carril está recogido en las especificaciones técnicas de interoperabilidad como caso específico sin apenas desarrollo.
- No existe maquinaria característica para el bateo, perfilado y estabilización de dicho tipo de vía, teniendo que ser utilizadas bateadoras de desvíos.
- Los costes generados en los materiales, montaje y mantenimiento son superiores, en torno a un 40%, dependiendo del coste al que nos refiramos.

### 3.2.2. Sujeciones

Con respecto a las sujeciones, hay que tener en cuenta que el centro de geometría de la placa de asiento del carril tendrá una excentricidad máxima, en los dos carriles contiguos, de 15 mm con respecto al eje de la traviesa, con independencia de la distancia a ese mismo eje que tengan los puntos de anclaje.

La tipología utilizada para traviesas a partir de la de tipo AM-05, es el tipo Vossloh Mejorada (VM) adaptada a la traviesa de tres carriles.



Figura 14. Sujeciones tipo Vossloh mejorada

### 3.2.3. Cambiadores de hilo

Se trata de aparatos de vía que en posición normal permite la circulación de trenes de ancho ibérico y en posición invertida permiten que los trenes de ancho estándar cambien de hilo, pasando a situarse a la derecha o izquierda de la vía, en función del lado donde se encuentre instalado el tercer hilo en el sentido de la marcha.

### 3.2.4. Afección a la catenaria

La diferencia entre los ejes de la vía es de 116.5 mm. Esto provoca la existencia de un eje de vehículo y otro de vía, diferente para cada ancho, por lo que se requerirán diferentes anchuras de pantógrafos.

Si existen dos tensiones de tracción diferentes, se genera la necesidad de material móvil bitensión (trenes autopropulsados S100, S120, S121 y S130 y locomotoras S-252) o instalar los dos hilos de contacto y un sustentador con más sección que demanda la alimentación a 3 kV.

## 4. ESQUEMA FUNCIONAL FUTURO

Se han definido 2 posibles esquemas funcionales base para la nueva línea Bilbao Santander teniendo en cuenta las características de las infraestructuras ferroviarias existentes y futuras con las que conectarán en sus extremos:

- Línea de tráfico mixto, en ancho ibérico, con cambiador en Abando
- Línea de tráfico mixto, en anchos ibérico y mixto, con cambiador en Castro

Los esquemas funcionales consideran las paradas en Castro Urdiales y Laredo. Dado que la demanda del corredor se concentra en las relaciones entre Bilbao y Castro Urdiales, y teniendo presentes los impactos ambientales y en tiempos de recorrido ocasionados por el paso por Laredo, también se ha considerado conveniente analizar soluciones en las que no existiese esa parada.

Adicionalmente, se ha considerado importante confirmar que la decisión de que la línea preste servicio al tráfico mixto no penalice los tiempos de recorrido para los viajeros, y por ello se ha analizado un esquema adicional de línea de tráfico exclusivo de viajeros.

- Línea de tráfico exclusivo de viajeros, en anchos ibérico y mixto, con cambiador en Castro

### 4.1. Línea de tráfico mixto, en ancho ibérico, con cambiador en Abando

Este escenario considera que toda la línea Bilbao-Santander se desarrollará en ancho ibérico, desde su conexión con la línea Palencia-Santander hasta su conexión con la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao.

Los trenes de viajeros con origen en Santander discurrirán en ancho ibérico por la línea Palencia-Santander y la nueva línea Bilbao-Santander, hasta enlazar con la VSF de Bilbao, en ancho mixto. Los trenes accederán a la cabecera del nivel -2 de la futura estación de Bilbao- Abando, en ancho estándar, por lo que será preciso contar con un cambiador de ancho antes de acceder a la playa de vías.

Un posible servicio lanzadera de viajeros entre Bilbao y Castro Urdiales requerirá que todos los trenes de viajeros tengan que pasar por el cambiador de ancho, lo que aumentará los tiempos de recorrido y los costes de explotación.

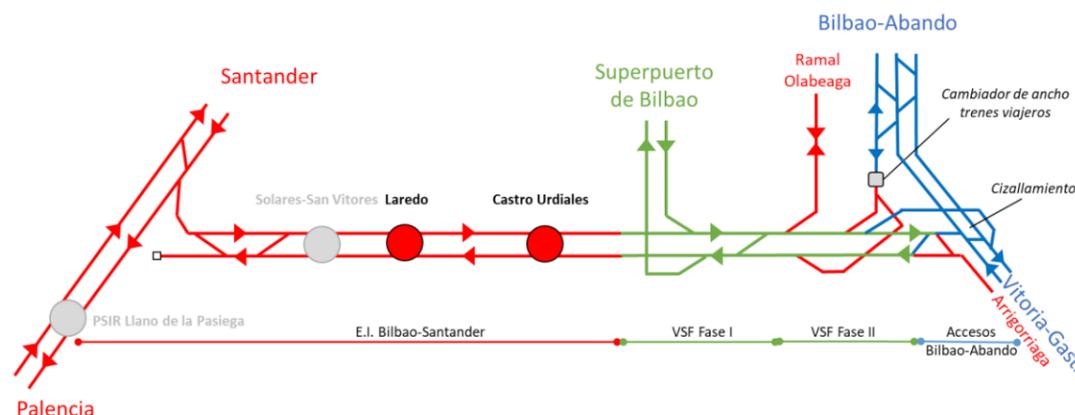


Figura 15. Esquema tráfico mixto en ancho ibérico y cambiador en Abando

Los trenes de mercancías con origen en Santander discurrirán en ancho ibérico por la línea Palencia-Santander y la nueva línea Bilbao-Santander hasta enlazar con la VSF de Bilbao, en ancho mixto, desde la que enlazarán de nuevo en ancho ibérico con la línea Castejón-Bilbao Abando en la estación de Arrigorriaga. En todo ese itinerario no requerirán realizar ninguna operación de cambio de ancho.

El tráfico mixto limitará la máxima velocidad de circulación de los trenes de viajeros a 200 km/h entre Guarnizo y la conexión con la VSF de Bilbao, a partir de la que la velocidad máxima no superará los 160 km/h por la vía mixta.

Hay que señalar que el encaje del cambiador de ancho en la entrada a la estación de Abando puede resultar comprometido por el poco espacio disponible.

#### 4.2. Línea de tráfico mixto en ancho ibérico y mixto, con cambiador en Castro

Este escenario considera que la línea Bilbao-Santander se desarrollará en ancho ibérico desde su conexión con la línea Palencia-Santander hasta el oeste de la estación de Castro Urdiales, donde se ha previsto un cambiador de ancho. Desde ahí la línea continuará en ancho mixto hasta enlazar con la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao.

Los trenes de viajeros con origen en Santander discurrirán en ancho ibérico por la línea Palencia-Santander y la nueva línea Bilbao-Santander hasta el cambiador de ancho de Castro Urdiales. Desde ahí continuarán en ancho estándar, sobre una superestructura en ancho mixto, hasta enlazar con la VSF de Bilbao. Los trenes accederán directamente a la cabecera del nivel -2 de la futura estación de Bilbao-Abando, en ancho estándar.

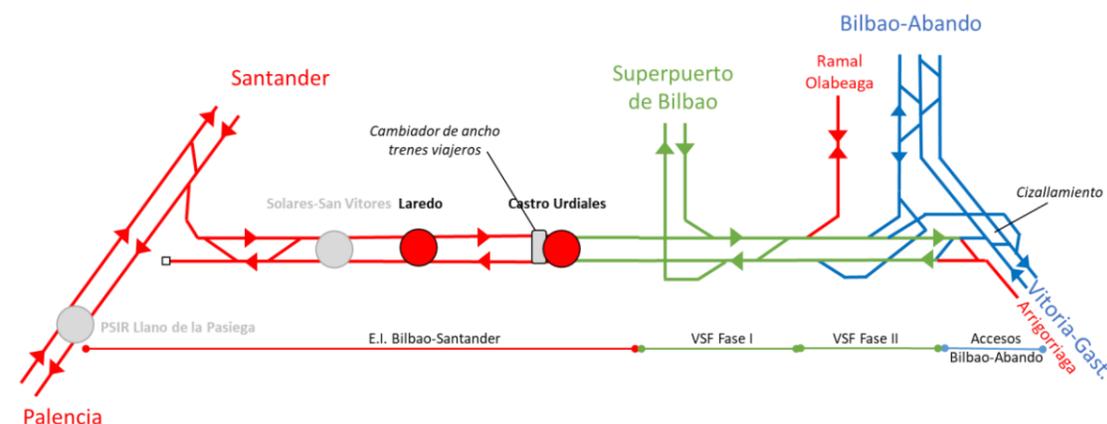


Figura 16. Esquema tráfico mixto en ancho ibérico y cambiador en Abando

Será posible establecer un servicio lanzadera de viajeros entre Bilbao y Castro Urdiales sin requerir ninguna operación de cambio de ancho. Sólo los trenes que vayan a continuar hacia Santander tendrán que pasar por el cambiador de ancho de Castro Urdiales.

Los trenes de mercancías con origen en Santander discurrirán en ancho ibérico por la línea Palencia-Santander y la línea Bilbao-Santander hasta Castro Urdiales, y desde allí continuarán en ancho ibérico, sobre una superestructura en ancho mixto hasta enlazar con la VSF de Bilbao, también en ancho mixto, desde la que enlazarán en ancho ibérico con la línea Castejón-Bilbao Abando en la estación de Arrigorriaga. En todo ese itinerario no requerirán realizar ninguna operación de cambio de ancho.

El tráfico mixto limitará la máxima velocidad de circulación de los trenes de viajeros a 200 km/h entre Guarnizo y el oeste de Castro Urdiales. Desde ese punto hasta el final del tramo la velocidad máxima será de 160 km/h por las limitaciones derivadas de la vía mixta.

### 4.3. Línea de tráfico exclusivo de viajeros, en anchos ibéricos y estándar, con cambiador en Castro

Si bien uno de los requisitos de la actuación es que la línea sea para tráfico mixto, se ha considerado conveniente analizar cómo se verían afectados su configuración, los tiempos de recorrido y el coste de inversión en el caso en el que se hubiera optado por una línea exclusiva de viajeros.

Este escenario considera que la línea Bilbao-Santander será para uso exclusivo de viajeros y se desarrollará en ancho ibérico desde su conexión con la línea Palencia-Santander hasta el oeste de la estación de Castro Urdiales, donde se ha previsto un cambiador de ancho. Desde ahí la línea continuará en ancho estándar hasta enlazar con la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao, en ancho mixto.

Los trenes de viajeros con origen en Santander discurrirán en ancho ibérico por la línea Palencia-Santander y la nueva línea Bilbao-Santander hasta el cambiador de ancho de Castro Urdiales. Desde ahí continuarán en ancho estándar hasta enlazar con la VSF de Bilbao en ancho mixto. Los trenes continúan accediendo directamente a la cabecera del nivel -2 de la futura estación de Bilbao-Abando.

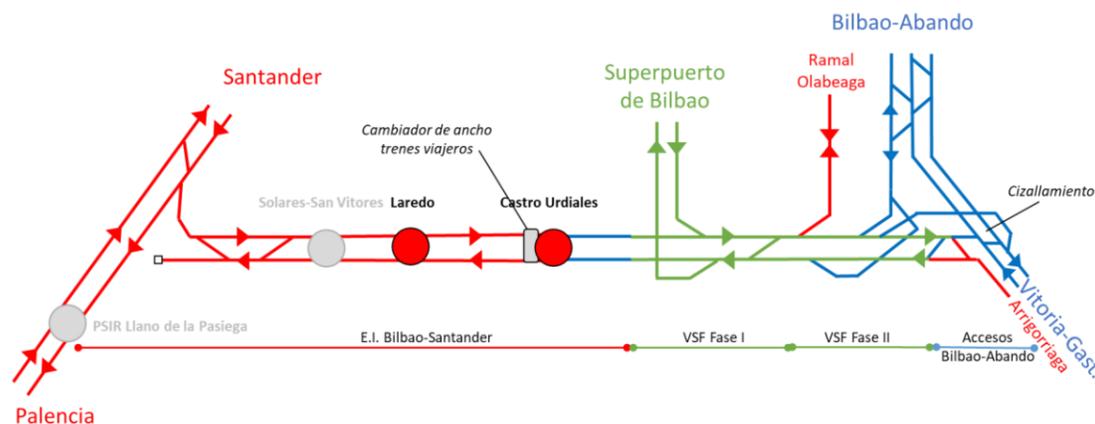


Figura 17. Esquema tráfico exclusivo de viajeros

Al igual que en el caso anterior, será posible establecer un servicio lanzadera de viajeros entre Bilbao y Castro Urdiales sin requerir ninguna operación de cambio de ancho, que sólo afectará a los trenes que vayan a continuar hasta Santander.

Los trenes de viajeros podrán circular a una velocidad máxima de 250 km/h entre Guarnizo y la conexión con la VSF de Bilbao. Desde ese punto hasta el final del

tramo la velocidad máxima será de 160 km/h por las limitaciones derivadas de la infraestructura de ancho mixto.

En este caso las mercancías se mantendrán por la línea en ancho métrico existente.

### 4.4. Línea de tráfico exclusivo de viajeros, en ancho ibérico y estándar, con cambiador en Castro y sin parada en Laredo

El presente escenario guarda una similitud funcional con el escenario definido en el apartado 4.3. Uno de los requisitos de la actuación es que la línea para tráfico exclusivo de viajeros tuviera paradas en Laredo y Castro-Urdiales, por lo que se ha considerado conveniente analizar cómo se vería afectada su configuración si no realizara parada en Laredo. Este escenario estudia las soluciones en las que el tren no realiza parada en Laredo, con el fin de identificar los impactos ambientales y los tiempos de recorrido ocasionados por el paso y parada en la estación.

Se considera que la línea Bilbao-Santander será para uso exclusivo de viajeros y se desarrollará en ancho ibérico desde su conexión con la línea Palencia-Santander hasta el oeste de la estación de Castro Urdiales, donde se ha previsto un cambiador de ancho. Desde ahí la línea continuará en ancho estándar hasta enlazar con la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao, en ancho mixto.

Al igual que en el caso anterior, los trenes continuarán accediendo directamente a la cabecera del nivel -2 de la futura estación de Bilbao-Abando. Además, también será posible establecer un servicio de lanzadera de viajeros entre Bilbao y Castro Urdiales sin requerir ninguna operación de cambio de ancho, que sólo afectará a los trenes que vayan a continuar hasta Santander.

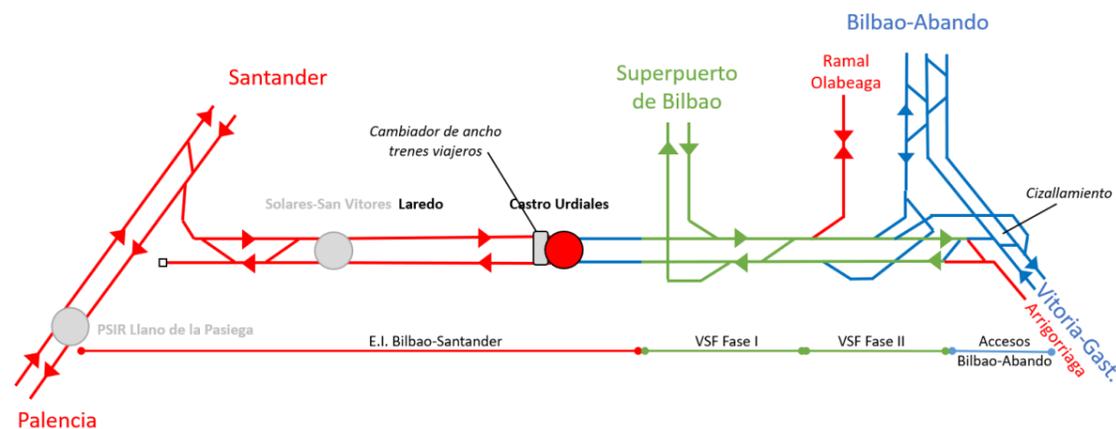


Figura 18. Esquema funcional de línea de tráfico exclusivo de viajeros, en ancho ibérico, con cambiador en Castro Urdiales y sin Parada en Laredo

Los trenes de viajeros podrán circular a una velocidad máxima de 250 km/h entre Guarnizo y la conexión con la VSF de Bilbao. Desde ese punto hasta el final del tramo la velocidad máxima será de 160 km/h por las limitaciones derivadas de la infraestructura de ancho mixto.

## 5. SIMULACIONES DE MARCHA

Las simulaciones de marcha tipo son curvas de distancia – velocidad y distancia – tiempo, en las cuales, se toman en cuenta para su elaboración:

- Datos dinámicos del tren, como son la aceleración máxima y la desaceleración de servicio.
- Trazo y perfil de la línea ferroviaria, con la ubicación de las estaciones.

Ambas interactúan de modo que la velocidad que desarrolla el vehículo ferroviario lo largo de un trazado no es sino el resultado de conjugar las características de una y otro.

El trazado se compone de una sucesión de elementos geométricos – en planta y alzado – cuyo empleo como guía por un móvil supone la aparición sobre éste de una serie de aceleraciones y esfuerzos, fruto de la presencia de curvaturas, pendientes y peraltes.

Por otro lado, la capacidad de movimiento de los móviles ferroviarios radica en la potencia de los motores de sus elementos de tracción. El comportamiento mecánico de los motores, unido a las características del material que arrastra, determina el modo de avance del móvil.

El cálculo aislado de la velocidad máxima que permite cada elemento del trazado y la consideración independiente de la potencia de una locomotora y su velocidad punta no permiten conocer anticipadamente cual va a ser el comportamiento del tren a lo largo del trayecto y, en particular, cuales las velocidades que va a desarrollar durante el mismo que, en última instancia, serán las que determinen el tiempo de viaje.

Para poder conocer anticipadamente la aptitud real del trazado para ser recorrido en su conjunto a una cierta velocidad se empleará el programa STREN desarrollado internamente en SENER.

Esta simulación ofrece la posibilidad de calcular los tiempos totales o parciales de recorrido de diferentes móviles y conocer la velocidad que desarrollan en cada punto del trazado.

Con esta información pueden optimizarse las modificaciones del trazado de modo que se adecuen de una forma mucho más precisa a las exigencias reales de los móviles para circular a la velocidad especificada.

Tras la realización de simulaciones se obtendrán unas gráficas donde en el eje de las abscisas se representa la longitud de la inter-estación dado en metros, y en el eje de las ordenadas se representan las velocidades en km/h y el tiempo dado en segundos.

Asimismo, en la parte baja de la gráfica se representa el trazado de la línea con el perfil correspondiente de cada inter-estación.

Los límites de velocidad impuestos por la vía están representados en la parte de las curvas.

Estas marchas tipo o también conocidas como “simulaciones de marcha de trenes” se elaboran para cada una de las inter-estaciones por ambas vías, las cuales son básicas para el desarrollo del proyecto de otras especialidades.

Para el desarrollo de las simulaciones de los trenes se tomaron en cuenta las siguientes características del material rodante.

- Longitud máxima del tren:
- Aceleración máxima
- Desaceleración de servicio:
- Coeficiente de inercia
- Velocidad máxima a la entrada de estación
- Capacidad del tren
- Masa del tren en vacío
- Formula de resistencia al avance:

Por otra parte, al tener la simulación de marcha de los trenes se obtendrá la Velocidad Comercial y con esto se realizará el cálculo de número de trenes necesarios para la operación.

### 5.1. Objeto

El objeto de las simulaciones de marcha es obtener los tiempos de recorrido de las diferentes composiciones simuladas. Los tiempos obtenidos servirán también para el cálculo de capacidad de la línea.

### 5.2. Metodología

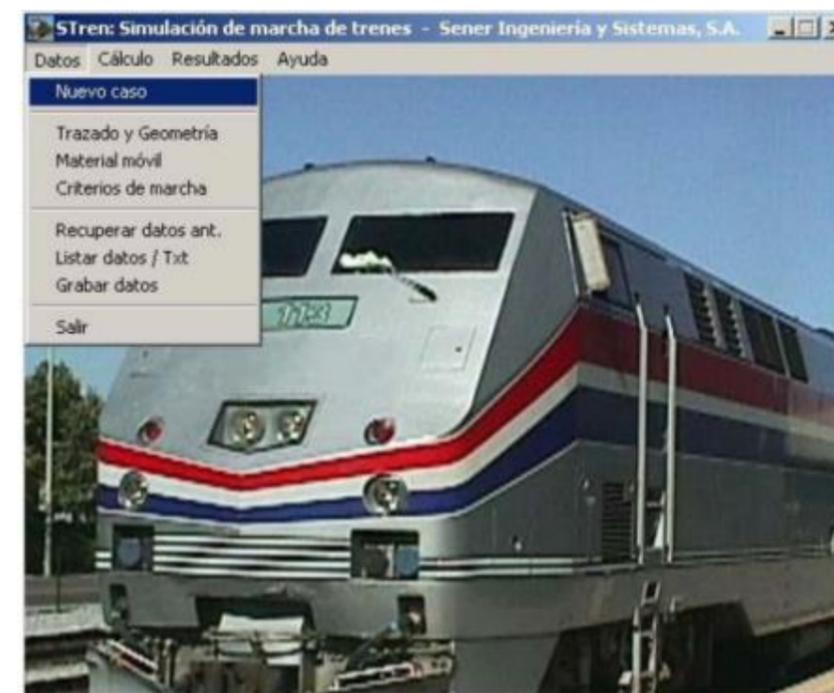
Con el objeto de analizar los tiempos de recorrido se ha procedido a la realización de una serie de simulaciones de marcha tipo. De esta manera se obtiene con precisión los valores de energía consumida, velocidad, aceleración, esfuerzos, etc en cada escenario estudiado.

El movimiento del tren considerado a lo largo del trazado propuesto se ha simulado mediante el modelo STREN, desarrollado internamente en SENER y aplicado con éxito en numerosos proyectos ferroviarios.

El movimiento del material móvil a lo largo del trazado analizado depende de:

- Características del material móvil.
- Características del trazado.
- Criterios de diseño o explotación

Los resultados obtenidos y recogidos en este documento serán de utilizad para los estudios de explotación, incluyendo el dimensionamiento de la flota del material móvil necesaria.



### 5.3. Programa de simulación de marcha

El modelo de simulación, basándose en la información anterior, plantea la ecuación del movimiento, calculando en cada momento la posición, utilización de motores y/o frenos, aceleración, energía consumida, etc.

La ecuación del movimiento del material móvil, que se resuelve numéricamente, utiliza como variable independiente: bien tiempo o bien velocidad, de acuerdo con las circunstancias particulares del punto de trazado. En concreto, se utiliza la siguiente información:

- Características del material móvil:
  - Curvas de tracción y frenado en función de la velocidad de marcha.
  - Curva de intensidad demandada en función del esfuerzo tractor/velocidad.
  - Curva de adherencia en función de la velocidad de marcha.
  - Ecuación de resistencia frente al avance.
  - Peso total, peso adherente, coeficiente de masas giratorias, número total de ejes, longitud total, sección frontal del vehículo y coeficiente de resistencia aerodinámica.
- Características del trazado:
  - Alineaciones y radios de curvatura en planta.
  - Perfil longitudinal del trazado.
  - Localización de estaciones
  - Peraltes
- Criterios de simulación:
  - Velocidad máxima de operación de acuerdo con una tolerancia de cálculo especificada.

- Aceleración, deceleración y sobreaceleración (“jerk”) máximas de operación.
- Aceleración máxima transversal no compensada a nivel de vía.
- Máxima variación de dicha aceleración transversal no compensada.
- Aceleración vertical máxima.
- Tiempos de parada en cada una de las estaciones.
- Limitaciones funcionales de velocidad, distintas de las que puedan resultar por la existencia de curvatura en planta.
- Puntos del trazado a partir de los cuales se desea que se inicie un posible régimen de deriva del tren.

El cálculo tiene su origen en la Ecuación Fundamental de la Dinámica:

$$F = m \times a$$

Donde:

- F es la fuerza (KN).  $F = \text{Tracción (o frenado)} - \text{Resistencias} = F_i - [R_n + (R_r + R_c + R_t)]$
- $F_i$ : Fuerza de tracción  $F_t$  (si es positiva) o fuerza de frenado  $F_{fr}$  (si es negativa).
- $R_n$ : Resistencia en marcha normal.
- $R_r$ : Resistencia adicional en rampa.
- $R_c$ : Resistencia adicional en curva.
- $R_t$ : Resistencia adicional en túnel.
- M (kg): masa del tren = peso (KN) / g, siendo g la aceleración de la gravedad. ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ )

Partiendo de dicha expresión, y procediendo por incrementos finitos de tiempo, el programa calcula los diferentes parámetros de marcha (velocidad y aceleración, etc), así como la posición del tren en cada instante, con las restricciones o condicionantes impuestos en cada momento y posición.

#### 5.4. Criterios de marcha y explotación

Se indican a continuación los parámetros utilizados para realizar las simulaciones, conforme a la NAP 1-2-1.0 *Metodología para el diseño del trazado ferroviario (1ª edición, enero 2021)*. Los principales parámetros geométricos usados en las simulaciones son los siguientes:

- Peralte máximo considerado: 140 mm.
  - Peralte de referencia ancho estándar: 140 mm
  - Peralte de referencia ancho Ibérico: 150 mm
- Ancho de vía:
  - Estándar (UIC): 1435 mm
  - Ibérico: 1668 mm
- Aceleración transversal sin compensar considerada ( $A_q$  Max): 0,52/0,65 m/s<sup>2</sup>, según se trate de un tren de pasajeros / trenes de mercancías respectivamente.
- Insuficiencia de peralte máxima considerada ( $I$  Max): 80/100 mm
  - Insuficiencia de peralte referencia ancho estándar (UIC): 80/100 mm
  - Insuficiencia de peralte referencia ancho Ibérico: 92/115 mm

Las consideraciones de explotación para la realización de las simulaciones han sido las siguientes:

- Velocidad máxima: variable según el material móvil.
- Los servicios se prestarán con trenes S-130.

- Se ha realizado una simulación para mercancías con una carga remolcada de aproximadamente 1.100 Toneladas Brutas Remolcadas (TBR).
- Se ha establecido un margen de explotación de 3 minutos cada 100 km (aproximadamente un 10%) para todas las simulaciones.
- Las composiciones circulan con la mayor velocidad posible que le permitan los condicionantes exteriores (radios, pendientes, aparatos de vía, etc) y los escenarios funcionales simulados.

Las simulaciones se han realizado con el siguiente material rodante: S-130.

La **serie 130 de Renfe** es una serie de trenes adquiridos para ofrecer el servicio Renfe Alvia de Renfe Operadora, o lo que es lo mismo, servicios de alta velocidad de media distancia o regionales, que antes se denominaban Lanzaderas AVE.

