



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos.*

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



**Estudio de viabilidad económico
de distintas alternativas de la
conexión ferroviaria de Alta
Velocidad de Cantabria con el resto
de la red nacional**

Trabajo realizado por:

Félix Durán Vía

Dirigido:

Saúl Torres Ortega

Pedro Díaz Simal

Titulación:

Grado en Ingeniería Civil

Santander, Diciembre de 2016

TRABAJO FINAL DE GRADO

ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICO DE DISTINTAS ALTERNATIVAS DE LA CONEXIÓN FERROVIARIA DE ALTA VELOCIDAD DE CANTABRIA CON EL RESTO DE LA RED NACIONAL

Autor Félix Durán Vía

Director Saúl Torres Ortega

Convocatoria diciembre 2016

Palabras clave Estudio de viabilidad económico, Alta velocidad, Coste-Beneficio.

Actualmente se vive una época de cambios constantes y rápidos. Es fácil quedarse atrás. Como dijo Miguel de Unamuno “el progreso consiste en renovarse”, esto es, renovarse o morir. Hoy en día todo el mundo tiene en su bolsillo un Smartphone que le permite hablar con alguien a miles de kilómetros de distancia, cada vez es más frecuente trabajar desde casa y es posible realizar un pedido a la otra punta del mundo y tenerlo en casa en menos de 24 horas. Esto, claro está, indica que el mundo actual es un mundo interconectado, sin fronteras, y entre otras cosas es gracias a los grandes avances realizados en las conexiones físicas.

Cantabria tiene un problema en sus conexiones y, principalmente, en su conexión ferroviaria. Esto no es nada nuevo. Muestra clara de ello es que varios gobiernos regionales de distinto signo político han intentado, sin resultado hasta el momento, mejorar este aspecto de la comunidad. Si se compara a Cantabria con las comunidades vecinas el agravio es considerable pues ya no solo la red actual es pésima sino que tampoco existe una solución clara al problema.

Este estudio se centrará en la conexión de la capital cántabra, Santander, con Madrid ya que este ejemplo permite hacerse una idea de la magnitud del problema. La conexión Madrid-Barcelona, separadas por 659 kilómetros, se puede realizar en un tiempo que ronda las 2 horas y 20 minutos. La conexión Madrid-Sevilla, con 532 kilómetros de por medio, se realiza en 2 horas y media. Sin embargo, el trayecto Madrid-Santander con una longitud entorno a los 400 kilómetros se realiza nada más y nada menos que en 4 horas y 15 minutos.

Este estudio comienza con un breve repaso a la historia del ferrocarril en España resaltando los hitos más importantes. Como se introduce la Alta Velocidad en España con aquella conexión, en el año 1992, Madrid-Sevilla que sería el inicio de una de las redes ferroviarias de referencia a nivel mundial.

En segundo lugar se proponen tres alternativas de Alta Velocidad. La primera es la más conocida y propone una línea de AV con un trazado muy similar al del ferrocarril convencional actual que conecta Santander con Palencia para así enlazar con la línea de AV que une Valladolid con Madrid. Esta opción permitiría realizar el trayecto

Santander-Madrid en un tiempo que rondaría las 2 horas y media recortando en 1 hora y 45 minutos el trayecto actual. La segunda alternativa es una variante a la palentina con un desvío por Burgos que ofrece el mismo tiempo de viaje y con un costo menor gracias a un recorrido más favorable aunque con una distancia mayor. La tercera opción es diferente a las anteriores. Se trata de una conexión Santander-Bilbao que trata de aprovechar la futura “Y vasca” para fijar el tiempo de trayecto Santander-Madrid en unas 3 horas. Media hora más que las anteriores alternativas pero con un abanico de destinos mucho mayor ya que permite la conexión con, por ejemplo, Barcelona. La cuarta alternativa, llamada “Alternativa 0”, no es de Alta Velocidad. La cuarta alternativa es la opción elegida, a priori, por la administración y se trata de mejorar la línea actual reformando y en ocasiones sustituyendo por completos distintos tramos. Esta alternativa también tiene un tiempo de trayecto entorno a las 3 horas pero renuncia a la Alta Velocidad.