Cada tren cuenta con 11 coches que se distribuyen entre las clases Preferente, Turista y Cafetería, ofertando un total de 299 plazas.

Han sido fabricados entre Talgo y Bombardier.

Cuenta con dos cabezas motrices compuesta cada una por dos bogies (tipo B' B'), formando un total de ocho motores que desarrollan en conjunto 4.800 kW con tensión de 25 kv en corriente alterna y 4.000 kW con tensión de 3 kv en corriente continua.



Figura 19. Tren serie S-130

Es necesario indicar que se han considerado las restricciones de velocidad que imponen los cambiadores de ancho y las propias del tipo de explotación. Estas restricciones se hacen visibles en los diagramas de marchas tipo:

- Tráfico mixto:
  - Vmax viajeros en ancho ibérico: 200 km/h
  - Vmax viajeros en ancho mixto: 160 km/h
  - Vmax mercancías: 160 km/h
- Tráfico exclusivo de viajeros:
  - Vmax viajeros en ancho ibérico: 250 km/h
  - Vmax viajeros en ancho mixto: 160 km/h
- Tiempo de parada en Laredo y Castro Urdiales: 3 min
- Tiempo de paso por cambiador de ancho: 5 min
- Velocidad de paso por cambiador de ancho: 15 km/h

## 5.5. Trazado en planta y alzado

Los parámetros de trazado en planta y perfil son los definidos en el apéndice de trazado del Estudio de Alternativas.

## 5.6. Tiempos de recorrido

El primer paso en el proceso de simulación ha consistido en la recopilación y tratamiento del trazado analítico de la nueva red ferroviaria de alta velocidad. Seguidamente se han generado los recorridos componiendo cada una de las alternativas en estudio y conectando con los correspondientes tramos existentes, para así lograr recorridos completos por la nueva infraestructura.

Para la propuesta de alternativas se ha tenido en consideración el tipo de explotación (tráfico mixto, exclusivo viajeros y mercancías), así como las condiciones de contorno del trazado. Se plantean dos propuestas de cambiador, siendo la primera de ellas la ubicada en Castro y la segunda en Abando.

Las siguientes tablas muestran, conforme al tipo de alternativa y el tipo de explotación, la ubicación del cambiador de ancho, así como los P.K.s correspondientes a las estaciones:

TRÁFICO	CAMBIADOR	ALTERNATIVA
MIXTO	ABANDO Y CASTRO	<b>Con parada en Laredo pasando por las Marismas de Santoña</b>
		A1. Norte de Peña Cabarga
		A2. Sur de Peña Cabarga
		<b>Con parada en Laredo y sin pasar por las Marismas de Santoña</b>
		B1. Norte de Peña Cabarga
		B2. Sur de Peña Cabarga
EXCLUSIVO VIAJEROS	CASTRO	<b>Sin parada en Laredo y sin pasar por las Marismas de Santoña</b>
		C1. Norte de Peña Cabarga
		C2. Sur de Peña Cabarga
		A1 Mod. Norte de Peña Cabarga

PUNTOS KILOMÉTRICOS				
Alternativas	Estación de Laredo	Cambiador de Ancho en Castro (alternativas 1)	Estación de Castro Urdiales	Cambiador de Ancho en Abando (alternativas 2)
Alternativa A1	36+400	59+600	57+700	
Alternativa A2	48+300	65+980	66+900	
Alternativa B1	48+300	65+980	66+900	
Alternativa B2	52+190	69+600	70+600	
Alternativa C1		58+700	59+700	
Alternativa C2		62+350	63+300	
Alternativa A1 Modificada	36+400	569+900	57+700	

Así, las distancias de recorrido en los trayectos simulados, según las diferentes alternativas, son las indicadas en el siguiente cuadro:

RECORRIDO	DESARROLLO TOTAL (m) VIAJEROS						
	ALTERNATIVAS						
	A1	C1	B1	A2	C2	B2	A1 Mod
SANTANDER-GUARNIZO	10.400	10.400	10.400	10.400	10.400	10.400	10.400
GUARNIZO-LAREDO	36.400		48.300	48.300		52.190	36.400
LAREDO-CASTRO	21.300		18.600	18.600		18.410	21.300
GUARNIZO-CASTRO		59.700			63.300		
CASTRO-VSF FI - FII	16.019	15.870	16.010	16.028	15.961	16.001	16.019
VSF FI-FII - RAMAL ABANDO	11.900	11.900	11.900	11.900	11.900	11.900	11.900
VSF FI - FII - BILBAO	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400
<b>TOTAL</b>	<b>98.419</b>	<b>100.270</b>	<b>107.610</b>	<b>107.628</b>	<b>103.961</b>	<b>111.301</b>	<b>98.419</b>

### 5.6.1. Viajeros

#### 5.6.1.1. Simulaciones de viajeros para tráfico mixto y cambiador de ancho en Abando

Con parada en Laredo pasando por las Marismas de Santoña

A1. Por el norte de Peña Cabarga				
Ida				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	Laredo	0:13:27	0:26:27
	Parada Laredo		0:03:00	0:29:27
3	Laredo	Castro	0:08:38	0:38:05
	Parada Castro		0:03:00	0:41:05
4	Castro	VSF FI - FII	0:06:26	0:47:31
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:52:00
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:57:00
5	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	0:59:52
Vuelta				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
5	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:07:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:12:21
4	VSF FI - FII	Castro	0:06:25	0:18:47
	Parada Castro		0:03:00	0:21:47
3	Castro	Laredo	0:09:30	0:31:16
	Parada Laredo		0:03:00	0:34:16
2	Laredo	Guarnizo	0:13:28	0:47:45
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	1:00:45

A2. Por el sur de Peña Cabarga				
Ida				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	Laredo	0:17:11	0:30:11
	Parada Laredo		0:03:00	0:33:11
3	Laredo	Castro	0:08:41	0:41:53
	Parada Castro		0:03:00	0:44:53
4	Castro	VSF FI	0:06:26	0:51:19
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:55:47
	Paso cambiador ancho		0:05:00	1:00:47
5	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	1:03:40
Vuelta				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
5	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:07:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:12:21
4	VSF FI - FII	Castro	0:06:26	0:18:47
	Parada Castro		0:03:00	0:21:47
3	Castro	Laredo	0:08:41	0:30:28
	Parada Laredo		0:03:00	0:33:28
2	Laredo	Guarnizo	0:17:10	0:50:38
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	1:03:38

Con parada en Laredo y sin pasar por las Marismas de Santoña

B1. Por el norte de Peña Cabarga				
<i>Ida</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	Laredo	0:17:01	0:30:01
	Parada Laredo		0:03:00	0:33:01
3	Laredo	Castro	0:08:41	0:41:43
	Parada Castro		0:03:00	0:44:43
4	Castro	VSF FI	0:06:26	0:51:09
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:55:37
	Paso cambiador ancho		0:05:00	1:00:37
5	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	1:03:30
<i>Vuelta</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
5	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:07:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:12:21
4	VSF FI - FII	Castro	0:06:25	0:18:46
	Parada Castro		0:03:00	0:21:46
3	Castro	Laredo	0:08:41	0:30:28
	Parada Laredo		0:03:00	0:33:28
2	Laredo	Guarnizo	0:17:01	0:50:29
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	1:03:29

B2. Por el sur de Peña Cabarga				
<i>Ida</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	Laredo	0:18:19	0:31:19
	Parada Laredo		0:03:00	0:34:19
3	Laredo	Castro	0:08:38	0:42:57
	Parada Castro		0:03:00	0:45:57
4	Castro	VSF FI	0:06:26	0:52:23
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:56:51
	Paso cambiador ancho		0:05:00	1:01:51
5	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	1:04:44
<i>Vuelta</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
5	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:07:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:12:21
4	VSF FI - FII	Castro	0:06:25	0:18:46
	Parada Castro		0:03:00	0:21:46
3	Castro	Laredo	0:08:38	0:30:24
	Parada Laredo		0:03:00	0:33:24
2	Laredo	Guarnizo	0:18:18	0:51:42
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	1:04:42

Sin parada en Laredo y sin pasar por las Marismas de Santoña

C1. Por el norte de Peña Cabarga				
<i>Ida</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2,3	Guarnizo	Castro	0:20:26	0:33:26
	Parada Castro		0:03:00	0:36:26
4	Castro	VSF FI	0:06:23	0:42:49
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:47:17
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:52:17
5	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	0:55:10
<i>Vuelta</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
5	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:07:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:12:21
4	VSF FI - FII	Castro	0:06:23	0:18:44
	Parada Castro		0:03:00	0:21:44
2,3	Castro	Guarnizo	0:20:26	0:42:10
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:55:10

C2. Por el sur de Peña Cabarga				
<i>Ida</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2,3	Guarnizo	Castro	0:21:38	0:34:38
	Parada Castro		0:03:00	0:37:38
4	Castro	VSF FI	0:06:25	0:44:03
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:48:31
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:53:31
5	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	0:56:24
<i>Vuelta</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
5	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:07:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:12:21
4	VSF FI - FII	Castro	0:06:24	0:18:45
	Parada Castro		0:03:00	0:21:45
2,3	Castro	Guarnizo	0:21:38	0:43:23
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:56:23

En el caso de servicios directos entre Bilbao y Santander, sin paradas ni en Laredo ni Castro Urdiales, los tiempos de recorrido para las alternativas A1, C1 y C2 serían equivalentes y estarían en el entorno de los 50 minutos, suponiendo un ahorro de 10-11 minutos (A1) y 5-6 minutos (C1,C2) frente a los servicios no directos.

Servicios directos Bilbao-Santander sin paradas

A1. Por el norte de Peña Cabarga directo Bilbao-Santander				
<i>Ida</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	VSF FI - FII	0:24:09	0:37:09
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:41:37
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:46:37
3	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	0:49:30
<i>Vuelta</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
3	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:07:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:12:21
2	VSF FI - FII	Guarnizo	0:24:07	0:36:28
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:49:28

C1. Por el norte de Peña Cabarga directo Bilbao-Santander				
<i>Ida</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	VSF FI	0:24:11	0:37:11
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:41:39
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:46:39
3	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	0:49:32
<i>Vuelta</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
3	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:07:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:12:21
2	VSF FI - FII	Guarnizo	0:24:09	0:36:30
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:49:30

C2. Por el sur de Peña Cabarga directo Bilbao-Santander				
<i>Ida</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	VSF FI	0:25:25	0:38:25
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:42:54
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:47:54
3	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	0:50:47
<i>Vuelta</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
3	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:07:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:12:21
2	VSF FI - FII	Guarnizo	0:25:24	0:37:45
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:50:45

Para analizar el impacto que tiene en los tiempos de recorrido la limitación a 200 km/h del tráfico mixto y la parada en Laredo, se han realizado una serie de simulaciones de marchas complementarias con limitación a 250 km/h, cuyos resultados son los siguientes:

Sin parada en Laredo pasando por las Marismas de Santoña

A1. Por el norte de Peña Cabarga sin limitación a 200 km/h y sin parada en Laredo				
<i>Ida</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	Castro	0:18:35	0:31:35
	Parada Castro		0:03:00	0:34:35
3	Castro	VSF FI - FII	0:06:06	0:40:40
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:45:09
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:50:09
4	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	0:53:02
<i>Vuelta</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
4	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:07:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:12:21
3	VSF FI - FII	Castro	0:06:09	0:18:30
	Parada Castro		0:03:00	0:21:30
2	Castro	Guarnizo	0:18:31	0:40:01
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:53:01

Sin parada en Laredo y sin pasar por las Marismas de Santoña

C1. Por el norte de Peña Cabarga sin limitación a 200 km/h y sin parada en Laredo				
<i>Ida</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	Castro	0:18:01	0:31:01
	Parada Castro		0:03:00	0:34:01
3	Castro	VSF FI	0:06:03	0:40:05
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:44:33
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:49:33
4	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	0:52:26
<i>Vuelta</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
4	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:07:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:12:21
3	VSF FI - FII	Castro	0:06:07	0:18:28
	Parada Castro		0:03:00	0:21:28
2	Castro	Guarnizo	0:18:03	0:39:31
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:52:31

C2. Por el sur de Peña Cabarga				
<i>Ida</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	Castro	0:19:15	0:32:15
	Parada Castro		0:03:00	0:35:15
3	Castro	VSF FI	0:06:05	0:41:19
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:45:48
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:50:48
4	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	0:53:41
<i>Vuelta</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
4	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:07:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:12:21
3	VSF FI - FII	Castro	0:06:08	0:18:29
	Parada Castro		0:03:00	0:21:29
2	Castro	Guarnizo	0:19:07	0:40:36
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:53:36

Las simulaciones complementarias sobre las alternativas C1 y C2 muestran que la limitación a 200 km/h del tráfico mixto sólo penaliza los tiempos de recorrido en unos 3 minutos aproximadamente.

Por otra parte, la simulación complementaria sobre la alternativa A1 nos permite evaluar que la eliminación de la parada de Laredo permitiría ahorrar unos 7 minutos al tiempo de recorrido, los 3 minutos de la parada en sí, más la frenada y la aceleración posterior a la parada. Con el fin de verificar que la reducción del tiempo se debe a la parada y no al incremento del límite de velocidad, se procede a realizar la comparación entre las alternativas que realizan parada en Castro y Laredo (A1,A2,B1,B2) y las que únicamente realizan parada en Castro (C1,C2). Se observa que para la relación de alternativas más favorables (A1-C1) la penalización de tiempo de paradas es de 5 minutos, mientras que para la más desfavorable (B2-C2) es de 8 minutos.

De igual forma, se observa en el análisis de la alternativa C1 y C2, sin realizar paradas, que la diferencia de tiempos resultante de la velocidad se encuentra en torno a 3 minutos.

### 5.6.1.2. Simulaciones de viajeros para tráfico mixto y cambiador de ancho en Castro

Con parada en Laredo pasando por las Marismas de Santoña

A1. Por el norte de Peña Cabarga				
<i>Ida</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	Laredo	0:13:27	0:26:27
	Parada Laredo		0:03:00	0:29:27
3	Laredo	Cambiador	0:09:17	0:38:45
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:43:45
4	Cambiador	Castro	0:01:43	0:45:28
	Parada Castro		0:03:00	0:48:28
5	Castro	VSF FI	0:07:15	0:55:43
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	1:00:11
6	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	1:03:04
<i>Vuelta</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
6	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:07:21
5	VSF FI	Castro	0:07:14	0:14:36
	Parada Castro		0:03:00	0:17:36
4	Castro	Cambiador	0:01:43	0:19:19
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:24:19
3	Cambiador	Laredo	0:09:16	0:33:35
	Parada Laredo		0:03:00	0:36:35
2	Laredo	Guarnizo	0:13:28	0:50:03
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	1:03:03

A2. Por el sur de Peña Cabarga				
<i>Ida</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	Laredo	0:17:11	0:30:11
	Parada Laredo		0:03:00	0:33:11
3	Laredo	Cambiador	0:08:25	0:41:36
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:46:36
4	Cambiador	Castro	0:01:51	0:48:27
	Parada Castro		0:03:00	0:51:27
5	Castro	VSF FI	0:07:15	0:58:42
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	1:03:10
6	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	1:06:03
<i>Vuelta</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
6	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:07:21
5	VSF FI	Castro	0:07:15	0:14:36
	Parada Castro		0:03:00	0:17:36
4	Castro	Cambiador	0:01:51	0:19:27
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:24:27
3	Cambiador	Laredo	0:08:25	0:32:52
	Parada Laredo		0:03:00	0:35:52
2	Laredo	Guarnizo	0:17:10	0:53:01
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	1:06:01

Con parada en Laredo y sin pasar por las Marismas de Santoña

B1. Por el norte de Peña Cabarga				
Ida				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	Laredo	0:17:01	0:30:01
	Parada Laredo		0:03:00	0:33:01
3	Laredo	Cambiador	0:08:25	0:41:26
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:46:26
4	Cambiador	Castro	0:01:51	0:48:17
	Parada Castro		0:03:00	0:51:17
5	Castro	VSF FI	0:07:14	0:58:31
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	1:02:59
6	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	1:05:52
Vuelta				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
6	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:07:21
5	VSF FI	Castro	0:07:14	0:14:35
	Parada Castro		0:03:00	0:17:35
4	Castro	Cambiador	0:01:51	0:19:26
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:24:26
3	Cambiador	Laredo	0:08:25	0:32:51
	Parada Laredo		0:03:00	0:35:51
2	Laredo	Guarnizo	0:17:01	0:52:52
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	1:05:52

B2. Por el sur de Peña Cabarga				
Ida				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	Laredo	0:18:19	0:31:19
	Parada Laredo		0:03:00	0:34:19
3	Laredo	Cambiador	0:08:20	0:42:39
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:47:39
4	Cambiador	Castro	0:01:56	0:49:34
	Parada Castro		0:03:00	0:52:34
5	Castro	VSF FI	0:07:14	0:59:49
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	1:04:17
6	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	1:07:10
Vuelta				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
6	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:07:21
5	VSF FI	Castro	0:07:14	0:14:35
	Parada Castro		0:03:00	0:17:35
4	Castro	Cambiador	0:01:56	0:19:31
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:24:31
3	Cambiador	Laredo	0:08:20	0:32:51
	Parada Laredo		0:03:00	0:35:51
2	Laredo	Guarnizo	0:18:18	0:54:09
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	1:07:09

Sin parada en Laredo y sin pasar por las Marismas de Santoña

C1. Por el norte de Peña Cabarga				
Ida				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2,3	Guarnizo	Cambiador	0:20:08	0:33:08
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:38:08
4	Cambiador	Castro	0:01:56	0:40:03
	Parada Castro		0:03:00	0:43:03
5	Castro	VSF FI	0:07:11	0:50:15
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:54:43
6	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	0:57:36
Vuelta				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
6	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:07:21
5	VSF FI	Castro	0:07:11	0:14:32
	Parada Castro		0:03:00	0:17:32
4	Castro	Cambiador	0:01:56	0:19:28
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:24:28
2,3	Cambiador	Guarnizo	0:20:08	0:44:36
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:57:36

C2. Por el sur de Peña Cabarga				
Ida				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2,3	Guarnizo	Cambiador	0:21:21	0:34:21
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:39:21
4	Cambiador	Castro	0:01:52	0:41:13
	Parada Castro		0:03:00	0:44:13
5	Castro	VSF FI	0:07:13	0:51:27
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:55:55
6	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	0:58:48
Vuelta				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
6	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:07:21
5	VSF FI	Castro	0:07:13	0:14:34
	Parada Castro		0:03:00	0:17:34
4	Castro	Cambiador	0:01:52	0:19:27
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:24:27
2,3	Cambiador	Guarnizo	0:21:21	0:45:48
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:58:48

Realizar servicios directos supondría un ahorro entre 10 minutos (A1) y 4-5 minutos (C1,C2) frente a servicios no directos.

En el caso de servicios directos entre Bilbao y Santander, sin paradas ni en Laredo ni Castro Urdiales, los tiempos de recorrido se incrementan entre 3 y 4 minutos frente a las alternativas con el cambiador de ancho en Abando.

Servicios directos Bilbao-Santander sin paradas

A1. Por el norte de Peña Cabarga				
Ida				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	Cambiador	0:20:02	0:33:02
Paso cambiador ancho			0:05:00	0:38:02
3	Cambiador	VSF FI	0:07:32	0:45:35
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:50:03
4	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	0:52:56
Vuelta				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
4	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:07:21
3	VSF FI	Cambiador	0:07:32	0:14:54
Paso cambiador ancho			0:05:00	0:19:54
2	Cambiador	Guarnizo	0:20:02	0:39:55
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:52:55
C1. Por el norte de Peña Cabarga				
Ida				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	Cambiador	0:20:00	0:33:00
Paso cambiador ancho			0:05:00	0:38:00
3	Cambiador	VSF FI	0:07:34	0:45:34
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:50:02
4	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	0:52:55
Vuelta				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
4	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:07:21
3	VSF FI	Cambiador	0:07:34	0:14:55
Paso cambiador ancho			0:05:00	0:19:55
2	Cambiador	Guarnizo	0:19:59	0:39:54
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:52:54
C2. Por el sur de Peña Cabarga				
Ida				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	Cambiador	0:21:14	0:34:14
Paso cambiador ancho			0:05:00	0:39:14
3	Cambiador	VSF FI	0:07:35	0:46:48
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:51:17
4	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	0:54:09
Vuelta				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
4	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:07:21
3	VSF FI	Cambiador	0:07:34	0:14:55
Paso cambiador ancho			0:05:00	0:19:55
2	Cambiador	Guarnizo	0:21:12	0:41:08
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:54:08

Para analizar el impacto que tiene en los tiempos de recorrido la limitación a 200 km/h del tráfico mixto y la parada en Laredo, se han realizado una serie de simulaciones de marchas complementarias. En este caso sigue operativa la limitación a 160 km/h desde Castro hasta Bilbao por el tercer carril:

Sin parada en Laredo pasando por las Marismas de Santoña

A1. Por el norte de Peña Cabarga sin limitación a 200 km/h y sin parada en Laredo				
Ida				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	Cambiador	0:18:23	0:31:23
Paso cambiador ancho			0:05:00	0:36:23
3	Cambiador	Castro	0:01:43	0:38:07
Parada Castro			0:03:00	0:41:07
4	Castro	VSF FI	0:07:15	0:48:21
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:52:49
5	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	0:55:42
Vuelta				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
5	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:07:21
4	VSF FI	Castro	0:07:14	0:14:36
Parada Castro			0:03:00	0:17:36
3	Castro	Cambiador	0:01:43	0:19:19
Paso cambiador ancho			0:05:00	0:24:19
2	Cambiador	Guarnizo	0:18:19	0:42:38
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:55:38

Sin parada en Laredo y sin pasar por las Marismas de Santoña

C1. Por el norte de Peña Cabarga sin limitación a 200 km/h y sin parada en Laredo				
Ida				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	Cambiador	0:17:47	0:30:47
Paso cambiador ancho			0:05:00	0:35:47
3	Cambiador	Castro	0:01:56	0:37:43
Parada Castro			0:03:00	0:40:43
4	Castro	VSF FI	0:07:11	0:47:54
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:52:22
5	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	0:55:15
Vuelta				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
5	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:07:21
4	VSF FI	Castro	0:07:11	0:14:32
Parada Castro			0:03:00	0:17:32
3	Castro	Cambiador	0:01:56	0:19:28
Paso cambiador ancho			0:05:00	0:24:28
2	Cambiador	Guarnizo	0:17:48	0:42:16
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:55:16

C2. Por el sur de Peña Cabarga sin limitación a 200 km/h y sin parada en Laredo				
Ida				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	Cambiador	0:19:01	0:32:01
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:37:01
3	Cambiador	Castro	0:01:52	0:38:53
	Parada Castro		0:03:00	0:41:53
4	Castro	VSF FI	0:07:13	0:49:07
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:53:35
5	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	0:56:28
Vuelta				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
5	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:07:21
4	VSF FI	Castro	0:07:13	0:14:34
	Parada Castro		0:03:00	0:17:34
3	Castro	Cambiador	0:01:52	0:19:27
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:24:27
2	Cambiador	Guarnizo	0:18:53	0:43:20
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:56:20

Las simulaciones complementarias sobre las alternativas C1 y C2 muestran que la limitación a 200 km/h del tráfico mixto apenas penaliza los tiempos de recorrido. Esto se debe a que desde Castro la velocidad estará limitada a 160 km/h debido a la implantación del tercer carril.

Por otra parte, la simulación complementaria sobre la alternativa A1 nos permite confirmar de nuevo que la eliminación de la parada de Laredo permitiría ahorrar unos 5 minutos al tiempo de recorrido.

### 5.6.1.3. Conclusiones comparativa cambiador en Abando y Castro

A título de resumen, en la *Tabla 7* se muestra la relación del tiempo de recorrido para cada una de las diferentes alternativas:

*Tabla 7. Tiempos de recorrido tráfico mixto entre estaciones.*

Alternativa	Longitud completa (m)	I/V (1)	Cambiador Abando		Cambiador Castro	
			Realizando paradas	Sin paradas	Vmáx= 200 km/h y V máx = 160 km/h (3er carril)	
					Realizando paradas	Sin paradas
Alternativa A1	73.719	I	0:59:52	0:49:30	1:03:04	0:52:56
			V	1:00:45	0:49:28	1:03:03
Alternativa A2	82.928	I	1:03:40		1:06:03	
			V	1:03:38		1:06:01
Alternativa B1	82.910	I	1:03:30		1:05:52	
			V	1:03:29		1:05:52
Alternativa B2	86.601	I	1:04:44		1:07:10	
			V	1:04:42		1:07:09
Alternativa C1	75.570	I	0:55:10	0:49:32	0:57:36	0:52:55
			V	0:55:10	0:49:30	0:57:36
Alternativa C2	79.261	I	0:56:24	0:50:47	0:58:48	0:54:09
			V	0:56:23	0:50:45	0:58:48

Las principales conclusiones que se pueden extraer de este análisis son:

- Cualquier de los 6 corredores analizados permitiría obtener tiempos de recorrido entre Santander y Bilbao, parando en Laredo y Castro Urdiales, en el entorno de la hora.
- Los servicios directos entre Santander y Bilbao sin paradas intermedias en Laredo y Castro Urdiales podrían realizarse en unos 50 minutos.
- Los tiempos de ida (Santander-Bilbao) y vuelta (Bilbao-Santander) son parejos.
- Suprimir las paradas de Laredo y Castro reduciría los tiempos de recorrido de las alternativas A1 y A2 en unos 10 minutos.
- Las alternativas C1 y C2 que directamente obvian el paso por Laredo, permitirán una reducción de tiempos de recorrido de unos 4 minutos respecto a las alternativas A1 y A2, y de 8 minutos respecto a las alternativas B1 y B2.

- Las alternativas B1 y B2 es la que presenta un mayor desarrollo, y la que menos competitiva resulta en relación al tiempo de recorrido.
- Las diferencias de tiempos de recorrido reflejan aproximadamente las variaciones que se reflejaban en los desarrollos de cada una de las alternativas. Los tiempos menores de cada recorrido se corresponden con los desarrollos más cortos en planta y con los perfiles longitudinales óptimos.
- El tercer carril, que supone una limitación de velocidad a 160 km/h, sólo penaliza los tiempos de recorrido en unos 3 minutos. En fases posteriores podría ser interesante analizar el impacto de reducir la velocidad de diseño a 160 km/h en los tiempos de recorrido y en el presupuesto de las obras, por una mayor adaptabilidad del diseño a la singular orografía del área en estudio.

#### 5.6.1.4. Simulaciones de viajeros para tráfico exclusivo de viajeros y cambiador de ancho en Castro

El trazado de la Alternativa 1 Modificada en planta es el mismo que el de la Alternativa 1, pero su perfil longitudinal se modificó con pendientes máximas de 25 ‰ aptas para tráfico exclusivo de viajeros, frente a las 12,5 ‰ de las alternativas para tráfico mixto.

Para evaluar los beneficios que podría tener en los tiempos de recorrido el considerar un escenario de tráfico exclusivo de viajeros, sin limitaciones de velocidad por compartir la infraestructura con los trenes de mercancías, se desarrolló la alternativa A1 Modificada, obteniendo los siguientes resultados:

Con paradas en Laredo y Castro

A1 Mod. Por el norte de Peña Cabarga				
<i>Ida</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	Laredo	0:12:14	0:25:14
	Parada Laredo		0:03:00	0:28:14
3	Laredo	Cambiador	0:09:03	0:37:18
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:42:18
4	Cambiador	Castro	0:01:43	0:44:01
	Parada Castro		0:03:00	0:47:01
5	Castro	VSF FI	0:06:16	0:53:17
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:57:46
6	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	1:00:38

<i>Vuelta</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
6	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:07:21
5	VSF FI	Castro	0:08:59	0:16:20
	Parada Castro		0:03:00	0:19:20
4	Castro	Cambiador	0:06:12	0:25:32
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:30:32
3	Cambiador	Laredo	0:01:43	0:32:15
	Parada Laredo		0:03:00	0:35:15
2	Laredo	Guarnizo	0:12:13	0:47:28
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	1:00:28

Sin paradas en Laredo y Castro

A1 Mod. Por el norte de Peña Cabarga				
<i>Ida</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	Cambiador	0:18:35	0:31:35
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:36:35
3	Cambiador	VSF FI	0:06:28	0:43:03
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:47:31
4	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	0:50:24
<i>Vuelta</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
4	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:07:21
3	VSF FI	Cambiador	0:18:23	0:25:44
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:30:44
2	Cambiador	Guarnizo	0:06:24	0:37:08
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:50:08

En el caso de servicios directos entre Bilbao y Santander sin paradas, los tiempos de recorrido se reducirían a 50 minutos aproximadamente.

Para analizar el impacto que las limitaciones de velocidad tienen en los resultados, se ha simulado también la alternativa A1 base eliminando la limitación de velocidad de 200 km/h (tráfico mixto), y las paradas en Laredo y Castro Urdiales:

Sin paradas en Laredo y Castro

A1. Por el norte de Peña Cabarga				
Sin limitación de velocidad a 200 km/h				
<i>Ida</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2	Guarnizo	Cambiador	0:18:23	0:31:23
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:36:23
3	Cambiador	VSF FI	0:06:19	0:42:42
	VSF FI - FII	Ramal Abando	0:04:28	0:47:10
4	VSF FI - FII	Bilbao - Abando	0:02:53	0:50:03

Vuelta				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
4	Bilbao - Abando	VSF FI - FII	0:02:53	0:02:53
	Ramal Abando	VSF FI - FII	0:04:28	0:07:21
3	VSF FI	Cambiador	0:06:20	0:13:42
	Paso cambiador ancho		0:05:00	0:18:42
2	Cambiador	Guarnizo	0:18:19	0:37:01
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:50:01

A título de resumen, la *Tabla 8* muestra la comparación con la Alternativa A1 que resulta:

*Tabla 8. Comparativa tráfico mixto y tráfico exclusivo de viajeros entre estaciones.*

Alternativa	Longitud (m)	I/V <sup>(1)</sup>	Cambiador Abando		Cambiador Castro	
			Tráfico mixto	Tráfico exclusivo viajeros	Tráfico mixto	Tráfico exclusivo viajeros
			V <sub>máx</sub> = 200 km/h	V <sub>máx</sub> = 250 km/h	V <sub>máx</sub> = 200 km/h y V <sub>máx</sub> = 160 km/h (3er carril)	V <sub>máx</sub> = 250 km/h
			Realizando paradas	Realizando paradas	Realizando paradas	Realizando paradas
Alternativa A1	73.719	I	0:59:52		1:03:04	
		V	1:00:45		1:03:03	
Alternativa A1 Modificada	73.719	I		0:59:07		1:00:38
		V		0:58:56		1:00:28

- No hay un cambio sustancial en los tiempos de recorrido entre las alternativas A1 y A1 Modificada para una operación de tráfico mixto o tráfico exclusivo de viajeros. La diferencia en los tiempos de recorrido sube a unos 3 minutos cuando el cambiador de ancho se encuentra en Castro Urdiales debido a la limitación de velocidad derivada de la instalación del tercer carril entre Castro y Bilbao.

- La orografía del terreno, las paradas en Laredo y Castro Urdiales, y la mayor pendiente longitudinal permitida para el tráfico exclusivo de viajeros acaban definiendo un escenario en el que no se puede sacar partido a las prestaciones del material rodante, y al final los resultados son muy similares a los de una línea de tráfico mixto.

**5.6.1.5. Resumen de los resultados de las simulaciones de marchas de viajeros**

A modo de resumen, en el cuadro siguiente se muestra la relación de distancia de recorrido, así como el tiempo medio en realizarlo para cada una de las alternativas.

En el **Anexo 1** se adjuntan los diagramas de marchas de las simulaciones de viajeros realizadas, considerando como punto de inicio Santander y punto final la conexión con la Variante Sur Ferroviaria.



Descripción	Alternativa	Longitud (m)	I/V	Tráfico mixto							Tráfico exclusivo viajeros	
				Cambiador Abando			Cambiador Castro				Cambiador Castro	
				V <sub>máx</sub> = 200 km/h	V <sub>máx</sub> = 250 km/h	Sin parada en Laredo	Realizando paradas	Sin paradas	Sin parada en Laredo	Sin paradas	V <sub>máx</sub> = 250km/h	V <sub>máx</sub> = 250 km/h
Con parada en Laredo, pasando por las Marismas	Alternativa A1	73.719	I	0:59:52	0:49:30	0:53:02	1:03:04	0:52:56	0:55:42	0:50:03		
			V	1:00:45	0:49:28	0:53:01	1:03:03	0:52:55	0:55:38	0:50:01		
	Alternativa A2	82.928	I	1:03:40			1:06:03					
			V	1:03:38			1:06:01					
Con parada en Laredo, sin pasar por las Marismas	Alternativa B1	82.910	I	1:03:30			1:05:52					
			V	1:03:29			1:05:52					
	Alternativa B2	86.601	I	1:04:44			1:07:10					
			V	1:04:42			1:07:09					
Sin parada en Laredo, sin pasar por las Marismas	Alternativa C1	75.570	I	0:55:10	0:49:32	0:52:26	0:57:36	0:52:55	0:55:15			
			V	0:55:10	0:49:30	0:52:31	0:57:36	0:52:54	0:55:16			
	Alternativa C2	79.261	I	0:56:24	0:50:47	0:53:41	0:58:48	0:54:09	0:56:28			
			V	0:56:23	0:50:45	0:53:36	0:58:48	0:54:08	0:56:20			
Con parada en Laredo, pasando por las Marismas	Alternativa A1 Modificada	73.719	I								1:00:38	0:50:24
			V									1:00:28

### 5.6.2. Mercancías

La metodología seguida en la realización de simulaciones para trenes de mercancías es análoga a la empleada para los trayectos de viajeros.

Se han considerado recorridos entre Santander y Bilbao, tomando como punto final del recorrido la conexión con la VSF FI-FII. Al tratarse de tráfico de mercancías no se realizan paradas en las estaciones de Castro y Laredo.

Las distancias de recorrido en los trayectos simulados son las representadas en el siguiente cuadro:

RECORRIDO	DESARROLLO TOTAL (m) MERCANCÍAS					
	ALTERNATIVAS					
	A1	C1	B1	A2	C2	B2
SANTANDER-GUARNIZO	10.400	10.400	10.400	10.400	10.400	10.400
GUARNIZO-VSF FI-FII	73.719	75.570	82.909	82.928	79.261	86.601
<b>TOTAL</b>	<b>84.119</b>	<b>85.970</b>	<b>93.309</b>	<b>93.328</b>	<b>89.661</b>	<b>97.001</b>

Las simulaciones se han realizado con la siguiente hipótesis:

- 1 locomotora eléctrica S-253 + 27 plataformas de carga de hasta 22 tn cargadas al 60%, con lo que resulta:
  - Carga remolcada=1.100 TBR aprox.
  - Longitud total del tren (locomotora incluida): 750m aprox.



Figura 20. Locomotora S-253

Respecto al tráfico de mercancías, los trenes en ancho ibérico con origen en Santander utilizarán en una primera etapa la línea Palencia-Santander hasta el entorno de la estación de Guarnizo, desde donde enlazarán con la nueva línea Bilbao-Santander. En Castro Urdiales la línea pasará a ancho mixto, y así se mantendrá hasta conectar con la Variante Sur Ferroviaria (VSF) de Bilbao, también en ancho mixto, desde la que se enlazará con la línea Castejón-Bilbao en la estación de Arrigorriaga, ya en ancho ibérico. En todo este recorrido los trenes de mercancías no necesitarán realizar ningún cambio de ancho.

Los tiempos de recorrido obtenidos se exponen en el cuadro siguiente, diferenciando entre los trayectos de ida y vuelta al tener valores sensiblemente diferentes en algunos casos

A1.Por el norte de Peña Cabarga				
<i>Ida</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2,3,4	Guarnizo	VSF FI - FII	0:36:57	0:49:57
<i>Vuelta</i>				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
2,3,4	VSF FI - FII	Guarnizo	0:35:50	0:35:50
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:48:50

A2.Por el sur de Peña Cabarga				
Ida				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2,3,4	Guarnizo	VSF FI - FII	0:42:23	0:55:23
Vuelta				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
2,3,4	VSF FI - FII	Guarnizo	0:40:55	0:40:55
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:53:55

B1.Por el norte de Peña Cabarga				
Ida				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2,3,4	Guarnizo	VSF FI - FII	0:41:32	0:54:32
Vuelta				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
2,3,4	VSF FI - FII	Guarnizo	0:40:15	0:40:15
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:53:15

B2.Por el sur de Peña Cabarga				
Ida				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2,3,4	Guarnizo	VSF FI - FII	0:44:09	0:57:09
Vuelta				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
2,3,4	VSF FI - FII	Guarnizo	0:42:51	0:42:51
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:55:51

C1.Por el norte de Peña Cabarga				
Ida				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2,3,4	Guarnizo	VSF FI - FII	0:37:35	0:50:35
Vuelta				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
2,3,4	VSF FI - FII	Guarnizo	0:36:20	0:36:20
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:49:20

C2.Por el sur de Peña Cabarga				
Ida				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
1	Santander	Guarnizo	0:13:00	0:13:00
2,3,4	Guarnizo	VSF FI - FII	0:40:14	0:53:14
Vuelta				
Nº	Origen	Destino	Tiempo parcial	Tiempo acumulado
2,3,4	VSF FI - FII	Guarnizo	0:38:57	0:38:57
1	Guarnizo	Santander	0:13:00	0:51:57

**5.6.2.1. Resumen de los resultados de las simulaciones de marchas de mercancías.**

A modo de resumen, en el cuadro siguiente se muestra la relación de distancia de recorrido, así como el tiempo medio en realizarlo para cada una de las alternativas:

Descripción	Alternativa	Longitud (m)	Tráfico mercancías	
			Cambiador Abando	
			V máx= 160 km/h	
			I/V	Sin paradas
Con parada en Laredo, pasando por las Marismas	Alternativa A1	73.719	I	0:49:57
			V	0:48:50
	Alternativa A2	82.928	I	0:55:23
			V	0:53:55
Con parada en Laredo, sin pasar por las Marismas	Alternativa B1	82.910	I	0:54:32
			V	0:53:15
	Alternativa B2	86.601	I	0:57:09
			V	0:55:51
Sin parada en Laredo, sin pasar por las Marismas	Alternativa C1	75.570	I	0:50:35
			V	0:49:20
	Alternativa C2	73.719	I	0:53:14
			V	0:51:57
			V	0:48:50

Del cuadro anterior pueden extraerse las siguientes consideraciones:

- Las diferencias de tiempos de recorrido entre trayectos de ida y vuelta varían ligeramente según el tipo de trazado considerado, con un promedio de variación de 1 minuto y 17 segundos. Esto es lógica consecuencia a partir de un trazado que desniveles muy pequeños entre el origen, destino y puntos de máxima y mínima cota.
- La mayor diferencia en tiempo de recorrido entre ida y vuelta la presenta el Trayecto del Eje 53 a través de la alternativa A2, con una diferencia de 1 minuto y 27 segundos.

En el **Anexo 2** se adjuntan los diagramas de marchas de simulaciones de mercancías realizadas, considerando como punto de inicio Santander y punto final la conexión con la Variante Sur Ferroviaria.



## **ANEXO 1 DIAGRAMAS DE MARCHA - VIAJEROS**

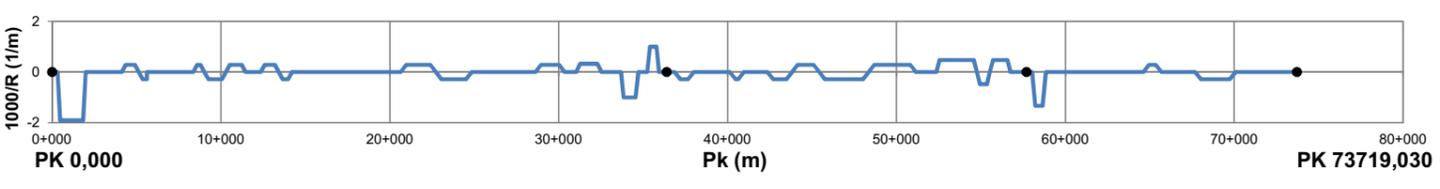
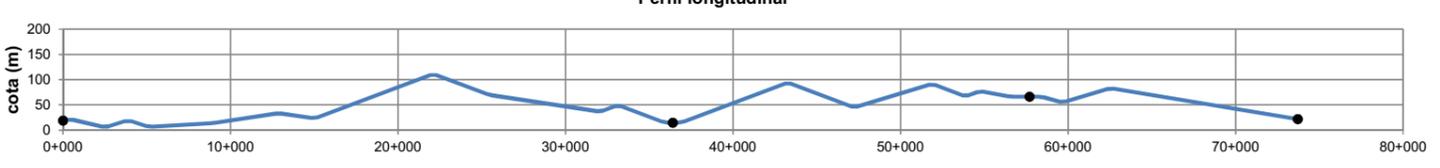
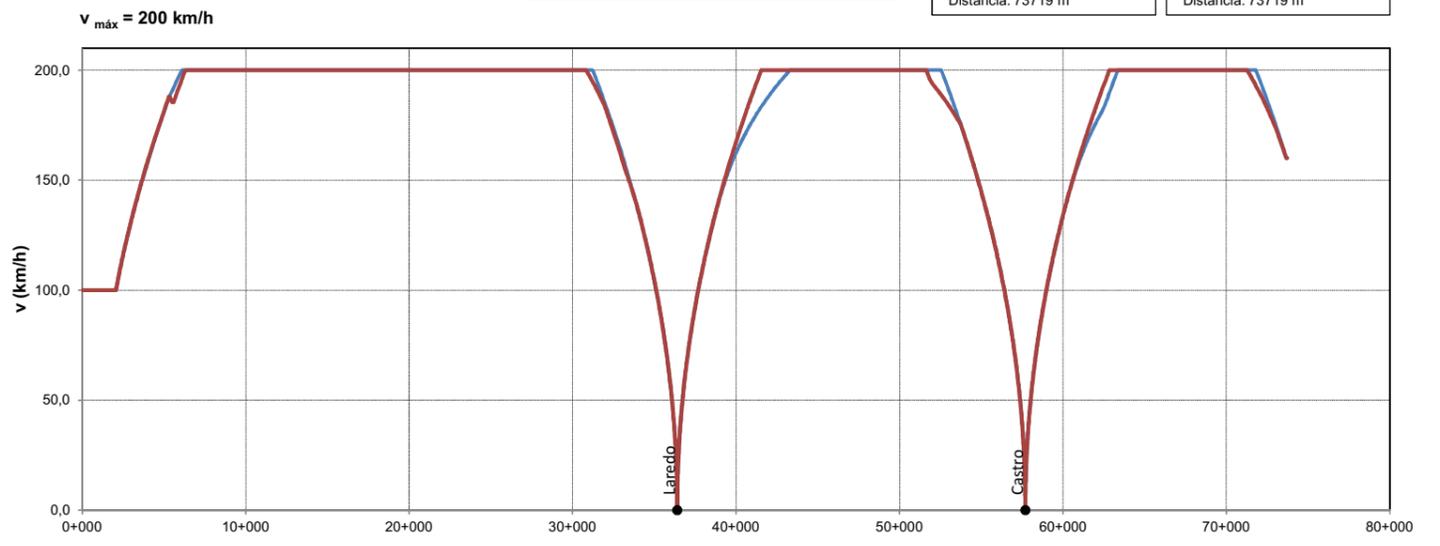
A1\_E50\_Mixto viajeros\_Norte Cabárcenos\_Abando\_vmáx200  
 S-130 (v. máx. = 250 km/h 25 kV/ 220 km/h 3 kV): M-11R-M -  
 Potencia total = 4800 kW (25 kV) / 4000 kW (3 kV)

**GRÁFICO DE MARCHA**

— ida — vuelta ● estaciones 1 - 2

IDA  
 Tiempo comercial: 0:32:22  
 Energía consumida: 628 kWh  
 Velocidad comercial: 137 km/h  
 Distancia: 73719 m

VUELTA  
 Tiempo comercial: 0:32:20  
 Energía consumida: 604 kWh  
 Velocidad comercial: 137 km/h  
 Distancia: 73719 m



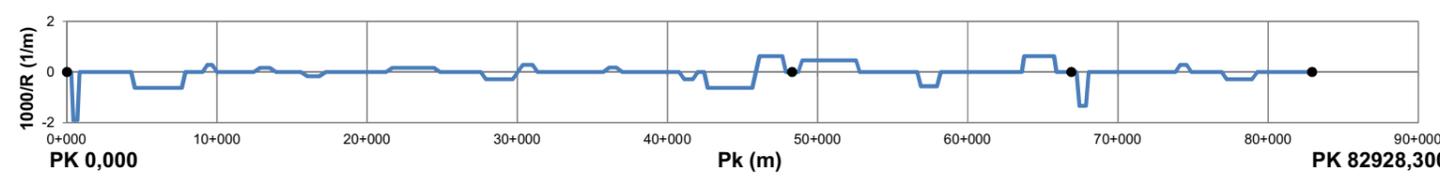
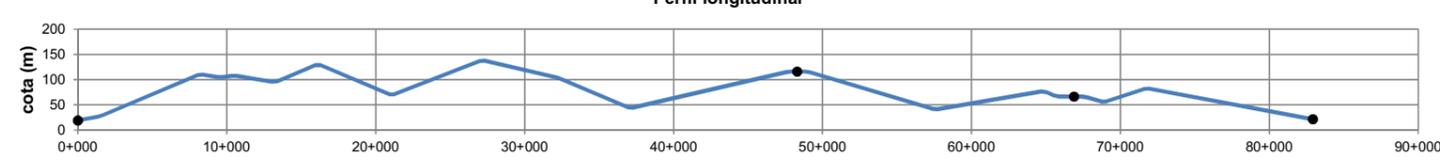
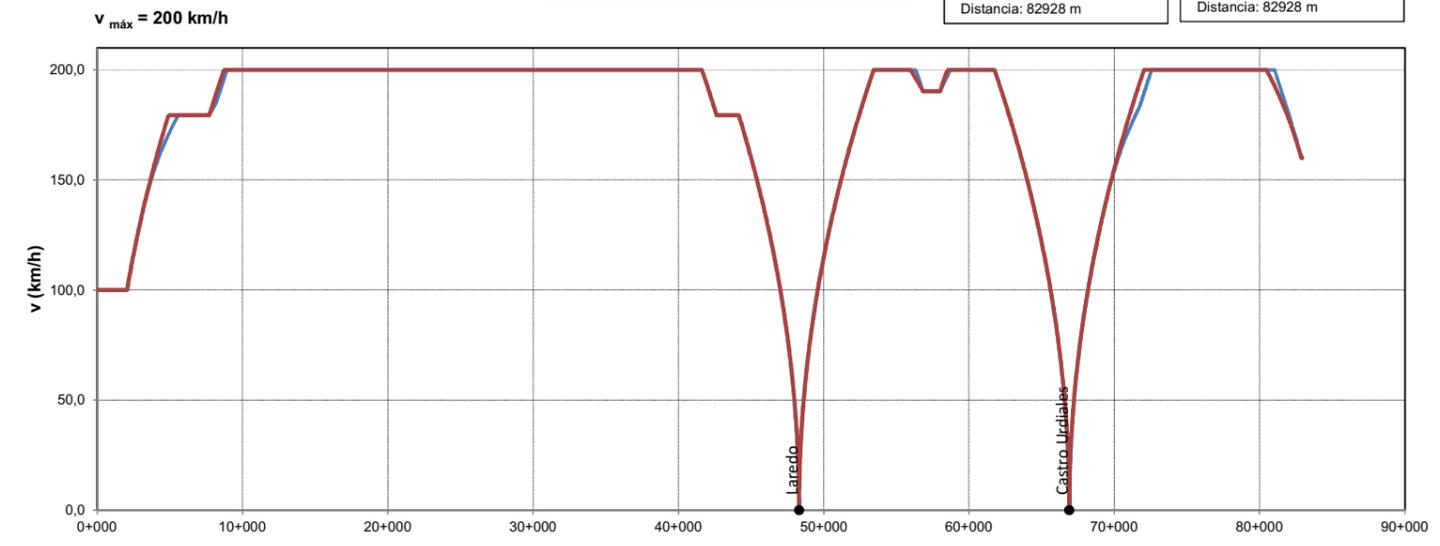
A2\_E53\_Mixto viajeros\_Sur Cabárcenos\_Abando\_vmáx 200 km/h  
 S-130 (v. máx. = 250 km/h 25 kV/ 220 km/h 3 kV): M-11R-M -  
 Potencia total = 4800 kW (25 kV) / 4000 kW (3 kV)

**GRÁFICO DE MARCHA**

— ida — vuelta ● estaciones 1 - 2

IDA  
 Tiempo comercial: 0:35:33  
 Energía consumida: 633 kWh  
 Velocidad comercial: 140 km/h  
 Distancia: 82928 m

VUELTA  
 Tiempo comercial: 0:35:31  
 Energía consumida: 617 kWh  
 Velocidad comercial: 140 km/h  
 Distancia: 82928 m



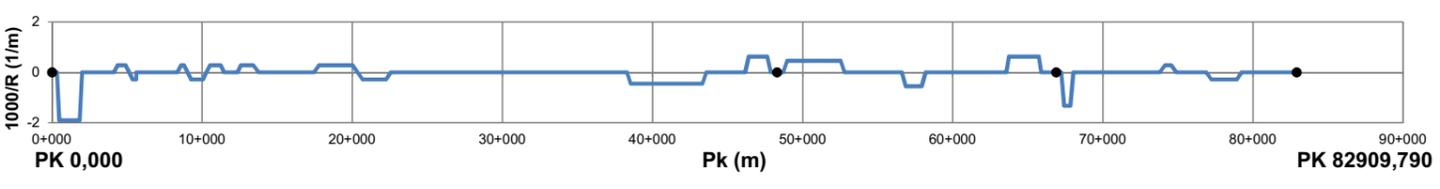
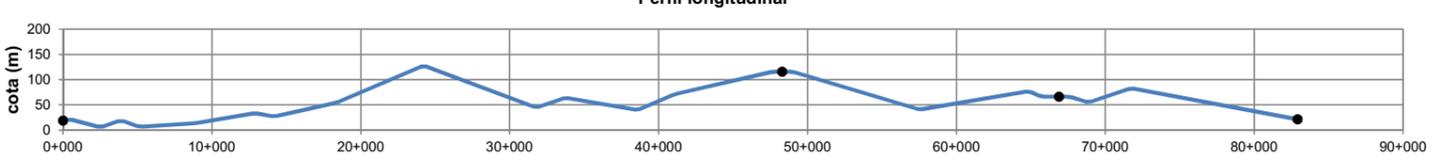
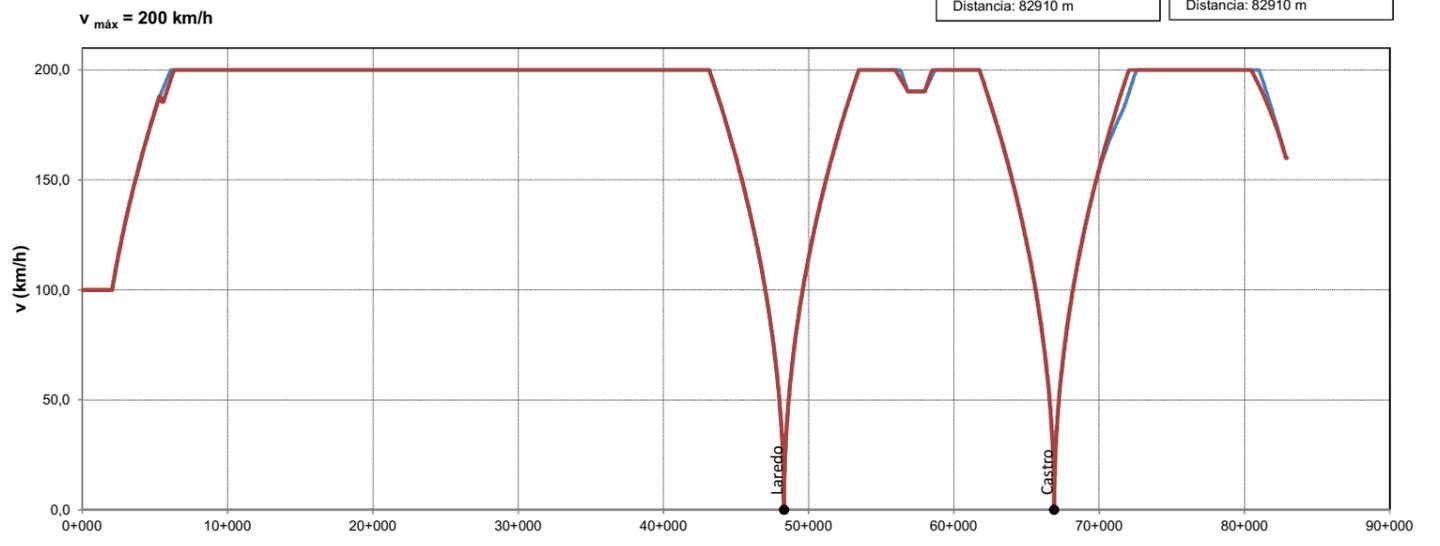
B1\_E52\_Mixto viajeros\_Norte Cabárcenos\_Abando\_vmáx 200 km/h  
 S-130 (v. máx. = 250 km/h 25 kV/ 220 km/h 3 kV): M-11R-M -  
 Potencia total = 4800 kW (25 kV) / 4000 kW (3 kV)