Posteriormente se explica de qué manera se procederá a comparar las distintas alternativas haciendo uso del análisis Coste-Beneficio y de una segunda herramienta conocida como VAN (Valor Actual Neto). El análisis Coste-Beneficio, también conocido como ACB, es una técnica que permite valorar inversiones teniendo en cuenta aspectos que no son puramente financieros como son los de tipo social y medioambiental por lo que es frecuentemente usada en obra pública. Por otro lado el VAN permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros originados por una inversión.

Tras esta explicación detallada de la metodología se aplicará el método siguiente los pasos explicados anteriormente elaborando un Excel que incluirá todos los costes y beneficios detectados y se obtendrán los resultados recogidos en la siguiente tabla:

| Alternativa | VAN |
|--------------------|---------------------|
| Santander-Palencia | -3.775.589.794,57 € |
| Santander-Burgos | -3.802.014.667,82 € |
| Santander-Bilbao | -1.457.193.749,98 € |
| 0 | 255.162.795,51 €. |

Tabla 1: resultados de las alternativas (VAN)

Una vez obtenidos los resultados se puede afirmar que la Alta Velocidad no es rentable en ninguna de sus tres alternativas arrojando únicamente resultados positivos la alternativa conocida como “Alternativa 0” que renuncia a la Alta Velocidad. Los altos costes de construcción debidos a una orografía nada favorable para este tipo de construcciones son un lastre demasiado grande.

Finalmente se extraerán las conclusiones pertinentes. Está claro que una conexión de Alta Velocidad con Cantabria no resulta rentable pero, ¿desde cuándo una obra civil tiene un fin lucrativo? No hay que perder de vista el concepto de obra civil; aquellas obras que son el resultado de la ingeniería civil y que son desarrolladas para beneficio de la población de una nación porque algunos de los objetivos de las mismas

son la organización territorial y el aprovechamiento al máximo del territorio (ABC, 2016). En resumen, por el bien de los ciudadanos. Nadie se para a pensar en la rentabilidad de un parque, de la red de saneamiento o de una autovía, sencillamente se entiende que con dichas actuaciones se mejora la calidad de vida de los ciudadanos. Esa es la finalidad de una obra civil.

La comunidad cántabra ve como la Alta Velocidad llega a muchos rincones de España y cómo, donde todavía no ha llegado, se proyectan nuevos corredores. Mientras tanto en Cantabria los trenes Alvia circulan por un sistema ferroviario del siglo XIX donde los fallos de la catenaria, cortes del suministro eléctrico y averías en la vía se traducen en retrasos que no se pueden consentir y que provoca que muchos usuarios descarten el tren como una opción válida para viajar.

La llegada de la Alta Velocidad a Cantabria se traduciría en un impulso al turismo de la región, que representa casi un 11% de su PIB, y dotaría de mayor competitividad a un Puerto de Santander que se ve en desventaja con respecto a sus competidores.

Quizás no sea el momento, debido a la coyuntura económica, de realizar inversiones de tal envergadura. Quizás la alternativa elegida por la Administración sea la más adecuada en este momento ya que es la más económica y supone una mejora importante de la conexión actual. Pero dicha alternativa debe ser un parche y no la solución final, en caso contrario, se produciría un agravio comparativo muy grande entre Cantabria y las comunidades vecinas.



Ilustración 1: AVE Madrid - Sevilla (Fuente: blog.avemadridsevilla.es, 2016)

Study of the economic feasibility of Cantabria’s high speed railway connection with the national net and its different alternatives

Author Félix Durán Vía

Director Saúl Torres Ortega

Date december 2016

Key Words Economical feasibility analysis, High-Speed, Cost–benefit.

The world nowadays is constantly changing. It’s easy to be left behind. As Miguel de Unamuno said “progress consists on upgrading”, and so it is, reinventing yourself or becoming a laggard. Nowadays everyone has a Smartphone that allows him or her to speak with somebody who is a thousand kilometres away, every time is more frequent to work from home and it is possible to order something in the opposite part of the world and receive the delivery within the next 24 hours. This shows how the world is interconnected, breaking boundaries, and mostly due to big advances in physical connections.

Cantabria has a problem with its connections, especially with the railway, and it isn’t new at all. A clear prove of this problem is the fact that several regional governments, and from different political parties, have tried unsuccessfully for the moment to improve in this aspect. When Cantabria is compared to the nearby regions the damage is noteworthy, given that the current net is poor and there is no clear solution to be implemented anytime soon.

This study will be focused on connecting Cantabria’s capital, Santander, with Madrid, because this example allows to have an overview of the problem’s scope. The connection Madrid-Barcelona, at a distance of 659 kilometres, can be covered in about 2 hours and 20 minutes. The connection Madrid-Seville, at a distance of 532 kilometres is covered in 2 and a half hours. However, the route Madrid-Santander with a distance of about 400 kilometres takes 4 hours and 15 minutes to be covered.

The dissertation starts with a brief introduction to the history of the railway in Spain and its highlights. How the high-speed rail is introduced in Spain in 1992, connecting Madrid and Seville and becoming a worldwide reference railway.

Secondly, three high-speed alternative layouts are proposed. The first one is the best known and consists on a high-speed rail, quite similar to the conventional railway that currently connects Santander and Palencia, to link with the already built high-speed rail that covers Valladolid-Madrid. This option would enable the route Santander-Madrid in about 2 and a half hours, reducing the current time length in 1 hour and 45 minutes. The second alternative is a variant of the route by Palencia with a detour through Burgos that offers the same travelling time with a lower cost, provided by a more favourable mapping in spite of the longer distance. The third option is different to the others. It consists on a connection Santander-Bilbao aiming to leverage the future “Basque Y” to

set the travel time from Santander to Madrid in 3 hours. This last alternative would be half an hour longer than the rest but with wider options in the destinations including Barcelona for instance. The fourth alternative is called “Alternative 0” and it is non-high-speed. It is the choice selected so far by the public administration, it consists on improving the current railway and in some occasions substituting completely sections of it. This alternative has a travelling time of about 3 hours as well, but it gives up to the high-speed railway.

Afterwards there is an explanation of how the comparison procedure will be among the alternatives, using CBA (Cost/Benefit Analysis) and NPV (Net Present Value). The CBA is a technique that allows to estimate investments taking into account non-purely financial aspects such as social or environmental, for this reason it is frequently used in Public Works. On the other hand, the NPV calculates the current value of future cash flows in an investment.

Following this detailed explanation of the methodology, there will be an Excel sheet including all the costs and benefits detected and they will be englobed in the following chart:

| Alternative | NPV |
|--------------------|---------------------|
| Santander-Palencia | -3.775.589.794,57 € |
| Santander-Burgos | -3.802.014.667,82 € |
| Santander-Bilbao | -1.457.193.749,98 € |
| Alternative 0 | 255.162.795,51 € |

Tabla 2: results of alternatives (VAN)

Once the results are obtained it can be confirmed that the high-speed rail is not profitable in any of its three alternatives, leaving only positive results to the alternative known as “Alternative 0” which foregoes high-speed. The high construction costs caused by a non-favourable orography become a too big burden.

Finally, the pertinent conclusions will be drawn. The high-speed connection for Cantabria is clearly non-profitable but, does really a civil work need to be profitable? The concept of civil work cannot be overlooked: those works that result from civil engineering and are developed for the benefit of the population, because some of the objectives are the territorial organisation and land-use of the territory (ABC, 2016). To sum up, for the common good of the citizenship. In other occasions the profitability is not questioned, when building a park, a sewage network or a highway, they are simply understood and taken as works to improve life quality. That’s the point of a civil work.

Cantabria is watching from the back how high-speed railway is reaching several corners of Spain and how, where it hasn’t reached yet, new projects are being developed. Meanwhile in Cantabria, the Alvia trains are driven through a 19th century railway system where the flaws of the catenary, power cuts and malfunctions of the rails are translated into delays that make many users discard the train as a valid option to travel.

The arrival of the high-speed railway to Cantabria would boost the tourism in the region, sector that represents almost the 11% of the GDP, and it would increase the competitiveness of the seaport of Santander which is currently disadvantaged in respect to its competitors.

Perhaps it is not the moment, due to the economic circumstances, to make such investments. Perhaps the alternative chosen by the Public Administration is the most appropriate in this moment given that it is the most affordable and improves consistently the current connection. Nevertheless, this alternative is merely a patch and not a final solution, on the contrary, it would cause a comparative laggard among Cantabria and its neighbour regions.