**GRÁFICO DE MARCHA**

— ida — vuelta ● estaciones 1 - 2

IDA  
 Tiempo comercial: 0:35:21  
 Energía consumida: 624 kWh  
 Velocidad comercial: 141 km/h  
 Distancia: 82910 m

VUELTA  
 Tiempo comercial: 0:35:21  
 Energía consumida: 579 kWh  
 Velocidad comercial: 141 km/h  
 Distancia: 82910 m



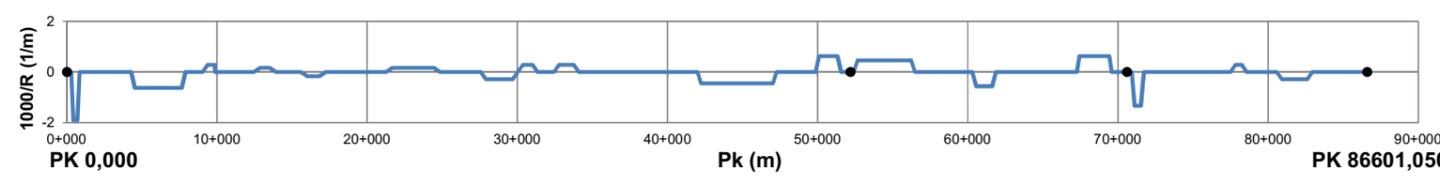
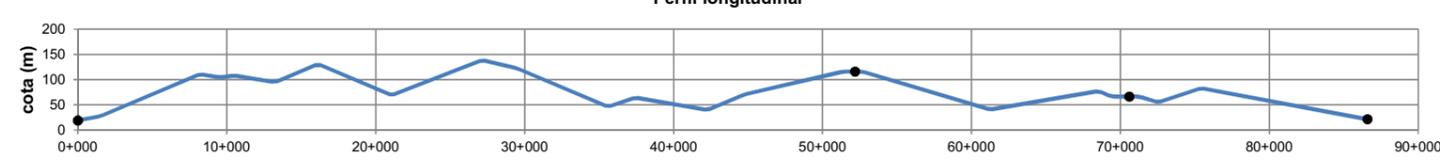
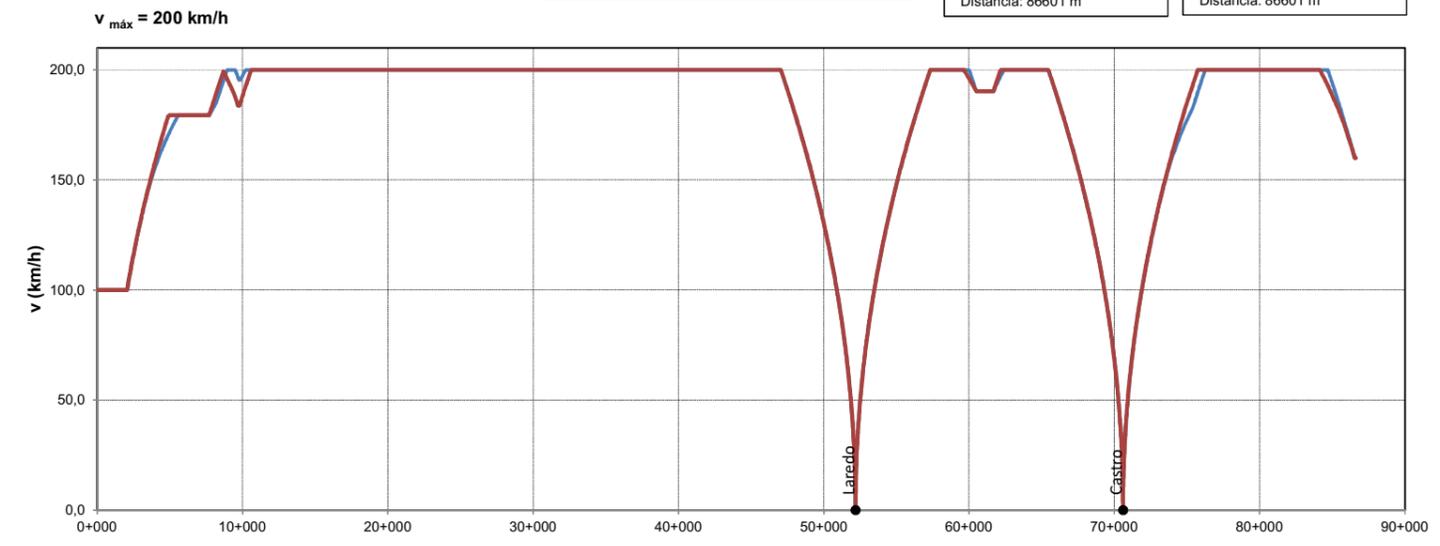
B2\_E55\_Mixto viajeros\_Sur Cabárcenos\_Abando\_vmáx 200 km/h  
 S-130 (v. máx. = 250 km/h 25 kV/ 220 km/h 3 kV): M-11R-M -  
 Potencia total = 4800 kW (25 kV) / 4000 kW (3 kV)

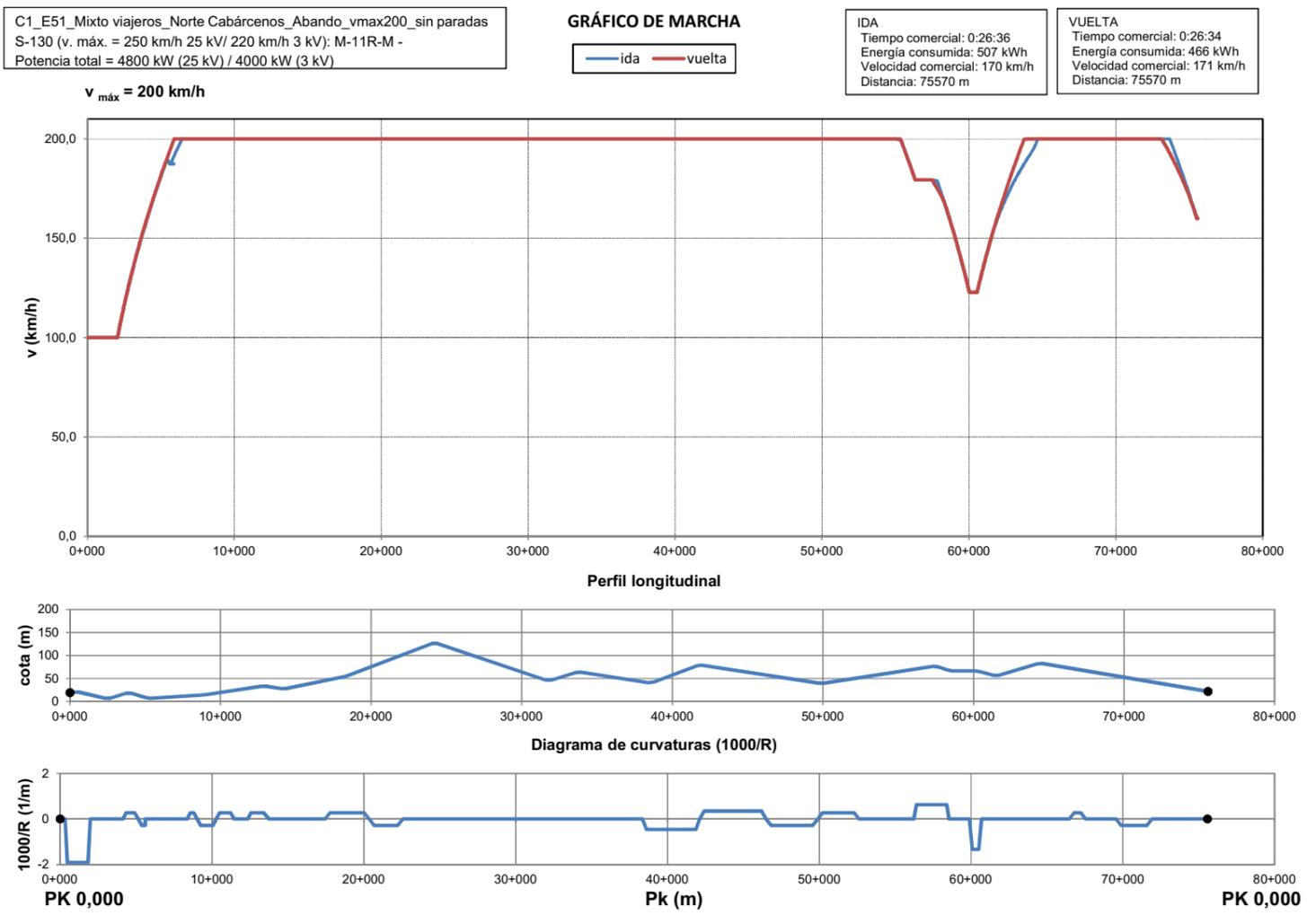
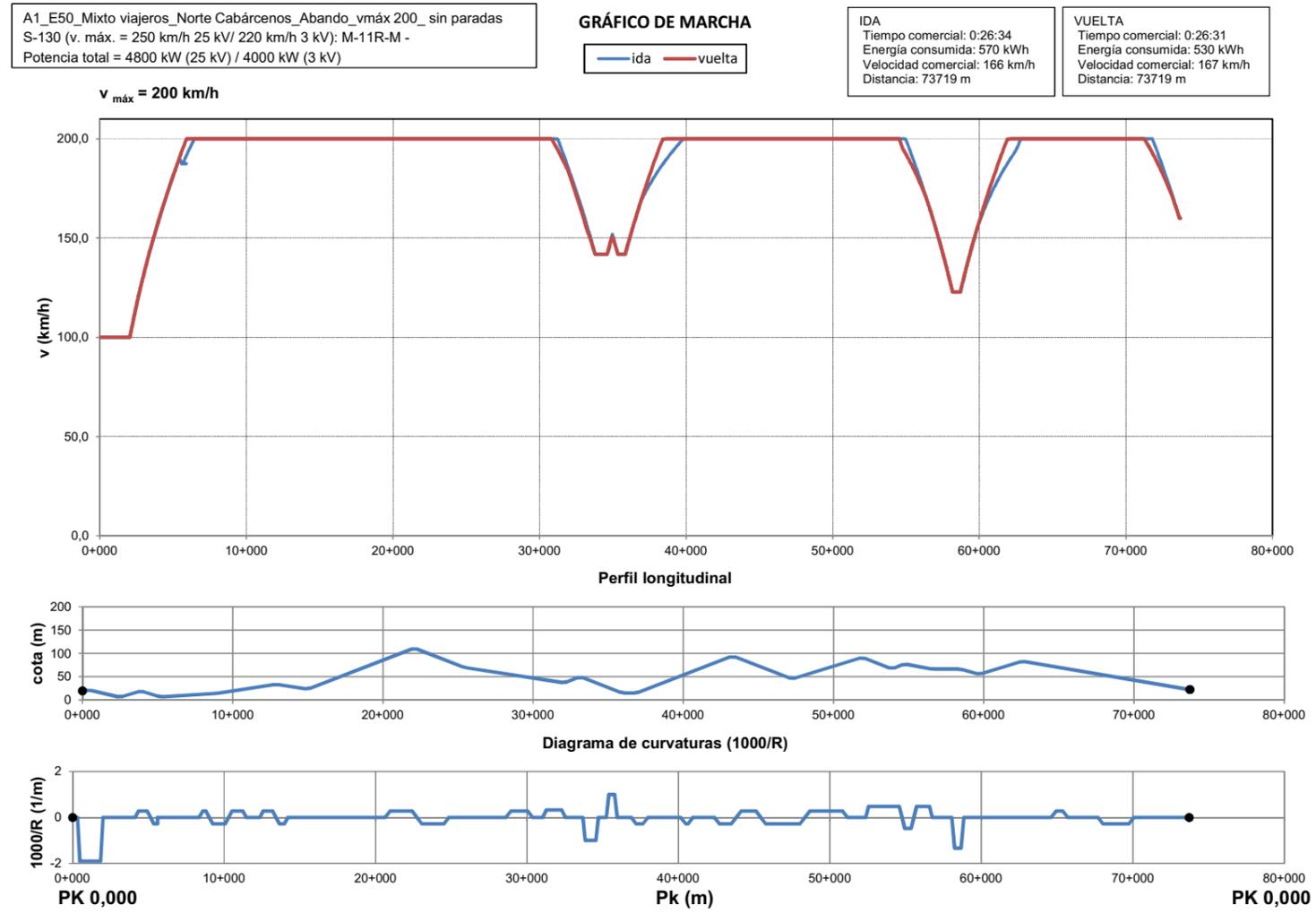
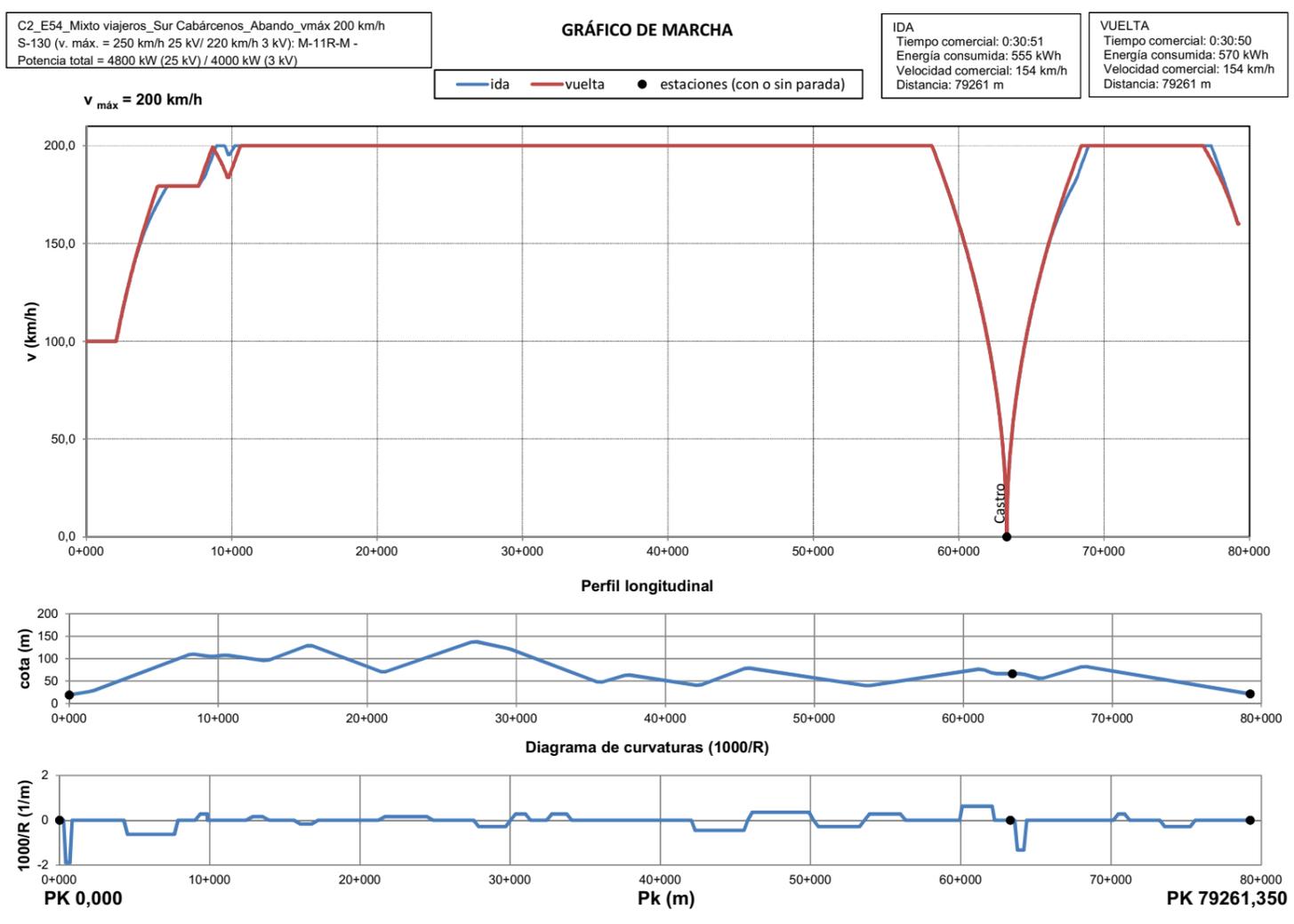
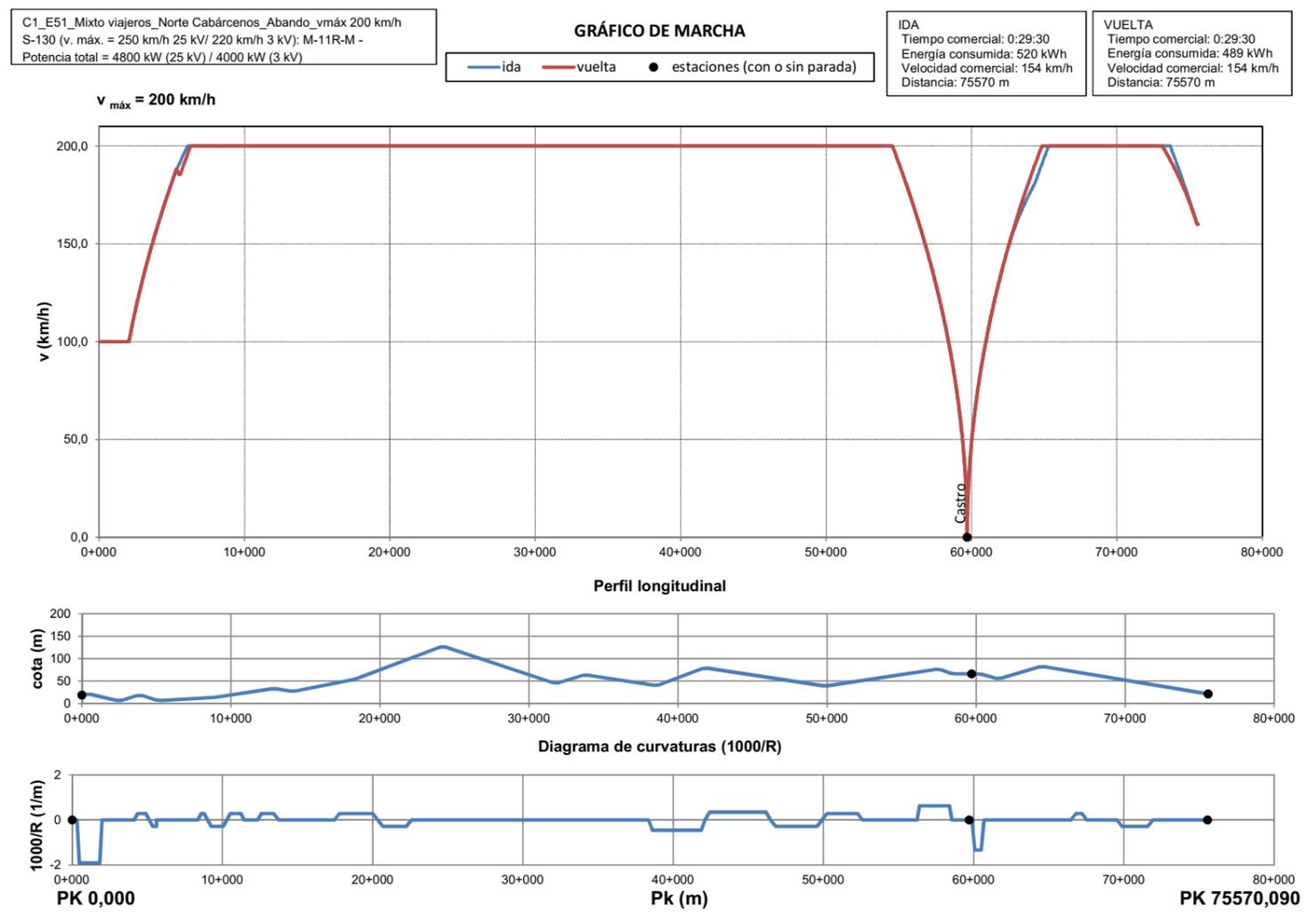
**GRÁFICO DE MARCHA**

— ida — vuelta ● estaciones 1 - 2

IDA  
 Tiempo comercial: 0:36:43  
 Energía consumida: 661 kWh  
 Velocidad comercial: 142 km/h  
 Distancia: 86601 m

VUELTA  
 Tiempo comercial: 0:36:41  
 Energía consumida: 659 kWh  
 Velocidad comercial: 142 km/h  
 Distancia: 86601 m





C2\_E54\_Mixto viajeros\_Sur Cabárcenos\_Abando\_vmax200\_sin paradas  
S-130 (v. máx. = 250 km/h 25 kV/ 220 km/h 3 kV): M-11R-M -  
Potencia total = 4800 kW (25 kV) / 4000 kW (3 kV)

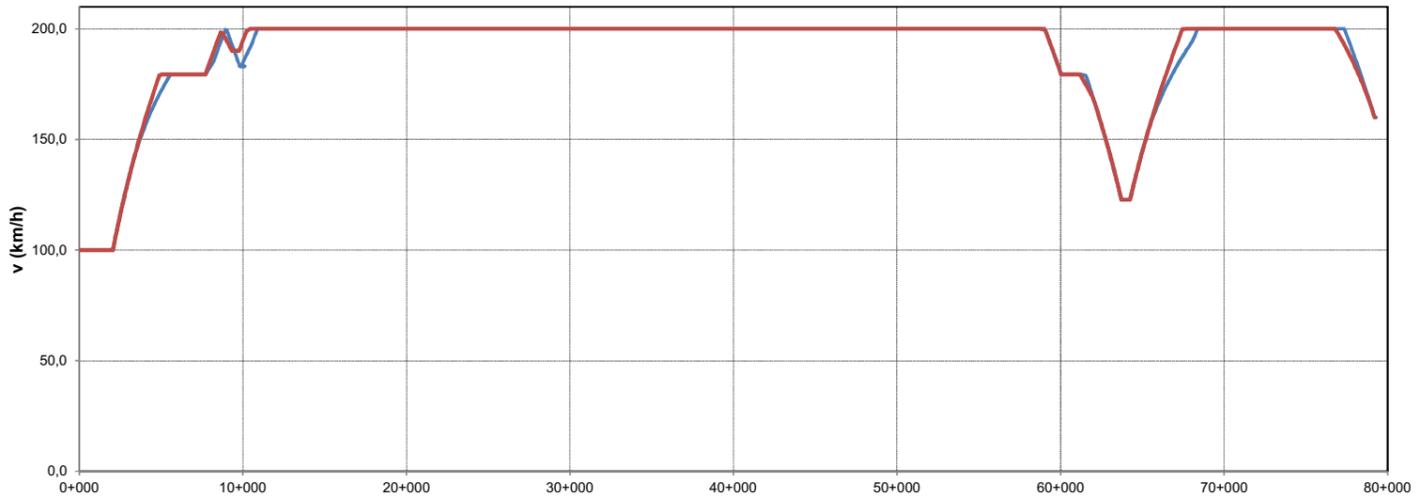
**GRÁFICO DE MARCHA**

— ida — vuelta

IDA  
Tiempo comercial: 0:27:58  
Energía consumida: 555 kWh  
Velocidad comercial: 170 km/h  
Distancia: 79261 m

VUELTA  
Tiempo comercial: 0:27:56  
Energía consumida: 541 kWh  
Velocidad comercial: 170 km/h  
Distancia: 79261 m

v máx = 200 km/h



Perfil longitudinal

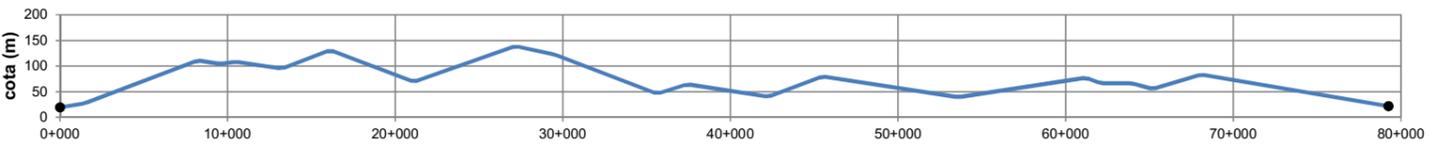
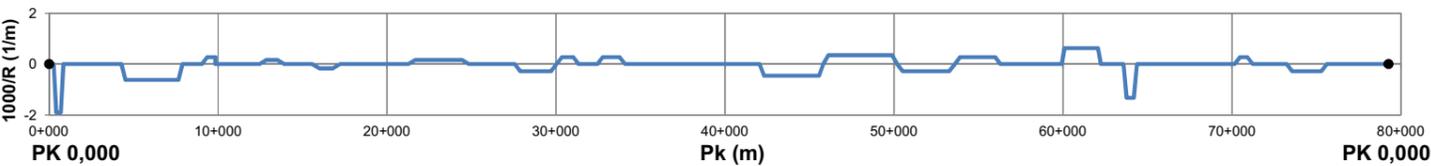


Diagrama de curvaturas (1000/R)



PK 0,000 PK 0,000 PK 0,000

A1\_E50\_Mixto viajeros\_Norte Cabárcenos\_Abando\_vmax250\_sin parada Laredo  
S-130 (v. máx. = 250 km/h 25 kV/ 220 km/h 3 kV): M-11R-M -  
Potencia total = 4800 kW (25 kV) / 4000 kW (3 kV)

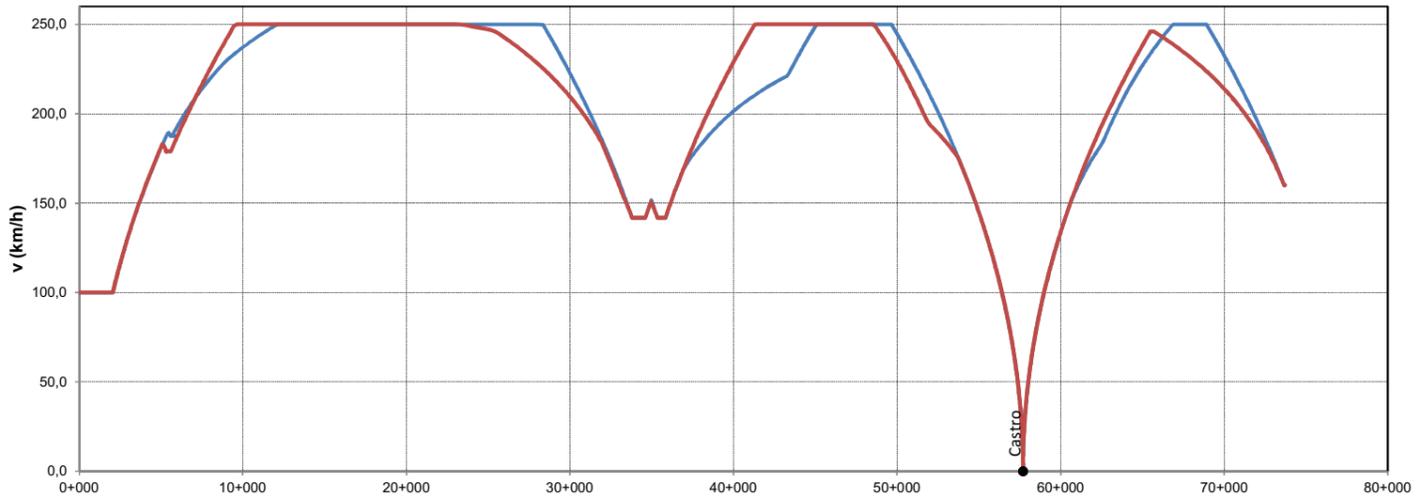
**GRÁFICO DE MARCHA**

— ida — vuelta ● estaciones (con o sin parada)

IDA  
Tiempo comercial: 0:27:09  
Energía consumida: 790 kWh  
Velocidad comercial: 163 km/h  
Distancia: 73719 m

VUELTA  
Tiempo comercial: 0:27:07  
Energía consumida: 737 kWh  
Velocidad comercial: 163 km/h  
Distancia: 73719 m

v máx = 250 km/h



Perfil longitudinal

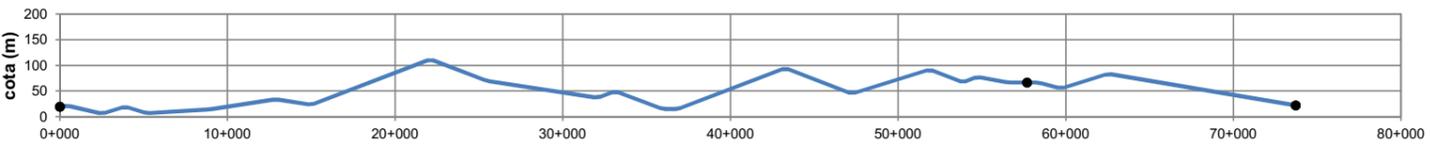
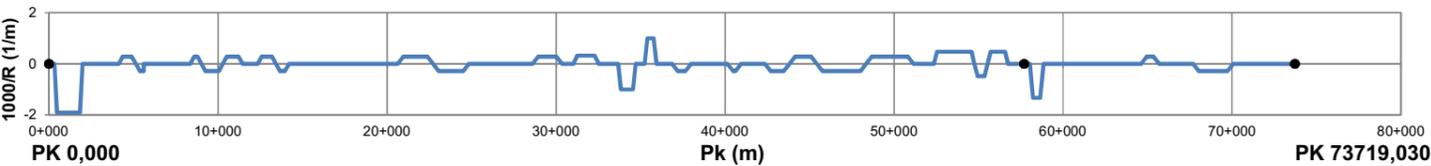


Diagrama de curvaturas (1000/R)



PK 0,000 PK 73719,030

C1\_E51\_Mixto viajeros\_Norte Cabárcenos\_Abando\_vmax250\_sin parada Laredo  
S-130 (v. máx. = 250 km/h 25 kV/ 220 km/h 3 kV): M-11R-M -  
Potencia total = 4800 kW (25 kV) / 4000 kW (3 kV)

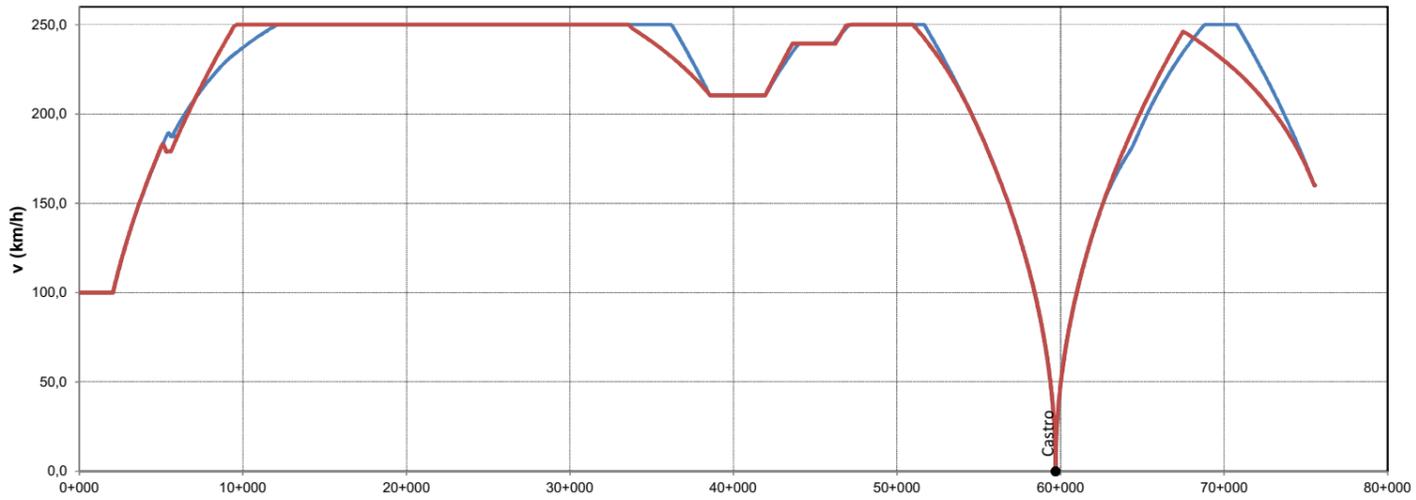
**GRÁFICO DE MARCHA**

— ida — vuelta ● estaciones (con o sin parada)

IDA  
Tiempo comercial: 0:26:29  
Energía consumida: 738 kWh  
Velocidad comercial: 171 km/h  
Distancia: 75570 m

VUELTA  
Tiempo comercial: 0:26:34  
Energía consumida: 670 kWh  
Velocidad comercial: 171 km/h  
Distancia: 75570 m

v máx = 250 km/h



Perfil longitudinal

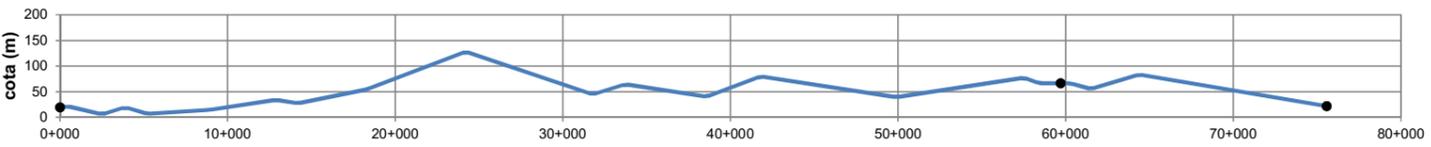
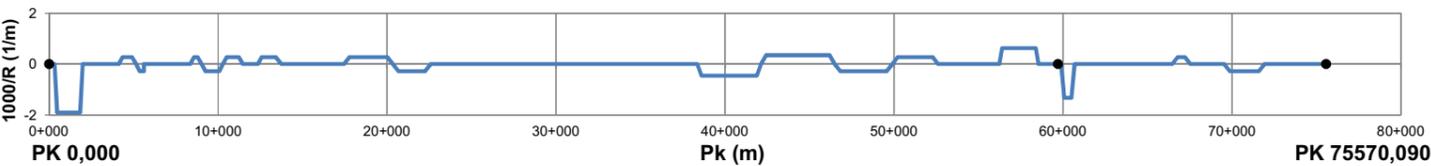


Diagrama de curvaturas (1000/R)



PK 0,000 PK 75570,090

C2\_E54\_Mixto viajeros\_Sur Cabárcenos\_Abando\_vmax250\_sin parada Laredo  
S-130 (v. máx. = 250 km/h 25 kV/ 220 km/h 3 kV): M-11R-M -  
Potencia total = 4800 kW (25 kV) / 4000 kW (3 kV)

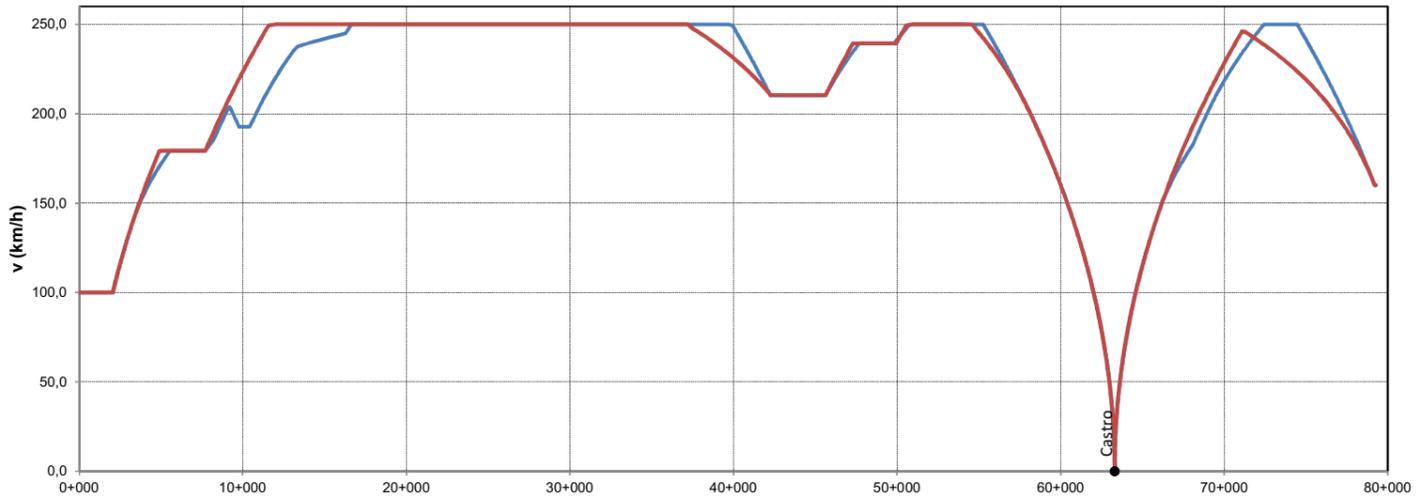
**GRÁFICO DE MARCHA**

— ida — vuelta ● estaciones (con o sin parada)

IDA  
Tiempo comercial: 0:27:51  
Energía consumida: 768 kWh  
Velocidad comercial: 171 km/h  
Distancia: 79261 m

VUELTA  
Tiempo comercial: 0:27:46  
Energía consumida: 723 kWh  
Velocidad comercial: 171 km/h  
Distancia: 79261 m

v máx = 250 km/h



Perfil longitudinal

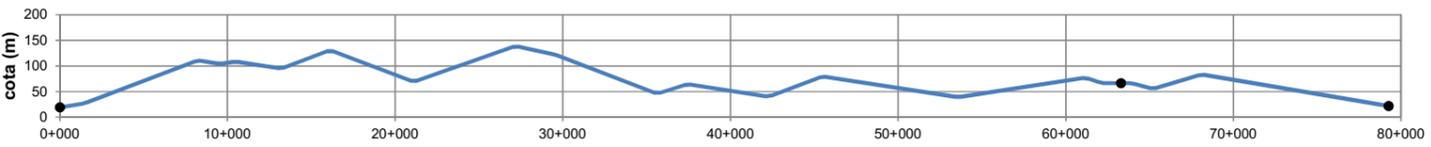
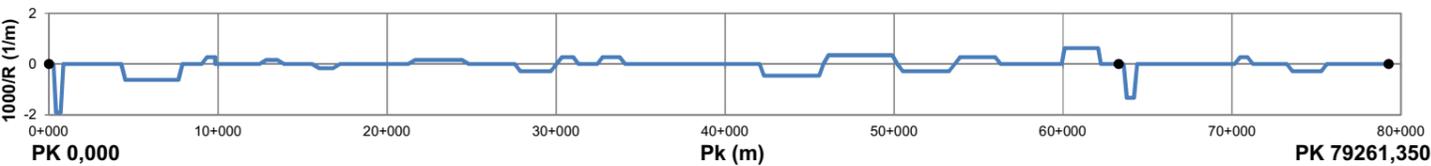


Diagrama de curvaturas (1000/R)



PK 0,000 PK 79261,350

A1\_E50\_Mixto viajeros\_Norte Cabárcenos\_Castro\_vmax 200-160 km/h  
 S-130 (v. máx. = 250 km/h 25 kV/ 220 km/h 3 kV): M-11R-M -  
 Potencia total = 4800 kW (25 kV) / 4000 kW (3 kV)

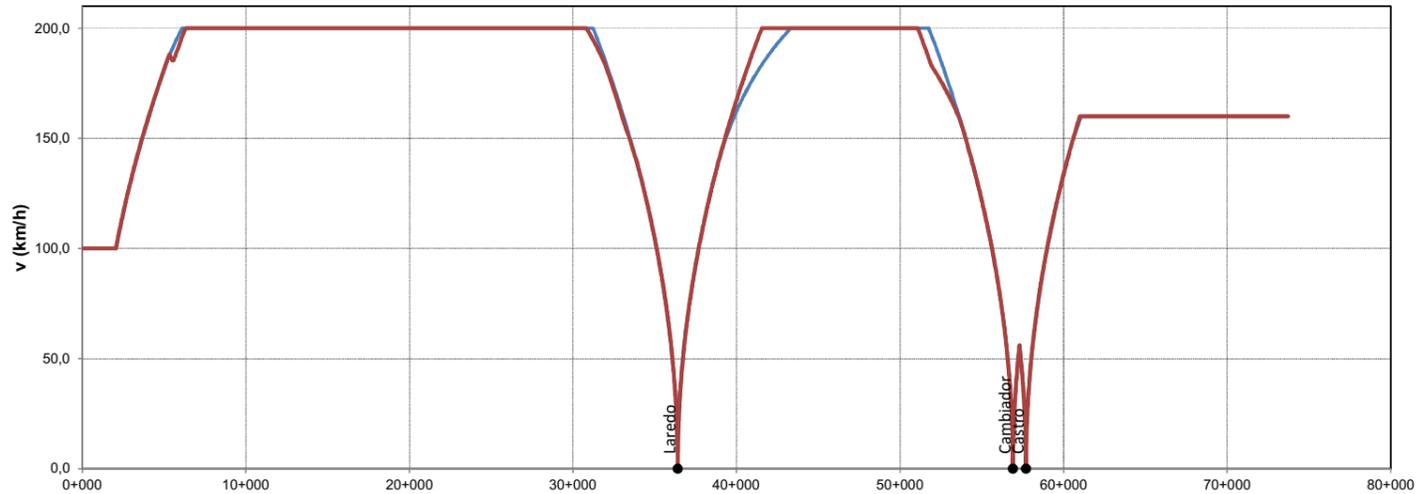
**GRÁFICO DE MARCHA**

— ida — vuelta ● estaciones 1 - 3

IDA  
 Tiempo comercial: 0:34:53  
 Energía consumida: 589 kWh  
 Velocidad comercial: 127 km/h  
 Distancia: 73719 m

VUELTA  
 Tiempo comercial: 0:34:52  
 Energía consumida: 557 kWh  
 Velocidad comercial: 127 km/h  
 Distancia: 73719 m

v máx = 200 km/h



Perfil longitudinal

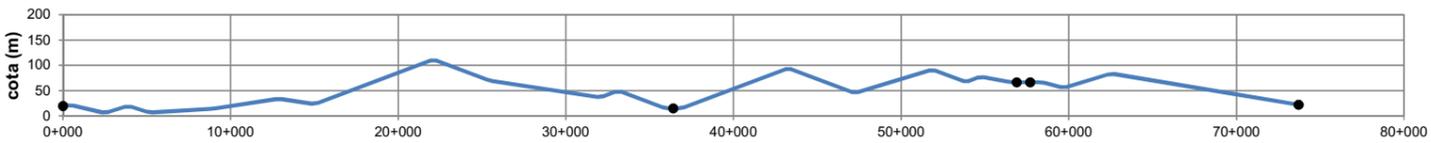
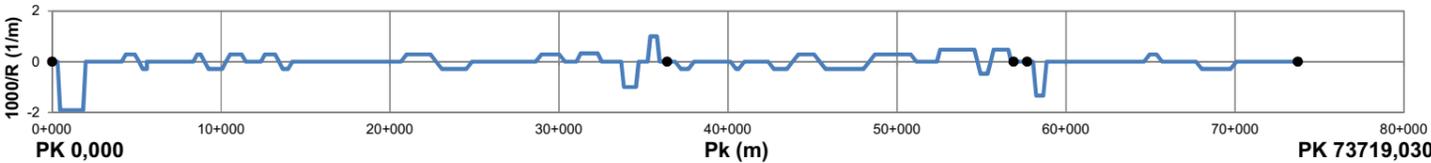


Diagrama de curvaturas (1000/R)



PK 0,000 PK 73719,030

A2\_E53\_Mixto viajeros\_Sur Cabárcenos\_Castro\_vmax 200-160 km/h  
 S-130 (v. máx. = 250 km/h 25 kV/ 220 km/h 3 kV): M-11R-M -  
 Potencia total = 4800 kW (25 kV) / 4000 kW (3 kV)

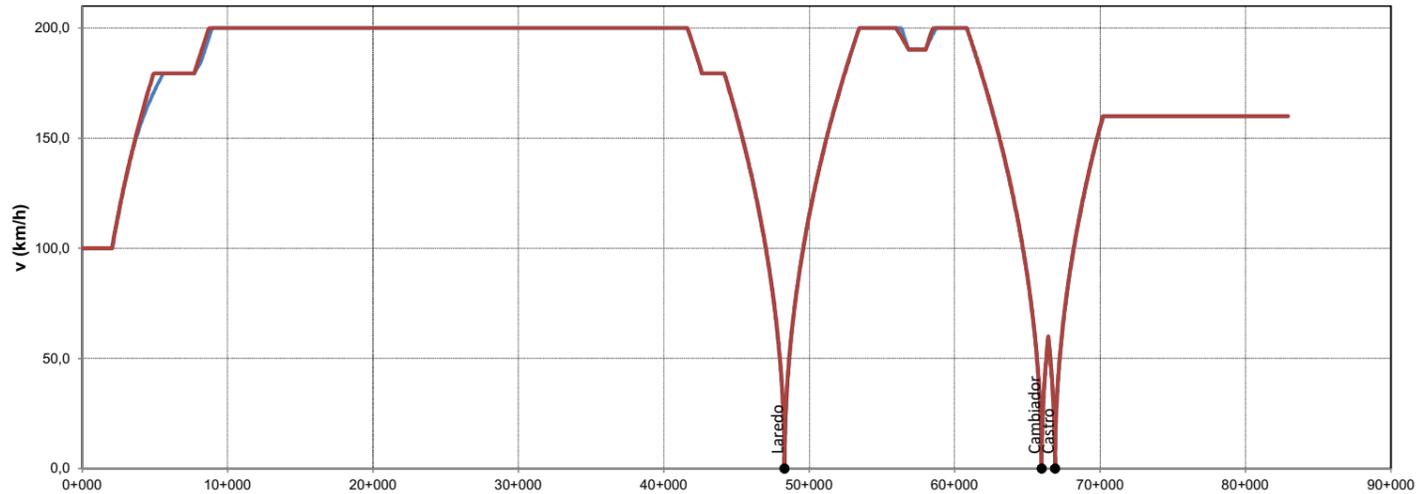
**GRÁFICO DE MARCHA**

— ida — vuelta ● estaciones 1 - 3

IDA  
 Tiempo comercial: 0:38:10  
 Energía consumida: 590 kWh  
 Velocidad comercial: 130 km/h  
 Distancia: 82928 m

VUELTA  
 Tiempo comercial: 0:38:08  
 Energía consumida: 572 kWh  
 Velocidad comercial: 130 km/h  
 Distancia: 82928 m

v máx = 200 km/h



Perfil longitudinal

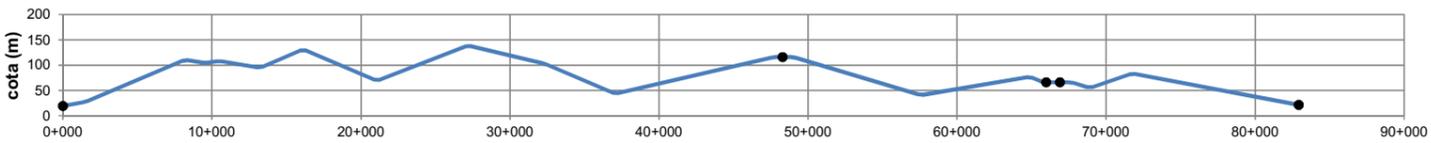
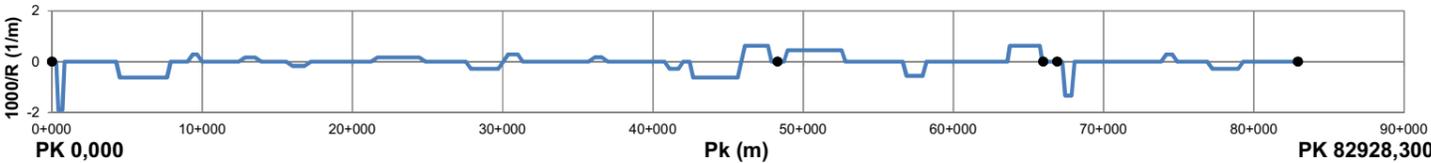


Diagrama de curvaturas (1000/R)



PK 0,000 PK 82928,300

B1\_E52\_Mixto viajeros\_Norte Cabárcenos\_Castro\_vmax 200-160 km/h  
 S-130 (v. máx. = 250 km/h 25 kV/ 220 km/h 3 kV): M-11R-M -  
 Potencia total = 4800 kW (25 kV) / 4000 kW (3 kV)

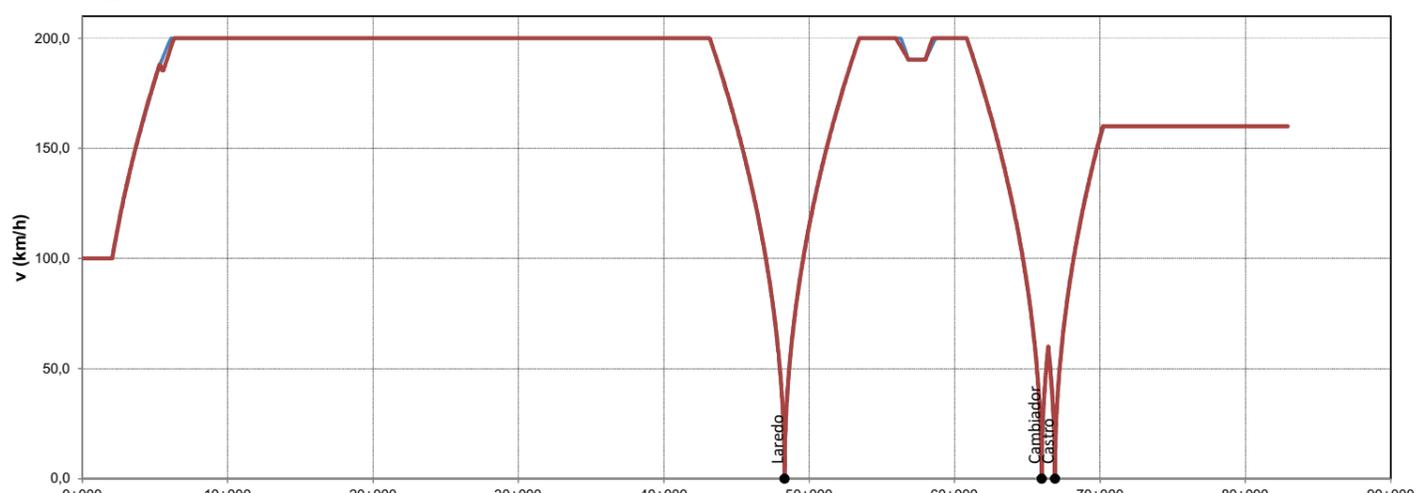
**GRÁFICO DE MARCHA**

— ida — vuelta ● estaciones 1 - 3

IDA  
 Tiempo comercial: 0:37:58  
 Energía consumida: 581 kWh  
 Velocidad comercial: 131 km/h  
 Distancia: 82910 m

VUELTA  
 Tiempo comercial: 0:37:58  
 Energía consumida: 534 kWh  
 Velocidad comercial: 131 km/h  
 Distancia: 82910 m

v máx = 200 km/h



Perfil longitudinal

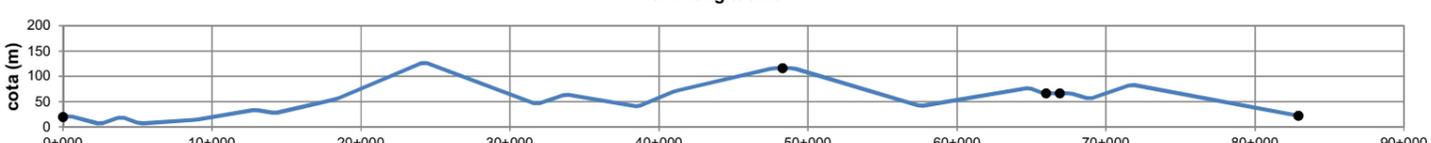
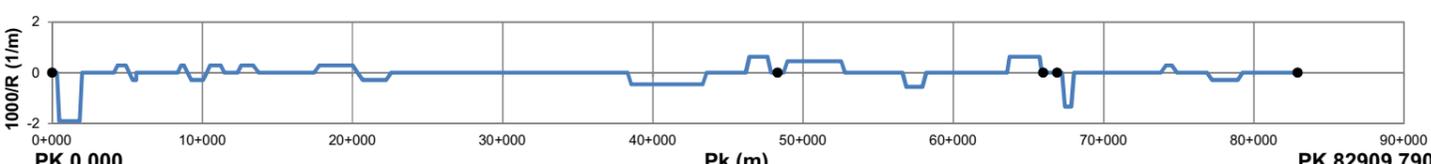