Ilustración 2: AVE Madrid - Sevilla (blog.avemadridsevilla.es, 2016)

Tabla de contenido

| | |
|--|----|
| 1. Introducción..... | 9 |
| 1.1. Objetivos..... | 10 |
| 2. Situación actual..... | 11 |
| 2.1. Definición - ¿Qué es la alta velocidad? | 11 |
| 2.2. Historia del AVE..... | 11 |
| 2.2.1. Inicios del AVE | 11 |
| 2.2.2. Expansión del AVE..... | 12 |
| 2.2.3. Actualidad y futuro..... | 13 |
| 2.3. Competitividad - ¿Es competitivo? | 15 |
| 2.4. Problema en Cantabria | 17 |
| 3. Estudio Alternativas..... | 19 |
| 3.1. Alternativa Palencia | 19 |
| 3.2. Alternativa Burgos..... | 25 |
| 3.3. Alternativa Bilbao | 29 |
| 3.4. Alternativa 0..... | 32 |
| 4. Análisis Coste-Beneficio..... | 33 |
| 4.1. Definición..... | 33 |
| 4.2. Metodología..... | 33 |
| 4.2.1. Identificar el proyecto..... | 33 |
| 4.2.2. Parámetros básicos..... | 33 |
| 4.2.3. Identificación de Impactos | 35 |
| 4.2.4. Monetización de los impactos..... | 36 |
| 4.2.5. Calcular el indicador..... | 36 |
| 4.2.6. Análisis de los resultados | 37 |
| 5. Análisis numérico | 38 |
| 5.1. Costes..... | 38 |
| 5.1.1. Costes de construcción | 38 |
| 5.1.2. Costes de mantenimiento | 38 |
| 5.1.3. Costes de explotación | 40 |
| 5.2. Beneficios | 40 |
| 5.2.1. Ahorro de tiempo..... | 40 |

| | |
|---|----|
| 5.2.2. Seguridad | 42 |
| 5.2.3. Aprovechamiento del tiempo | 43 |
| 5.2.4. Beneficios de explotación | 43 |
| 5.2.5. Ambientales..... | 44 |
| 5.2.6. Turísticos..... | 45 |
| 5.2.7. Venta de billetes | 45 |
| 6. Resultados | 47 |
| 6.1. Alternativa Santander-Palencia..... | 47 |
| 6.2. Alternativa Santander-Burgos | 49 |
| 6.3. Alternativa Bilbao | 50 |
| 6.4. Alternativa 0..... | 52 |
| 7. Conclusiones..... | 54 |
| 8. Bibliografía | 56 |
| 9. Anexo I: índice de ilustraciones | 60 |
| 10. Anexo II: índice de tablas | 61 |

1. Introducción

Actualmente Cantabria no goza de una buena conexión con la capital española. La conexión por ferrocarril llevada a cabo por trenes Alvia deja bastante que desear. Los retrasos, averías y problemas con la catenaria son constantes y habituales. Para hacerse una idea de la magnitud de este problema basta con comparar el tiempo de trayecto de dicha línea con el de varias ciudades con el mismo destino. La conexión Madrid-Barcelona, separadas por 659 kilómetros, se puede realizar en un tiempo que ronda las 2 horas y 20 minutos. La conexión Madrid-Sevilla, con 532 kilómetros de por medio, se realiza en 2 horas y media. Sin embargo, el trayecto Madrid-Santander con una longitud entorno a los 400 kilómetros se realiza nada más y nada menos que en 4 horas y 15 minutos. Además en Valladolid el tren debe de cambiar el ancho de vía en un intercambiador ya que la vía que conecta la capital pucelana con Madrid sí es de AV¹. Hecho curioso es que en invierno, debido al hielo, no es posible realizar dicha operación y los pasajeros normalmente deben hacer un transbordo con las molestias que ello conlleva.

Si se analiza más detenidamente esta situación se aprecia que los problemas de la línea se encuentran, básicamente, en territorio cántabro. El trayecto entre Valladolid y Madrid, de 179 kilómetros de distancia, se realiza por una línea de AV en 56 minutos. Dicho de otra forma, se tarda 3 horas y cuarto en llegar de Santander a Valladolid. Esto se debe a que esta parte del trayecto se realiza por una vía única de ancho convencional y con unos raíles de mala calidad que provoca que en verano, debido a la gran diferencia de temperatura entre el día y la noche, se produzcan garrotes de la vía y se el tren se detenga. Otro problema muy serio son las continuas averías en la catenaria que corta el suministro eléctrico del tren. También son continuos fallos relativos al confort de los pasajeros como averías de la calefacción en invierno. El estado de la vía en este tramo es realmente pésimo.