Diagrama de curvaturas (1000/R)



PK 0,000 PK 82909,790

B2\_E55\_Mixto viajeros\_Sur Cabárcenos\_Castro\_vmax 200-160 km/h  
 S-130 (v. máx. = 250 km/h 25 kV/ 220 km/h 3 kV): M-11R-M -  
 Potencia total = 4800 kW (25 kV) / 4000 kW (3 kV)

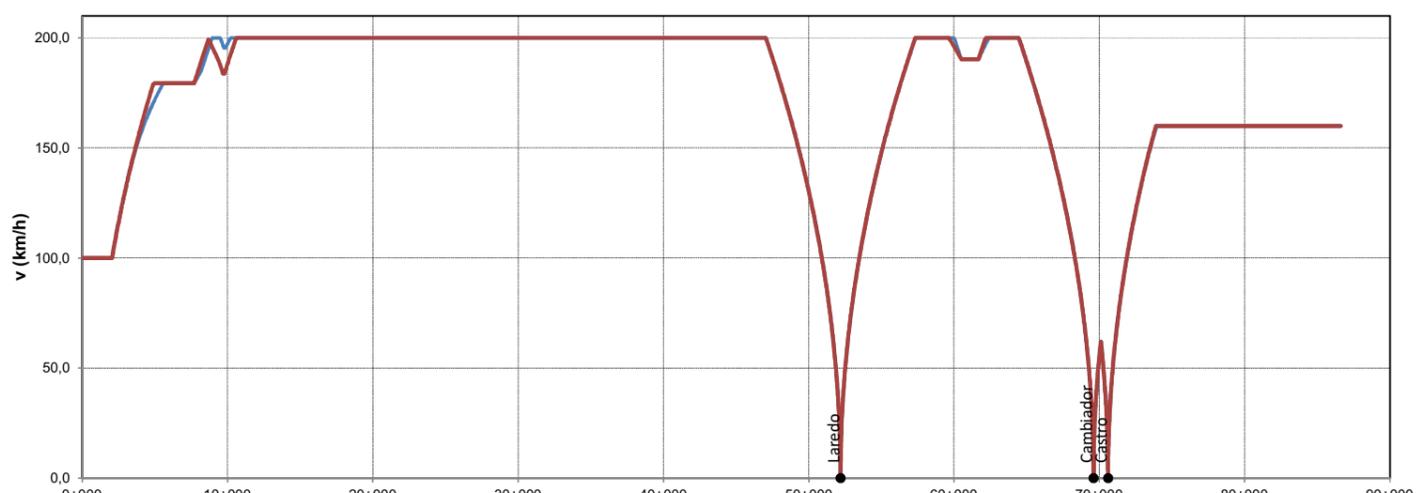
**GRÁFICO DE MARCHA**

— ida — vuelta ● estaciones 1 - 3

IDA  
 Tiempo comercial: 0:39:23  
 Energía consumida: 618 kWh  
 Velocidad comercial: 132 km/h  
 Distancia: 86601 m

VUELTA  
 Tiempo comercial: 0:39:23  
 Energía consumida: 614 kWh  
 Velocidad comercial: 132 km/h  
 Distancia: 86601 m

v máx = 200 km/h



Perfil longitudinal

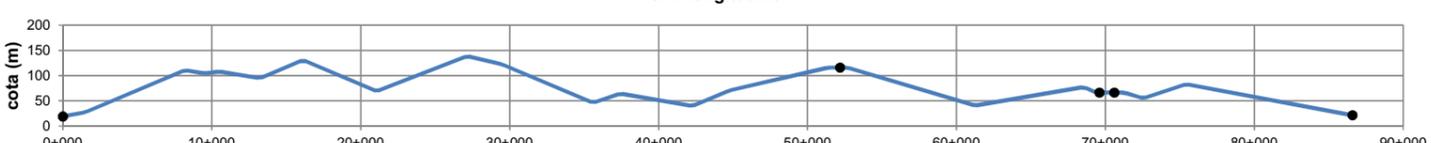
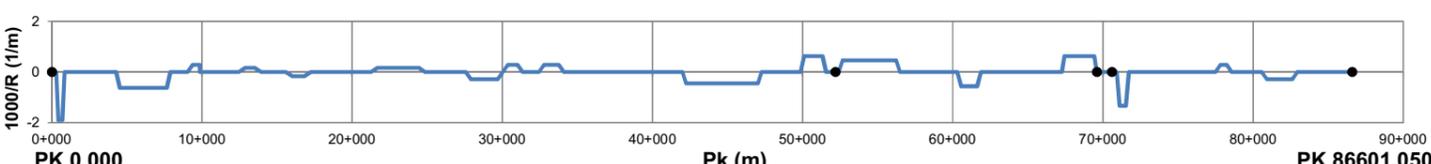


Diagrama de curvaturas (1000/R)



PK 0,000 PK 86601,050

C1\_E51\_Mixto viajeros\_Norte Cabárcenos\_Castro\_vmáx 200-160 km/h  
S-130 (v. máx. = 250 km/h 25 kV/ 220 km/h 3 kV): M-11R-M -  
Potencia total = 4800 kW (25 kV) / 4000 kW (3 kV)

**GRÁFICO DE MARCHA**

— ida — vuelta ● estaciones 1 - 2

IDA  
Tiempo comercial: 0:32:10  
Energía consumida: 476 kWh  
Velocidad comercial: 141 km/h  
Distancia: 75570 m

VUELTA  
Tiempo comercial: 0:32:10  
Energía consumida: 446 kWh  
Velocidad comercial: 141 km/h  
Distancia: 75570 m

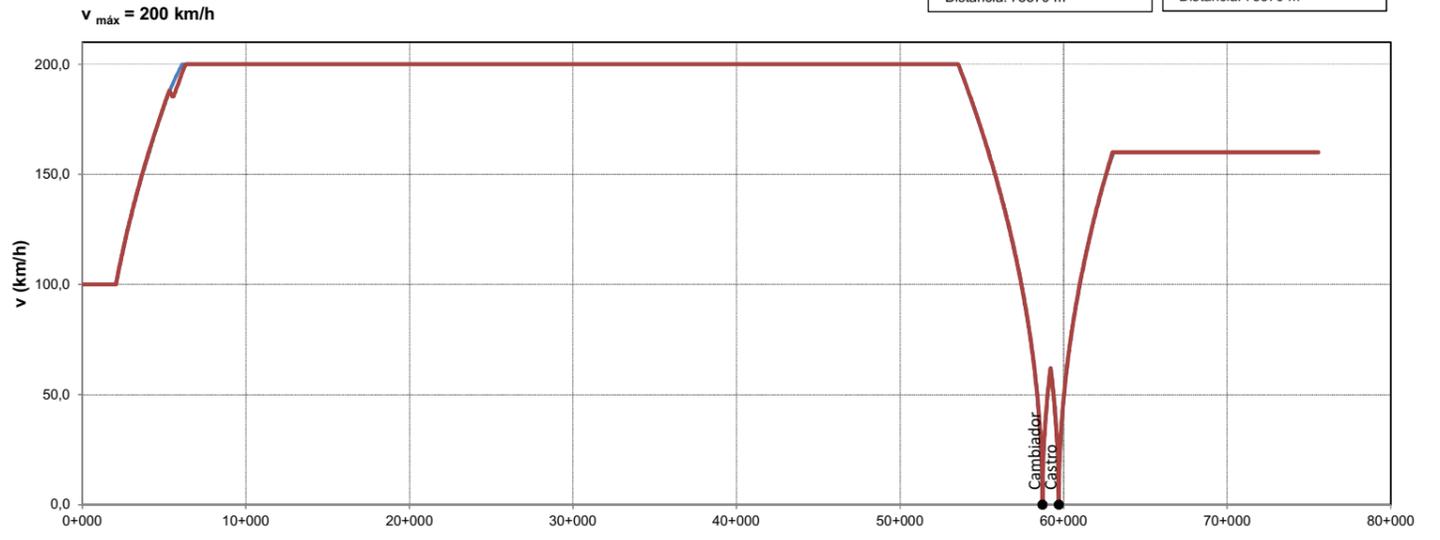
C2\_E54\_Mixto viajeros\_Sur Cabárcenos\_Castro\_vmáx 200-160 km/h  
S-130 (v. máx. = 250 km/h 25 kV/ 220 km/h 3 kV): M-11R-M -  
Potencia total = 4800 kW (25 kV) / 4000 kW (3 kV)

**GRÁFICO DE MARCHA**

— ida — vuelta ● estaciones 1 - 2

IDA  
Tiempo comercial: 0:33:29  
Energía consumida: 512 kWh  
Velocidad comercial: 142 km/h  
Distancia: 79261 m

VUELTA  
Tiempo comercial: 0:33:29  
Energía consumida: 526 kWh  
Velocidad comercial: 142 km/h  
Distancia: 79261 m



Perfil longitudinal

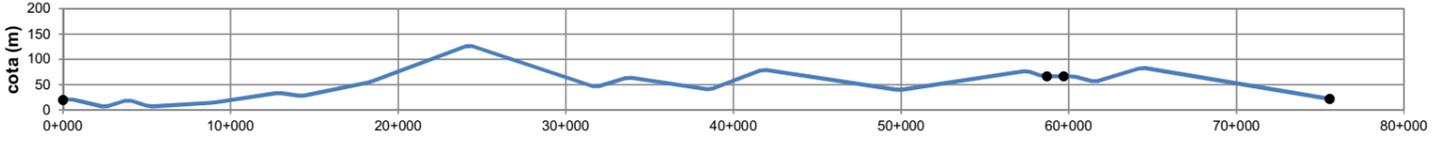
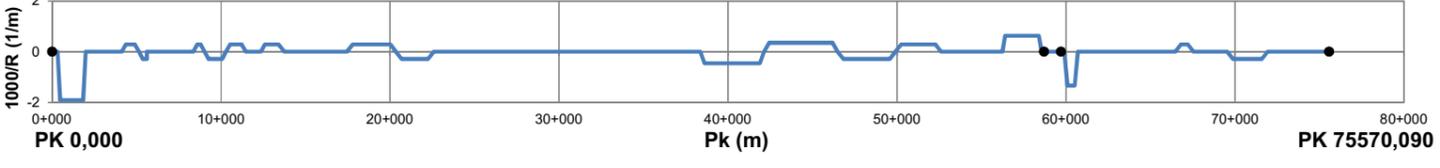
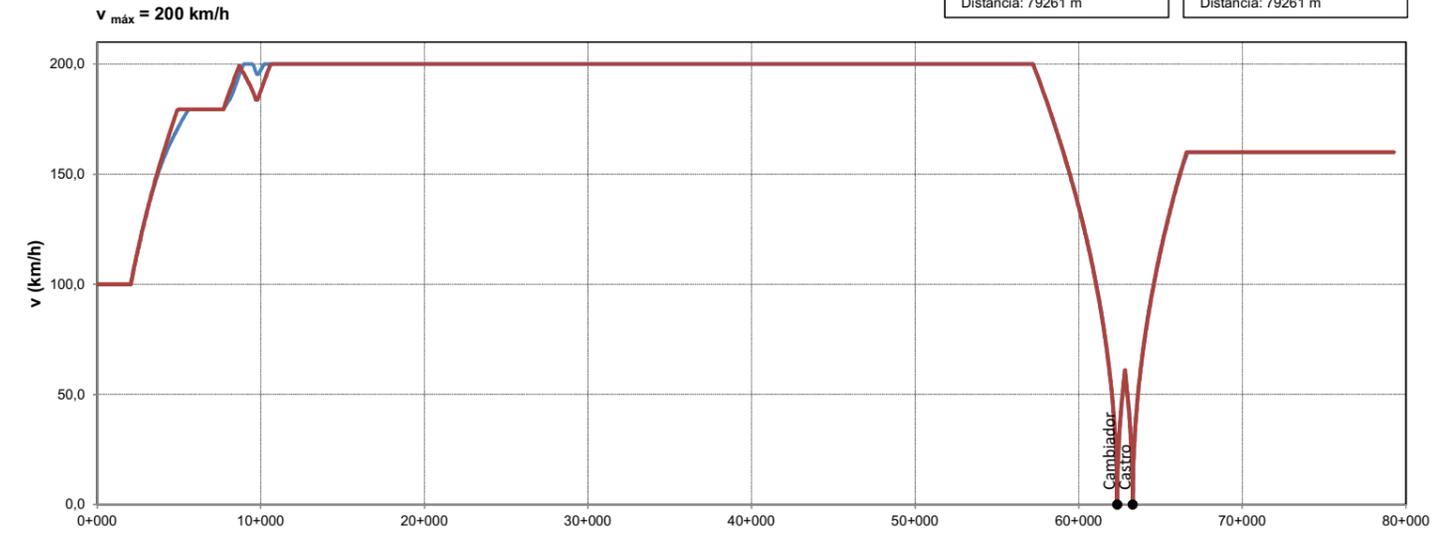


Diagrama de curvaturas (1000/R)



PK 0,000 PK 75570,090



Perfil longitudinal

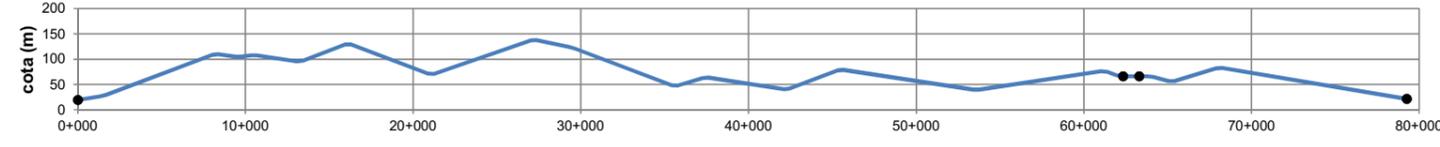
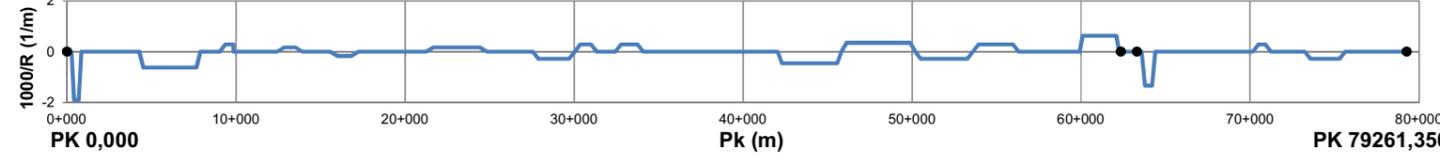


Diagrama de curvaturas (1000/R)



PK 0,000 PK 79261,350

A1\_E50\_Mixto viajeros\_Norte Cabárcenos\_Castro\_vmáx 200\_sin paradas  
S-130 (v. máx. = 250 km/h 25 kV/ 220 km/h 3 kV): M-11R-M -  
Potencia total = 4800 kW (25 kV) / 4000 kW (3 kV)

**GRÁFICO DE MARCHA**

— ida — vuelta ● estaciones (con o sin parada)

IDA  
Tiempo comercial: 0:30:20  
Energía consumida: 549 kWh  
Velocidad comercial: 146 km/h  
Distancia: 73719 m

VUELTA  
Tiempo comercial: 0:30:20  
Energía consumida: 497 kWh  
Velocidad comercial: 146 km/h  
Distancia: 73719 m

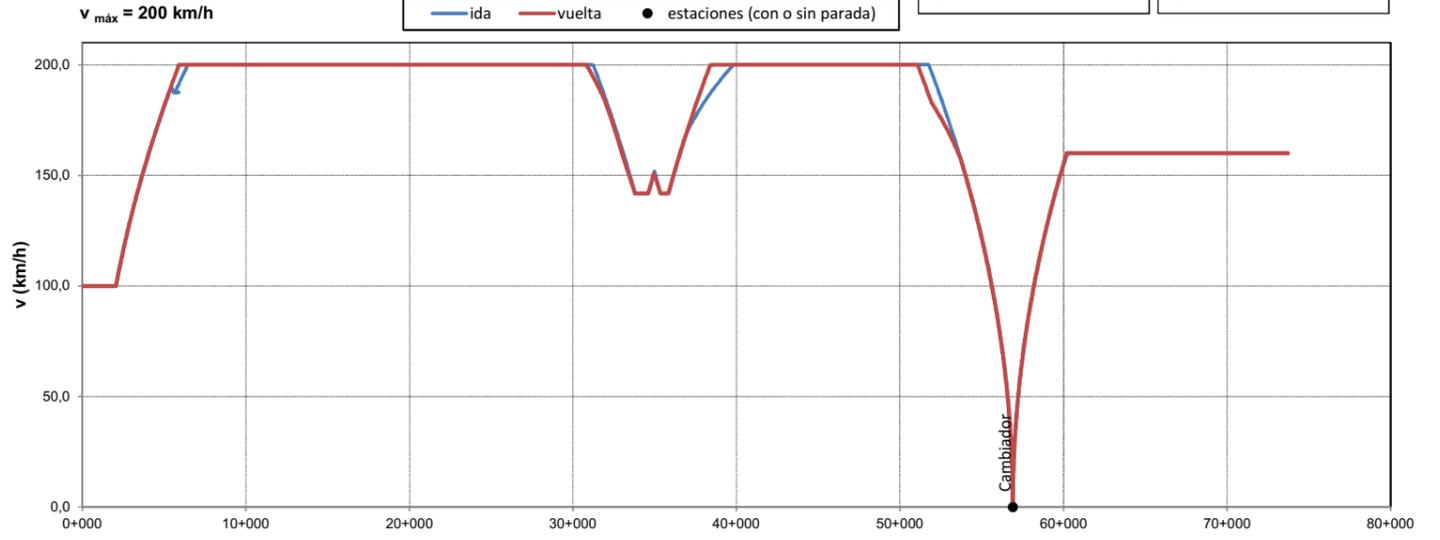
C1\_E51\_Mixto viajeros\_Norte Cabárcenos\_Castro\_vmax200\_sin parada Laredo  
S-130 (v. máx. = 250 km/h 25 kV/ 220 km/h 3 kV): M-11R-M -  
Potencia total = 4800 kW (25 kV) / 4000 kW (3 kV)

**GRÁFICO DE MARCHA**

— ida — vuelta ● estaciones (con o sin parada)

IDA  
Tiempo comercial: 0:30:19  
Energía consumida: 478 kWh  
Velocidad comercial: 150 km/h  
Distancia: 75570 m

VUELTA  
Tiempo comercial: 0:30:18  
Energía consumida: 437 kWh  
Velocidad comercial: 150 km/h  
Distancia: 75570 m



Perfil longitudinal

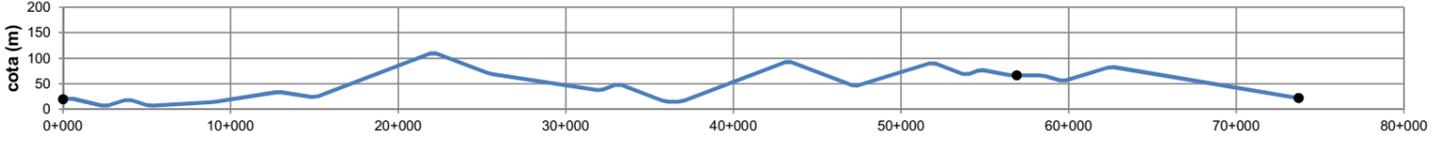
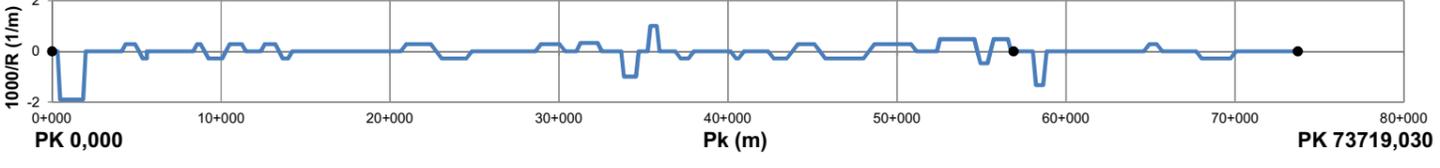
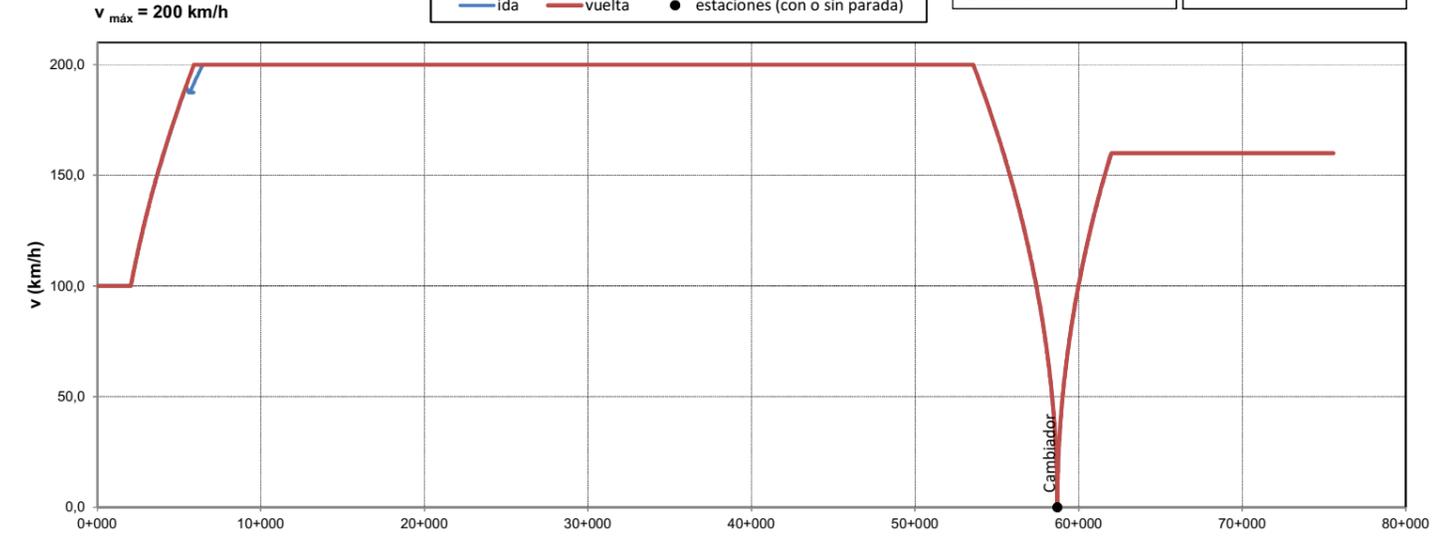


Diagrama de curvaturas (1000/R)



PK 0,000 PK 73719,030



Perfil longitudinal

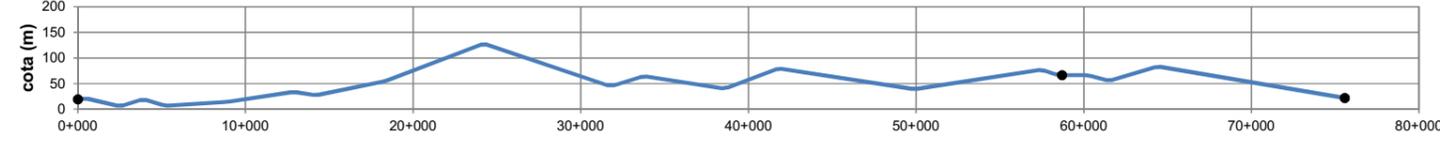
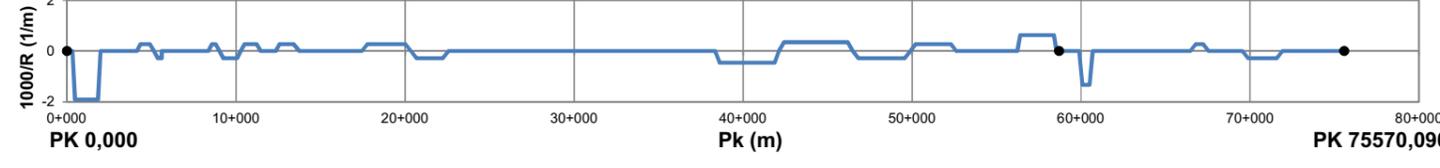
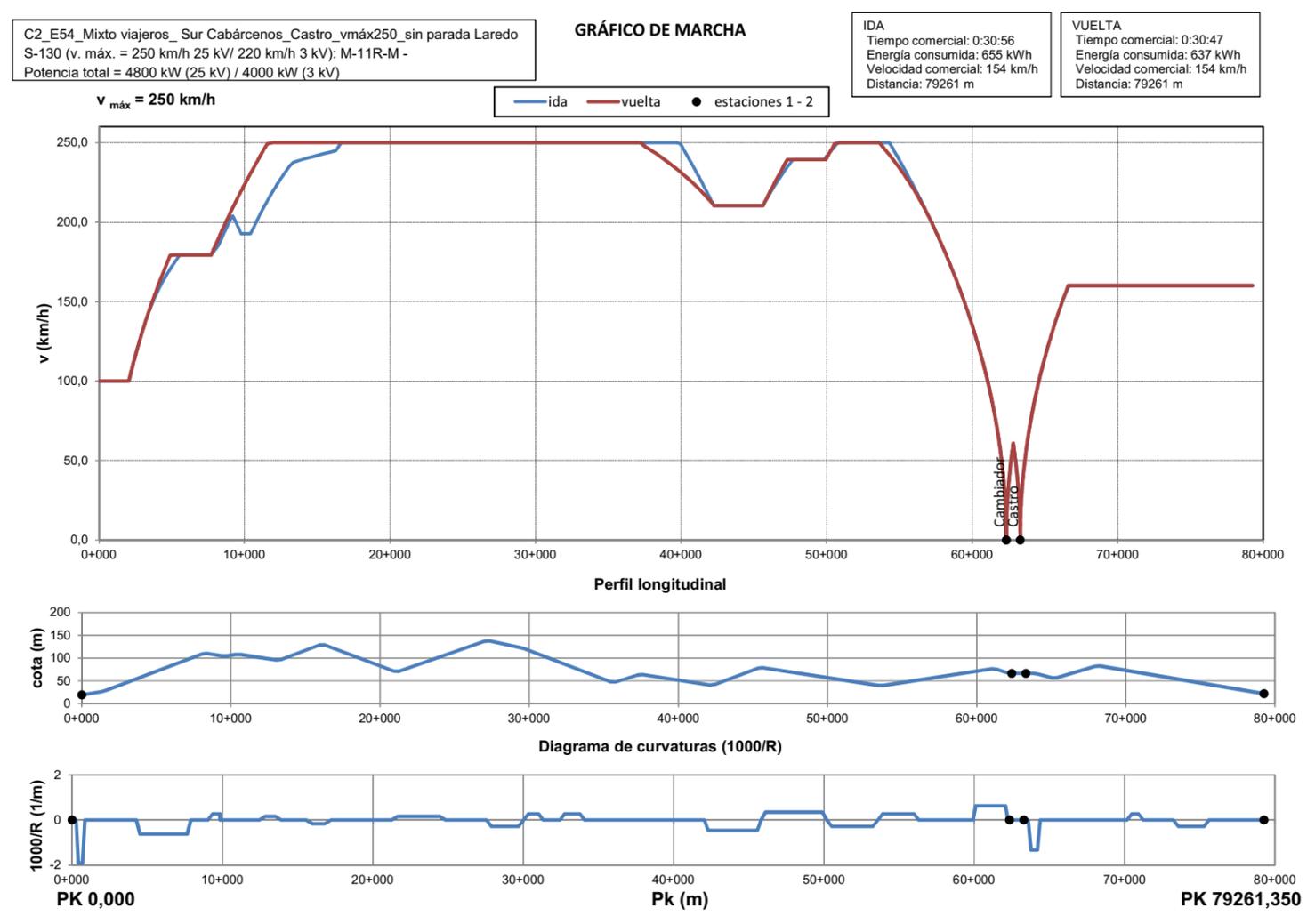
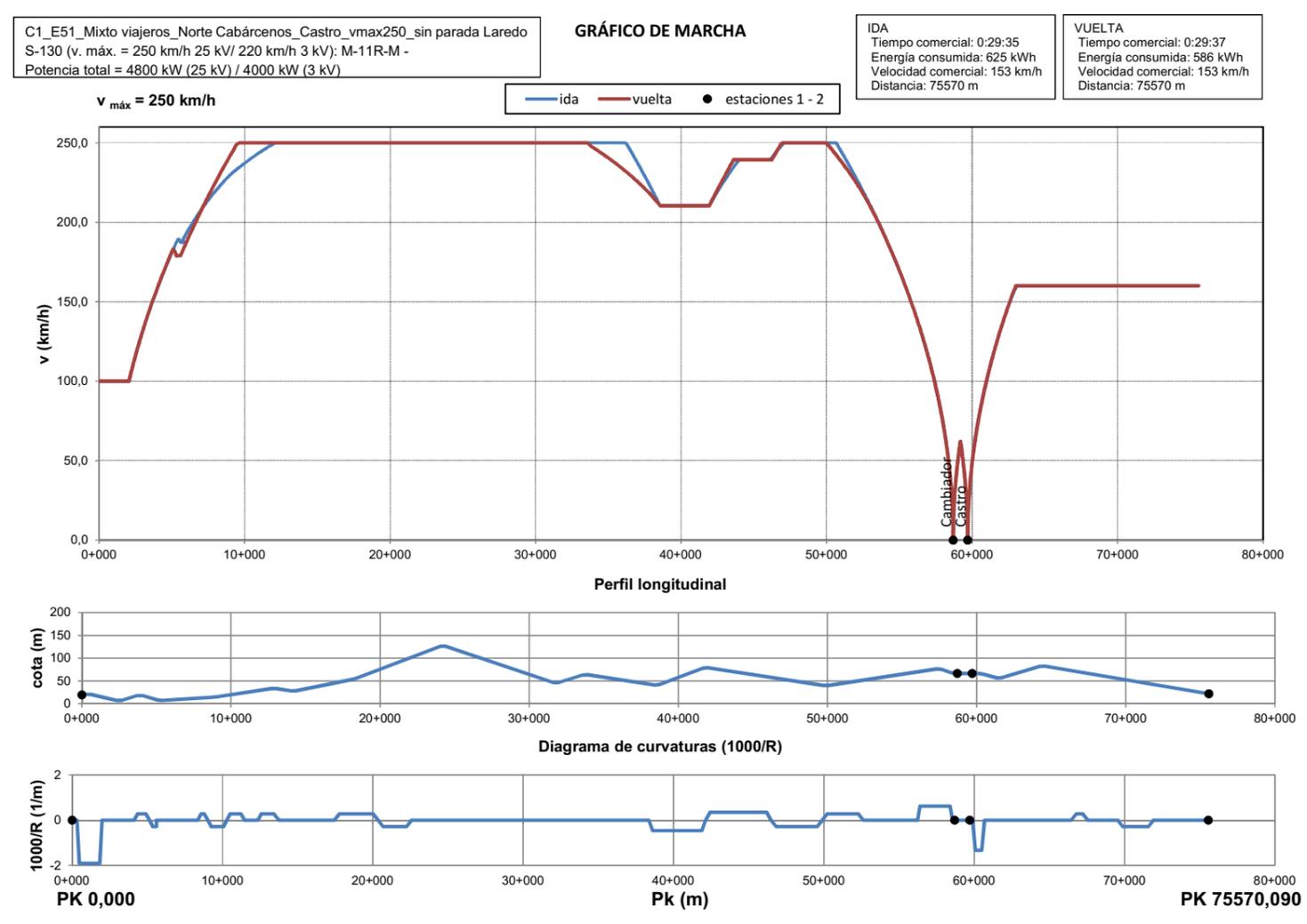
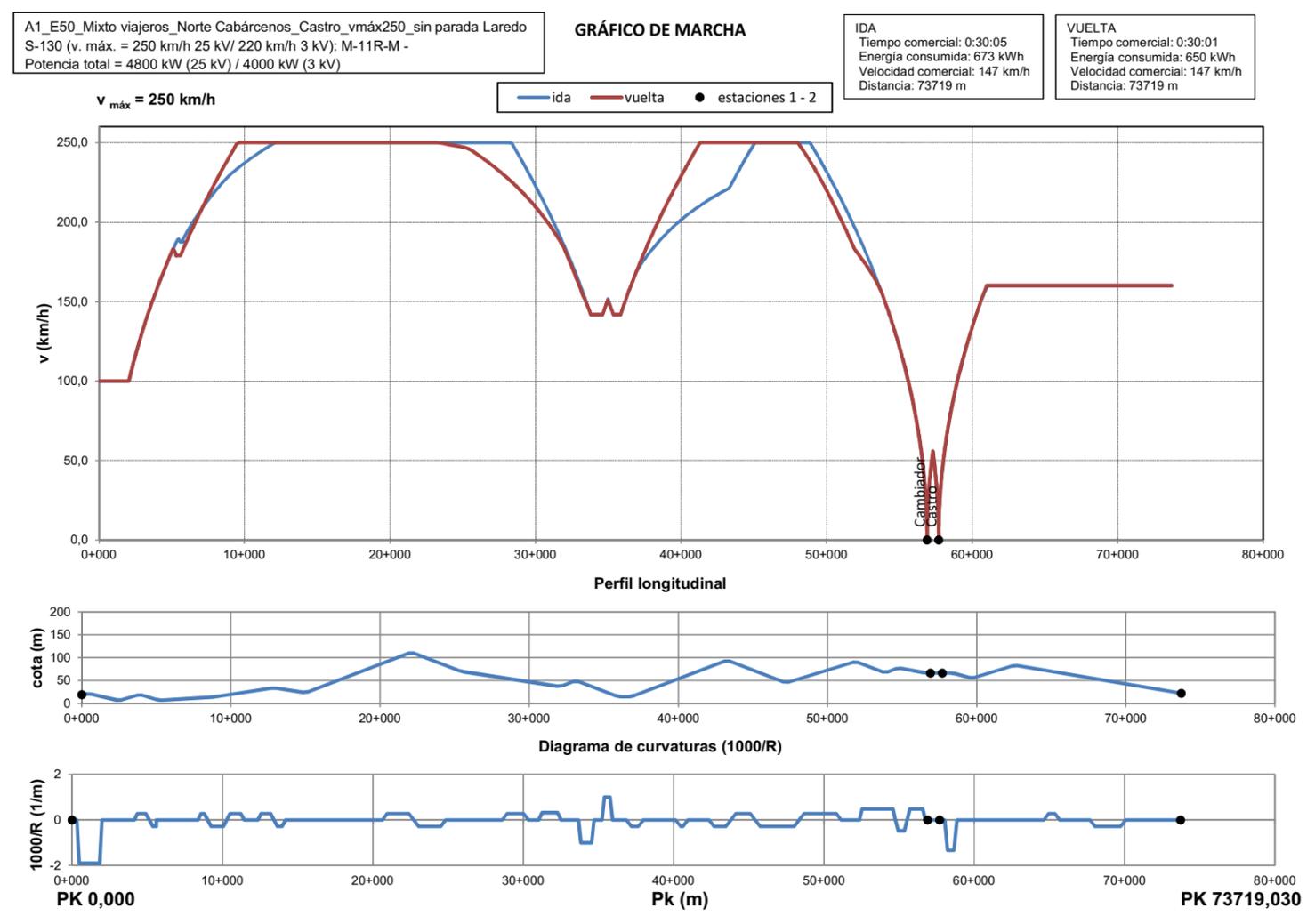
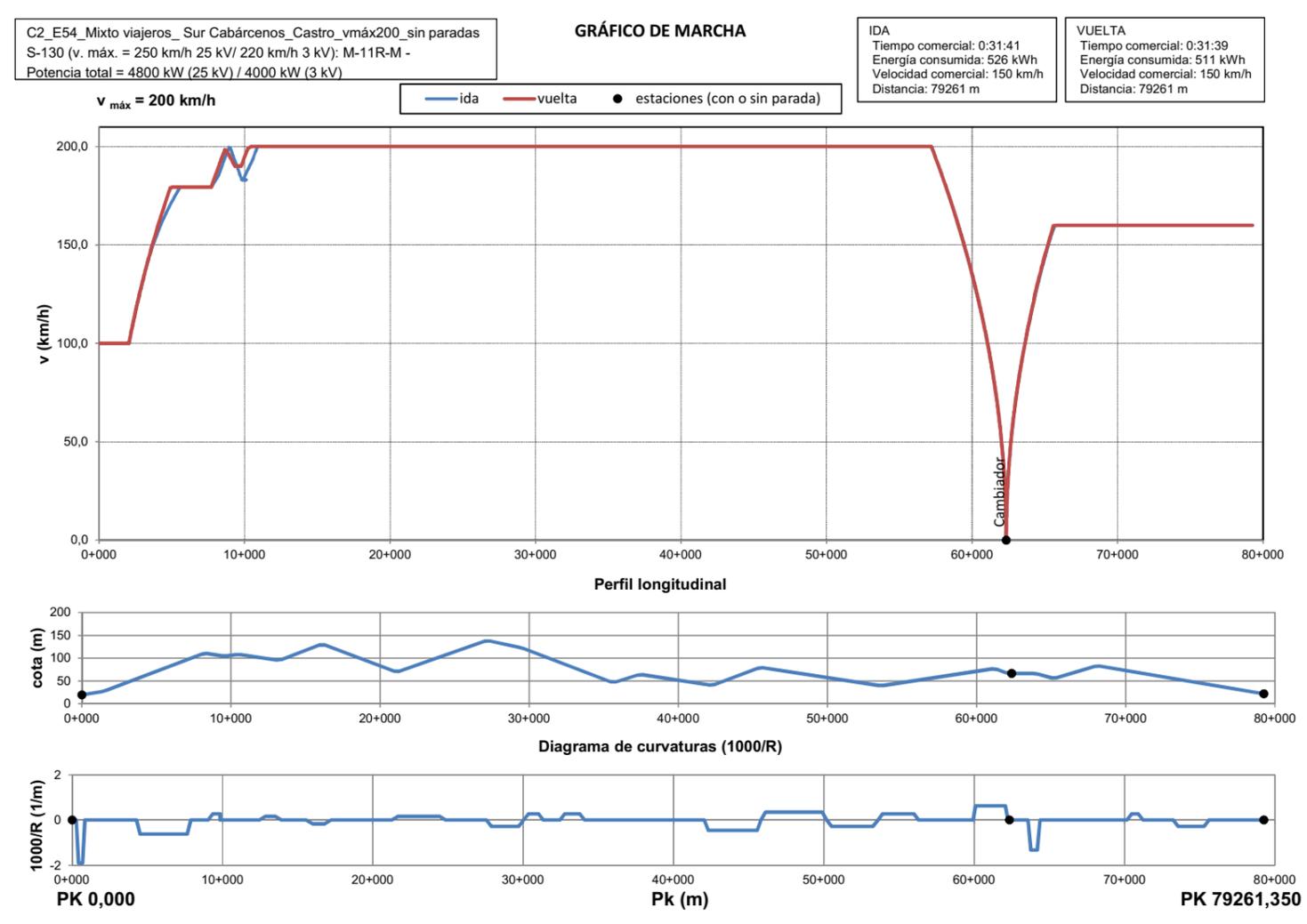


Diagrama de curvaturas (1000/R)



PK 0,000 PK 75570,090



A1\_E56\_Exclusivo viajeros\_Norte Cabárcenos\_Castro\_vmáx 250 km/h  
 S-130 (v. máx. = 250 km/h 25 kV/ 220 km/h 3 kV): M-11R-M -  
 Potencia total = 4800 kW (25 kV) / 4000 kW (3 kV)

**GRÁFICO DE MARCHA**

— ida — vuelta ● estaciones 1 - 3

IDA  
 Tiempo comercial: 0:32:13  
 Energía consumida: 834 kWh  
 Velocidad comercial: 137 km/h  
 Distancia: 73719 m

VUELTA  
 Tiempo comercial: 0:32:02  
 Energía consumida: 824 kWh  
 Velocidad comercial: 138 km/h  
 Distancia: 73719 m

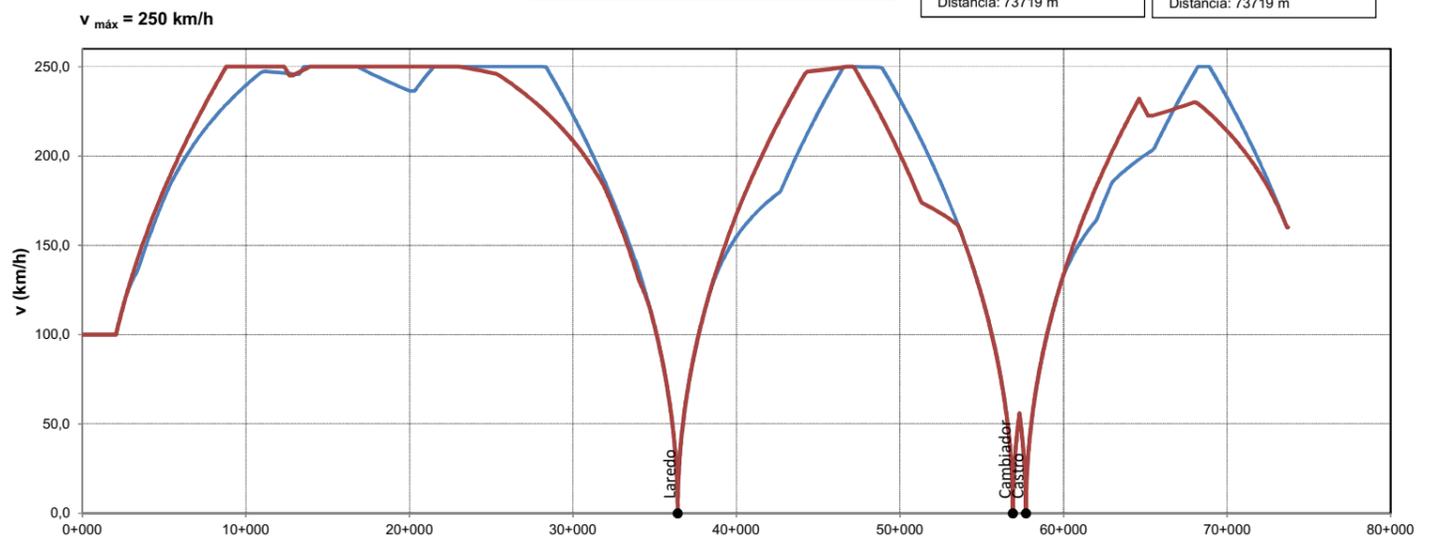
A1\_E56\_Exclusivo viajeros\_Norte Cabárcenos\_Castro\_vmáx 250 km/h  
 S-130 (v. máx. = 250 km/h 25 kV/ 220 km/h 3 kV): M-11R-M -  
 Potencia total = 4800 kW (25 kV) / 4000 kW (3 kV)

**GRÁFICO DE MARCHA**

— ida — vuelta ● estaciones (con o sin parada)

IDA  
 Tiempo comercial: 0:27:33  
 Energía consumida: 802 kWh  
 Velocidad comercial: 161 km/h  
 Distancia: 73719 m

VUELTA  
 Tiempo comercial: 0:27:16  
 Energía consumida: 800 kWh  
 Velocidad comercial: 162 km/h  
 Distancia: 73719 m



Perfil longitudinal

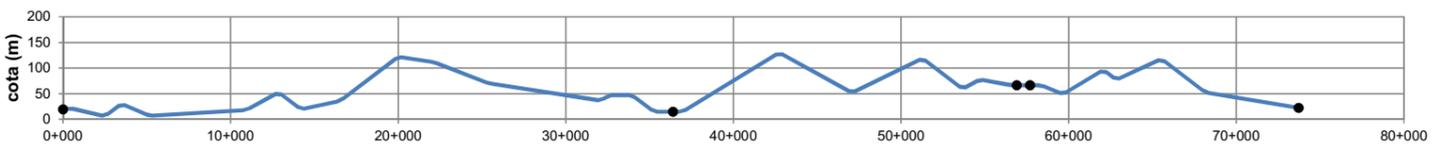
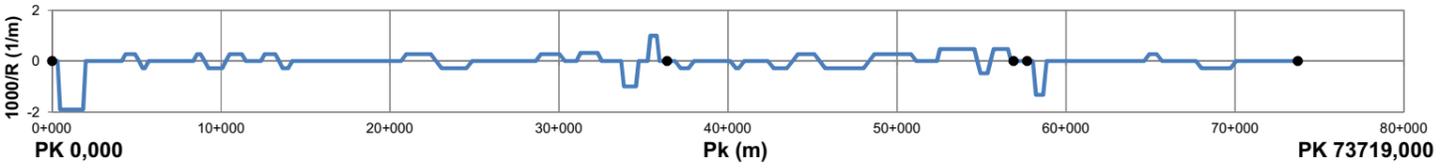
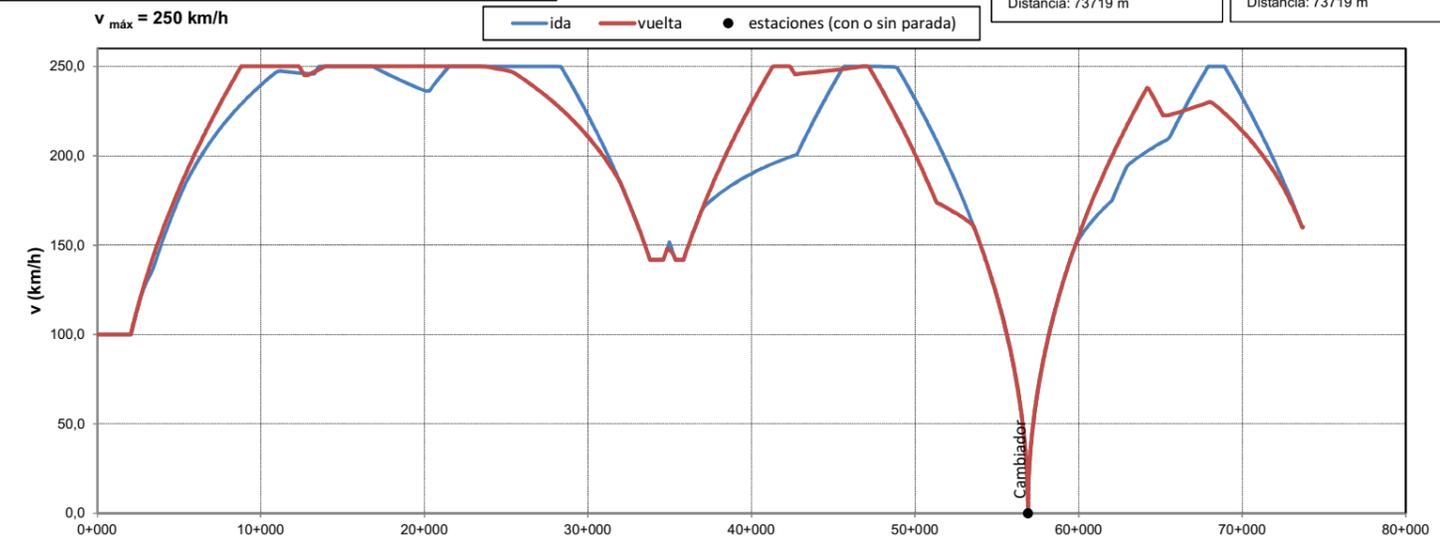


Diagrama de curvaturas (1000/R)



PK 0,000 PK 73719,000



Perfil longitudinal

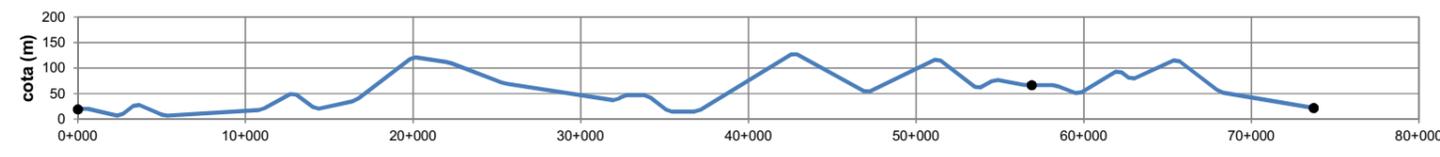
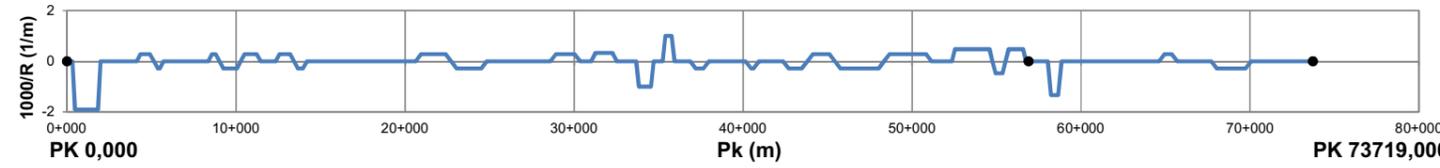


Diagrama de curvaturas (1000/R)



PK 0,000 PK 73719,000

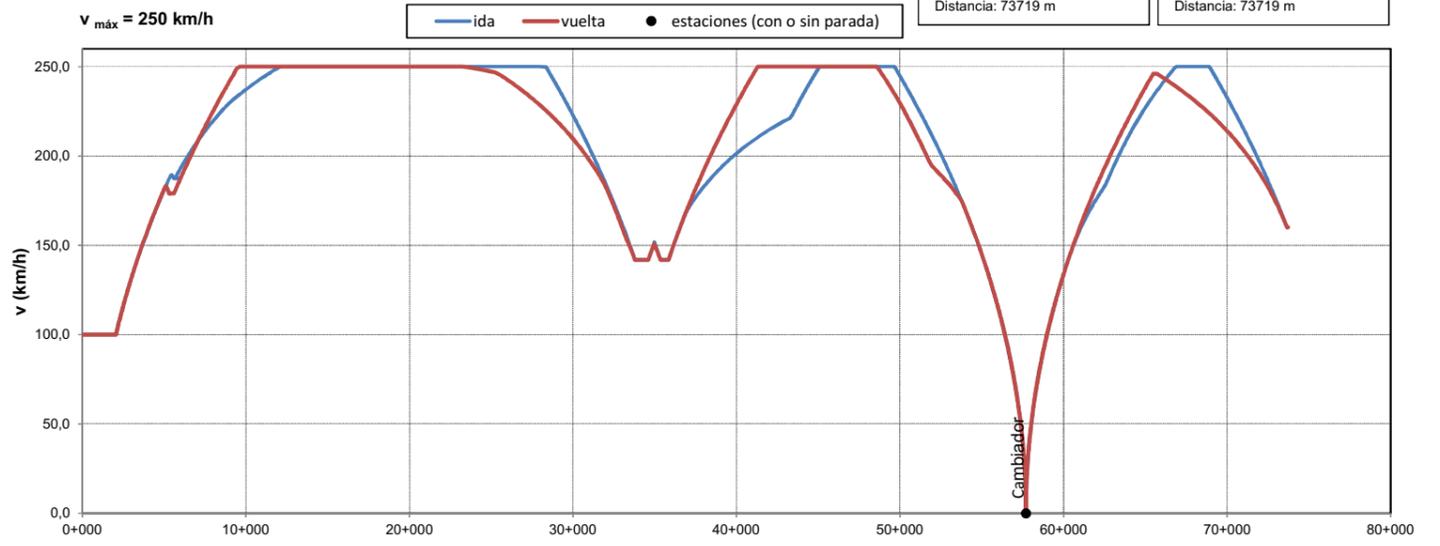
A1\_E50\_Mixto viajeros\_Norte Cabárcenos\_Castro\_vmáx 250\_sin paradas  
 S-130 (v. máx. = 250 km/h 25 kV/ 220 km/h 3 kV): M-11R-M -  
 Potencia total = 4800 kW (25 kV) / 4000 kW (3 kV)

**GRÁFICO DE MARCHA**

— ida — vuelta ● estaciones (con o sin parada)

IDA  
 Tiempo comercial: 0:27:09  
 Energía consumida: 790 kWh  
 Velocidad comercial: 163 km/h  
 Distancia: 73719 m

VUELTA  
 Tiempo comercial: 0:27:07  
 Energía consumida: 737 kWh  
 Velocidad comercial: 163 km/h  
 Distancia: 73719 m



Perfil longitudinal

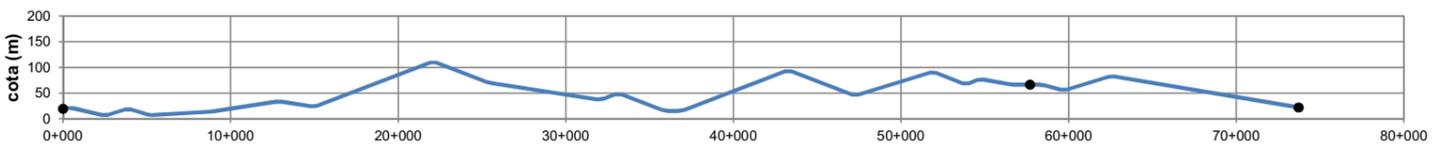
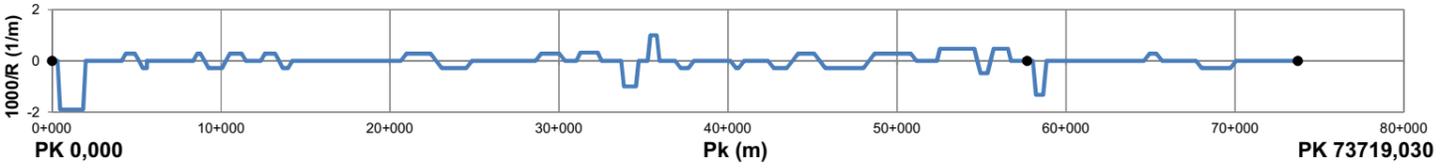


Diagrama de curvaturas (1000/R)



PK 0,000 PK 73719,030

## **ANEXO 2 DIAGRAMAS DE MARCHA - MERCANCÍAS**

E50\_Mercancias\_Norte Cabárcenos\_v máx 160 km/h  
Eje 50  
Locomotora eléctrica S-253 (1x) + 1100 TBR de mercancías (automoción)

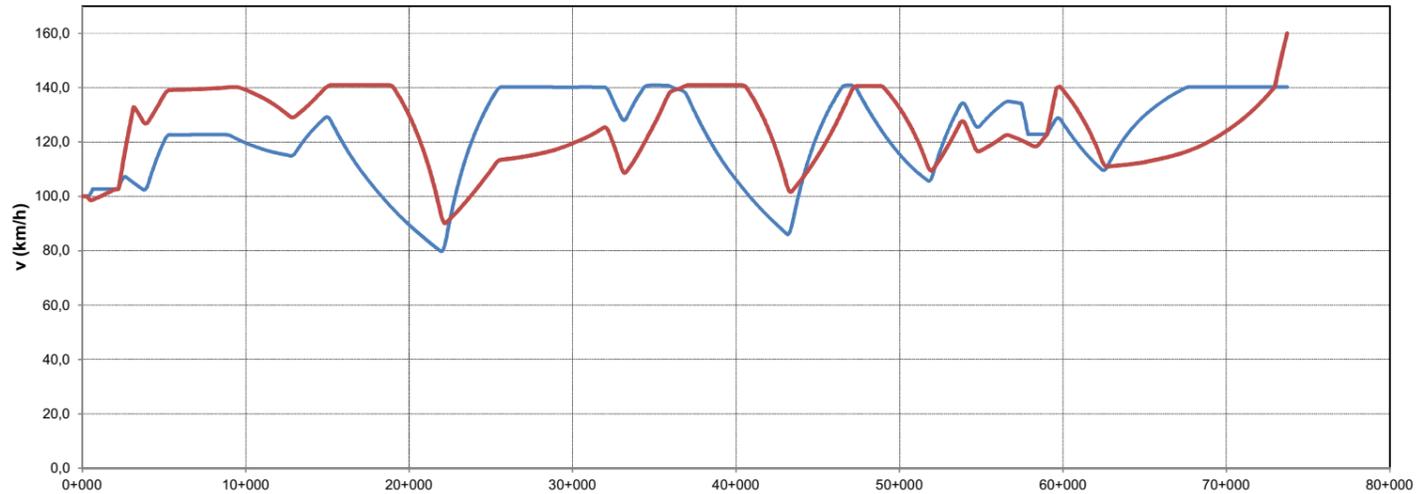
GRÁFICO DE MARCHA

— ida — vuelta

IDA  
Tiempo comercial: 0:40:39  
Energía consumida: 2948 kWh  
Velocidad comercial: 109 km/h  
Distancia: 73719 m

VUELTA  
Tiempo comercial: 0:39:25  
Energía consumida: 2787 kWh  
Velocidad comercial: 112 km/h  
Distancia: 73719 m

v máx = 160 km/h



Perfil longitudinal

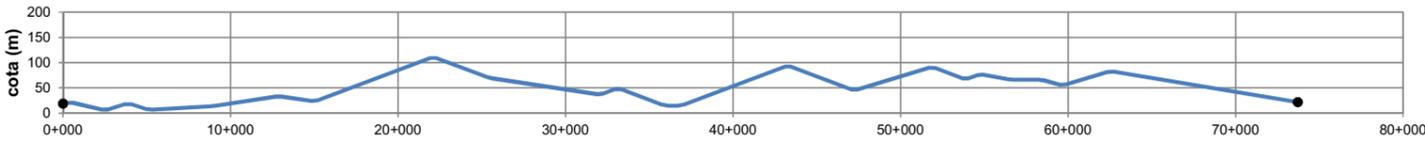
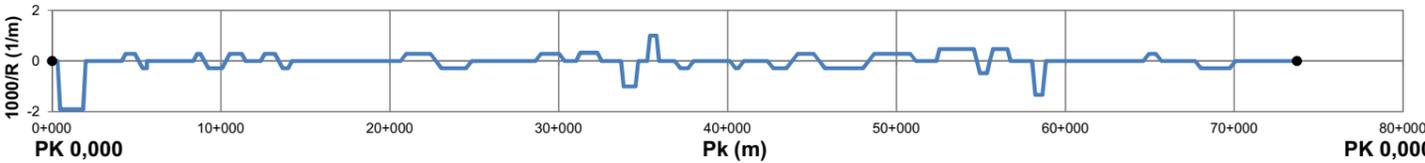


Diagrama de curvaturas (1000/R)



E51\_Mercancias\_Norte Cabárcenos\_v máx 160 km/h  
Eje 51  
Locomotora eléctrica S-253 (1x) + 1100 TBR de mercancías (automoción)

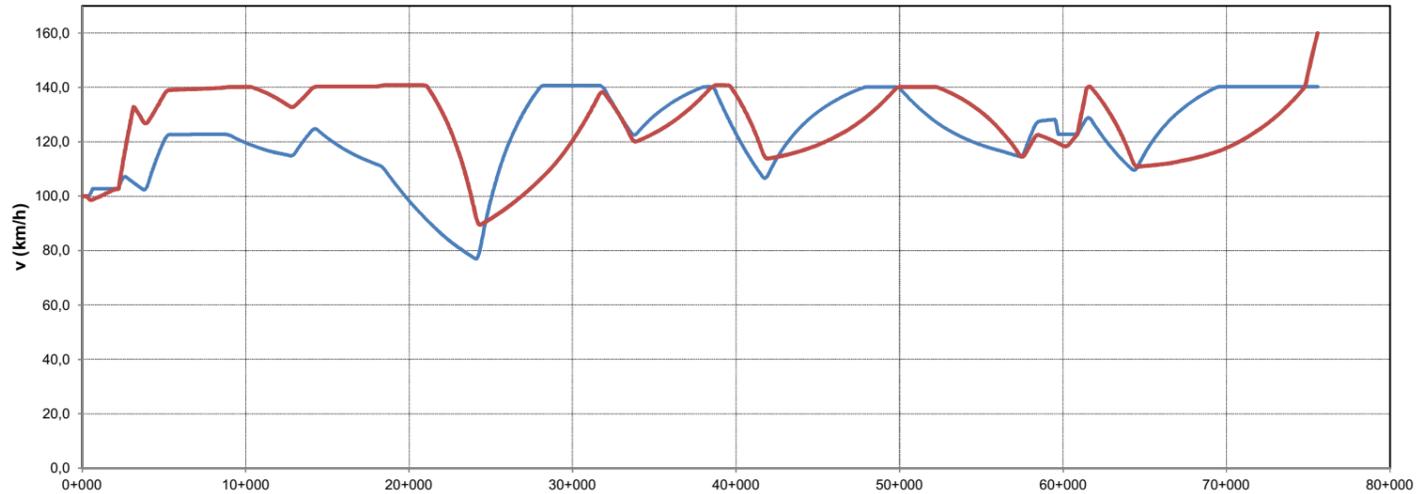
GRÁFICO DE MARCHA

— ida — vuelta

IDA  
Tiempo comercial: 0:41:21  
Energía consumida: 3024 kWh  
Velocidad comercial: 110 km/h  
Distancia: 75570 m

VUELTA  
Tiempo comercial: 0:39:57  
Energía consumida: 2918 kWh  
Velocidad comercial: 113 km/h  
Distancia: 75570 m

v máx = 160 km/h



Perfil longitudinal

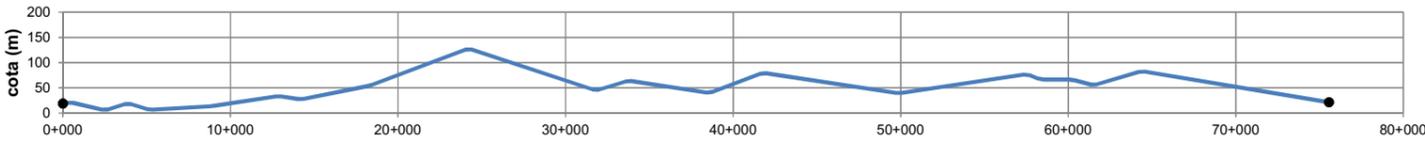
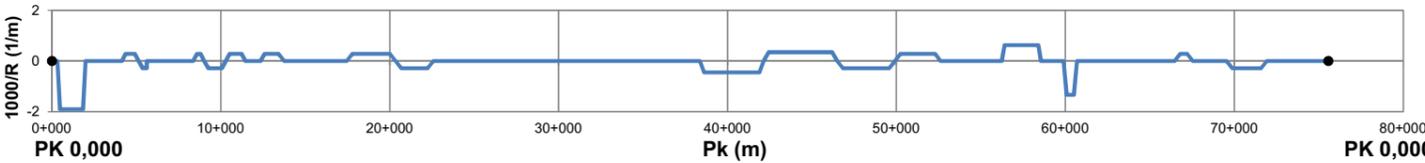


Diagrama de curvaturas (1000/R)



E52\_Mercancias\_Norte Cabárcenos\_v máx 160 km/h  
Eje 52  
Locomotora eléctrica S-253 (1x) + 1100 TBR de mercancías (automoción)

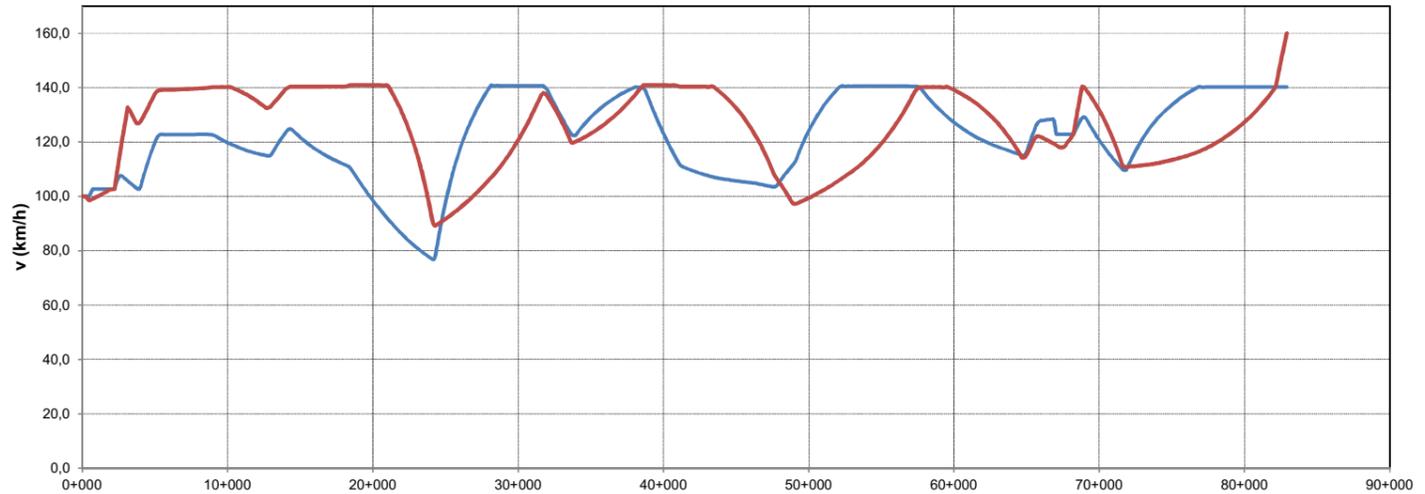
GRÁFICO DE MARCHA

— ida — vuelta

IDA  
Tiempo comercial: 0:45:41  
Energía consumida: 3267 kWh  
Velocidad comercial: 109 km/h  
Distancia: 82910 m

VUELTA  
Tiempo comercial: 0:44:17  
Energía consumida: 3171 kWh  
Velocidad comercial: 112 km/h  
Distancia: 82910 m

v máx = 160 km/h



Perfil longitudinal

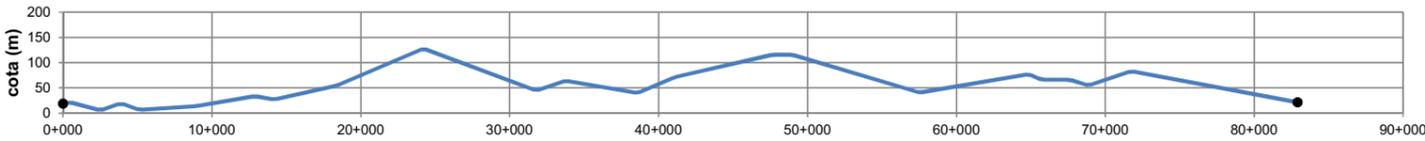
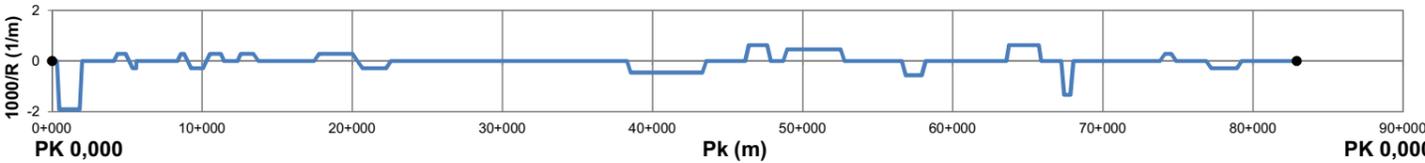


Diagrama de curvaturas (1000/R)



E53\_Mercancias\_Sur Cabárcenos\_v máx 160 km/h  
Eje 53  
Locomotora eléctrica S-253 (1x) + 1100 TBR de mercancías (automoción)

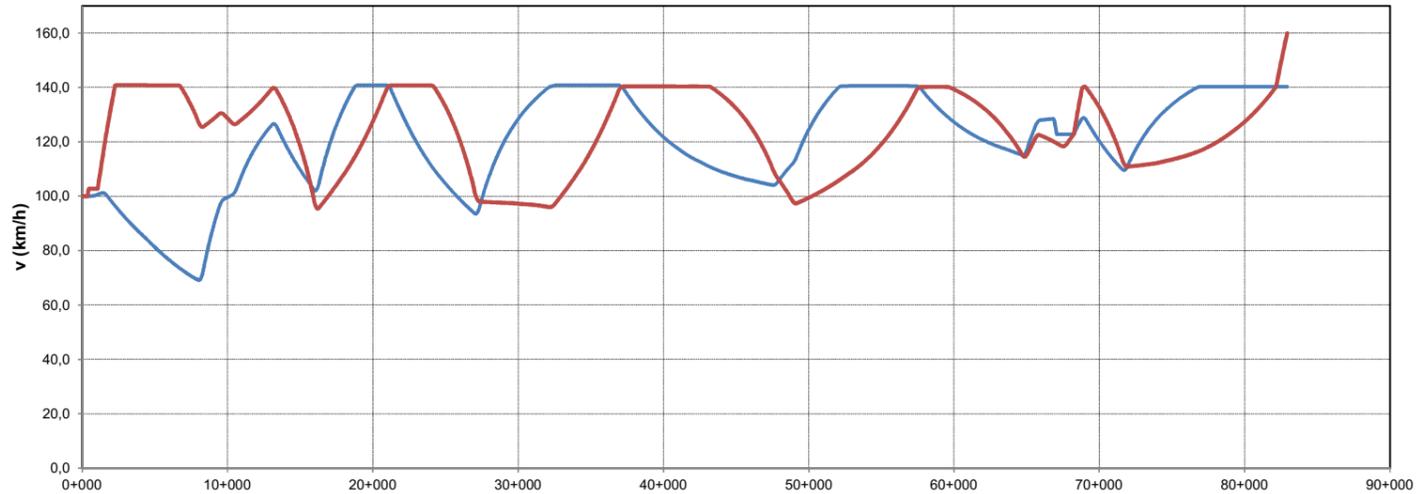
GRÁFICO DE MARCHA

— ida — vuelta

IDA  
Tiempo comercial: 0:46:37  
Energía consumida: 3234 kWh  
Velocidad comercial: 107 km/h  
Distancia: 82928 m

VUELTA  
Tiempo comercial: 0:45:01  
Energía consumida: 3140 kWh  
Velocidad comercial: 111 km/h  
Distancia: 82928 m

v máx = 160 km/h



Perfil longitudinal

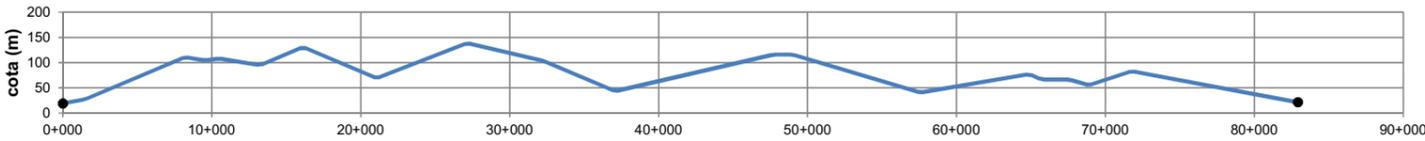
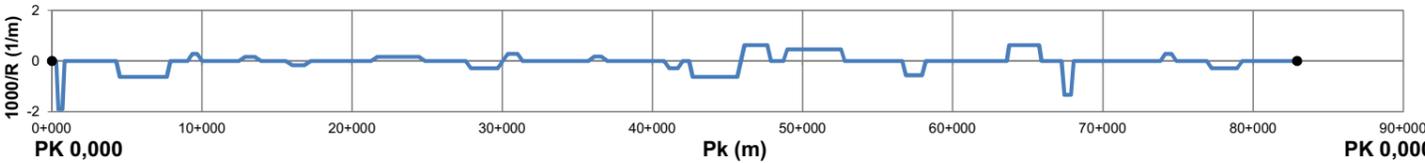


Diagrama de curvaturas (1000/R)



E54\_Mercancías\_Sur Cabárcenos\_vmáx 160 km/h  
Eje 54  
Locomotora eléctrica S-253 (1x) + 1100 TBR de mercancías (automoción)

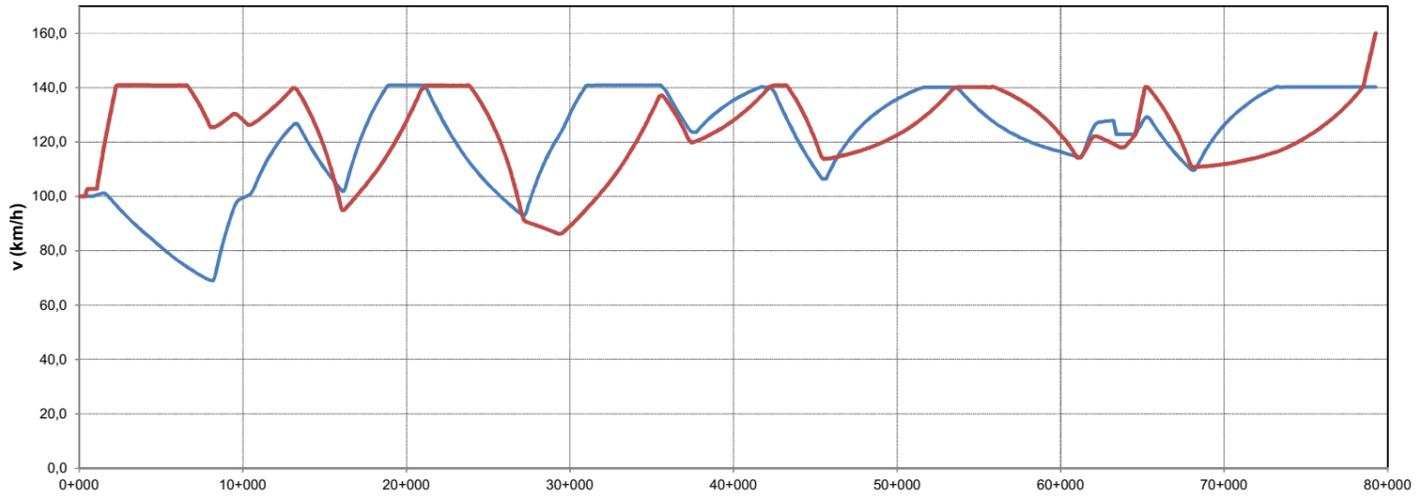
### GRÁFICO DE MARCHA

— ida — vuelta

IDA  
Tiempo comercial: 0:44:15  
Energía consumida: 3128 kWh  
Velocidad comercial: 107 km/h  
Distancia: 79261 m

VUELTA  
Tiempo comercial: 0:42:51  
Energía consumida: 3010 kWh  
Velocidad comercial: 111 km/h  
Distancia: 79261 m

$v_{\text{máx}} = 160 \text{ km/h}$



Perfil longitudinal

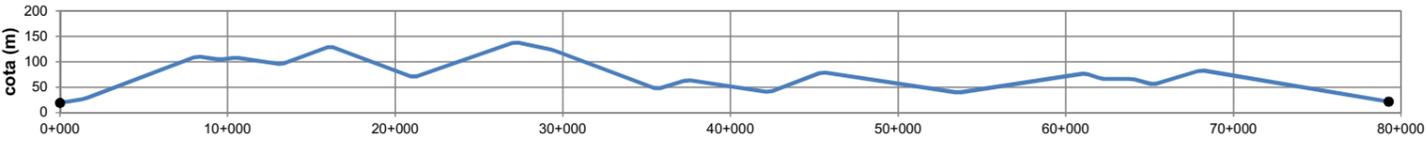
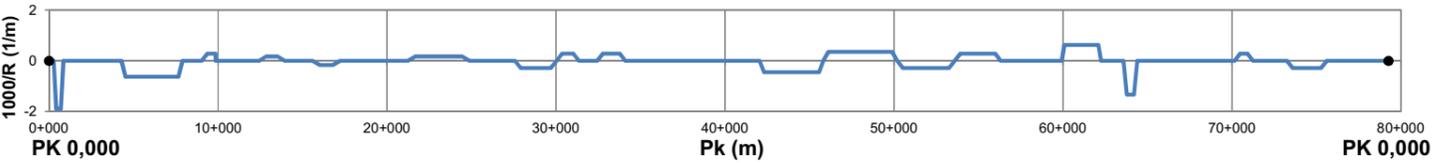


Diagrama de curvaturas (1000/R)



E55\_Mercancías\_Sur Cabárcenos\_vmáx 160 km/h  
Eje 55  
Locomotora eléctrica S-253 (1x) + 1100 TBR de mercancías (automoción)

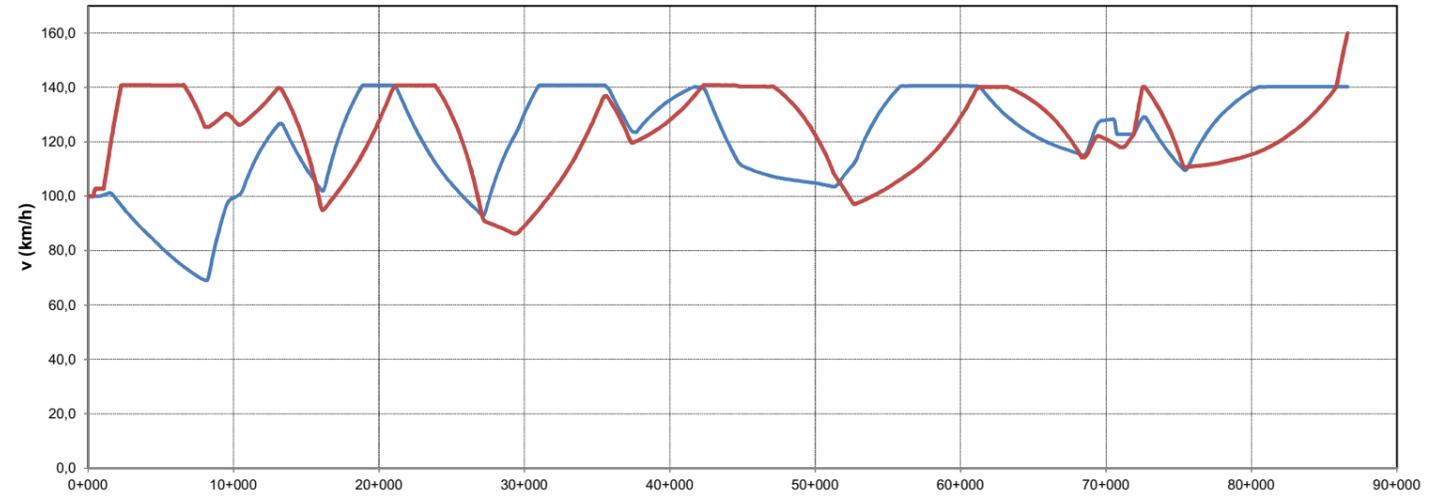
### GRÁFICO DE MARCHA

— ida — vuelta

IDA  
Tiempo comercial: 0:48:34  
Energía consumida: 3377 kWh  
Velocidad comercial: 107 km/h  
Distancia: 86601 m

VUELTA  
Tiempo comercial: 0:47:08  
Energía consumida: 3268 kWh  
Velocidad comercial: 110 km/h  
Distancia: 86601 m

$v_{\text{máx}} = 160 \text{ km/h}$



Perfil longitudinal

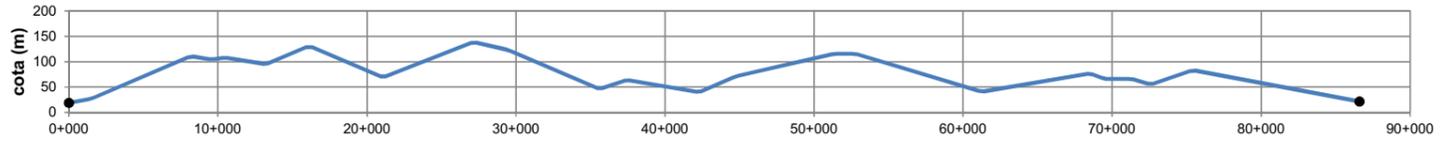


Diagrama de curvaturas (1000/R)