La conexión aérea tampoco es ninguna maravilla. Recientemente la compañía Air Nostrum² ha anunciado que el puente aéreo entre la capital cántabra y la madrileña será posible previo pago de 180 euros ida y vuelta. Es una rebaja considerable con respecto a los 400 euros que se pagaba anteriormente pero sigue siendo una cantidad elevada.

Por ello el transporte más usado es el de carretera. Los que optan por el autobús como medio de transporte eligen una opción más económica ofrecida por la compañía Alsa³, en torno a 50 euros ida y vuelta pero a cambio tienen como desventaja un tiempo de viaje excesivo que ronda, dependiendo de la línea, las 5 o 6 horas. Si se opta por

¹ AV: Alta Velocidad

² Air Nostrum es una aerolínea española con sede en que tras la firma un acuerdo de franquicia con Iberia todos sus vuelos se comercializan bajo la marca "Iberia Regional Air Nostrum".

³ ALSA Grupo S. L. U. es una empresa multinacional española dedicada al transporte de viajeros por carretera.

hacer uso de un vehículo propio el tiempo de viaje se sitúa entorno a las 5 horas, dependiendo de si se elige la opción burgalesa que pasa por la A-1 o la opción palentina que atraviesa la A-62 e incluye un peaje (6,80€). Incluso existe una tercera opción que pasa por Bilbao pero tiene una duración, lógicamente, mayor. Además la comodidad del transporte en carretera deja bastante que desear. Si se utiliza el vehículo propio no es posible realizar ninguna otra tarea para poder aprovechar el tiempo de viaje. Si se opta por el autobús depende de si se trata de una línea provista de la gama Supra⁴, que dispone toma de corriente para poder trabajar a bordo, o si el autobús es de clase Normal.

1.1. Objetivos

Una vez conocida la problemática anterior, este estudio tiene como finalidad la corrección de todos los errores anteriormente descritos proponiendo varias soluciones que proporcionen un transporte digno y mejore la conexión de Cantabria con, principalmente, Madrid.

En primer lugar se realizará un repaso de la historia de la Alta Velocidad en España. Es importante conocer nuestra historia para saber qué errores hemos cometido y qué hemos hecho bien. Se explicarán los inicios, la rápida expansión de la Alta Velocidad en España, cómo se configuró la red actual y el papel que juega España a nivel internacional en el mundo del ferrocarril.

Posteriormente se propondrán tres alternativas de Alta Velocidad. La primera, que conecta Santander con Palencia, es la más conocida y de la que se ha hablado durante mucho tiempo. La segunda es una variante a la alternativa palentina que supone un desvío por Burgos. La tercera es diferente con respecto a las dos anteriores; propone una conexión por Bilbao que aprovecha la futura “Y vasca” para la conexión con Madrid pero que además tiene un amplio abanico de destinos. Por último se estudiará la alternativa elegida por la Administración que renuncia a un trayecto puro de Alta Velocidad y propone una línea de altas prestaciones aprovechando tramos de la vía actual, modificando otros y renovando por completo ciertos tramos.

En tercer lugar se explicará y describirá el método por el cual se van a comparar las distintas alternativas. Se hará uso del análisis Coste-Beneficio y de la herramienta conocida como VAN (Valor Actual Neto). En este apartado se dejará clara la metodología y los pasos a seguir.

Después se aplicará el método explicado a cada una de las alternativas para posteriormente obtener unos resultados que permitirán comparar las alternativas entre ellas desde varios puntos de vista y extraer una pequeña conclusión de cada alternativa.

Finalmente se expondrá una conclusión final y global acerca de la problemática de la Alta Velocidad en lo que respecta a Cantabria.

⁴ Alta gama de Alsa que ofrece ciertas comodidades extra.

2. Situación actual

2.1. Definición - ¿Qué es la alta velocidad?

Según la Unión Europea, DIRECTIVE 96/48/EC APPENDIX 1, se denomina línea de alta velocidad a aquellas que posean las siguientes características:

- Una línea de nueva construcción se denomina como línea de alta velocidad cuando permite a los trenes operar a velocidades de 250 km/h. o mayores, durante todo o una parte importante de su recorrido.
- En el caso de líneas convencionales adaptadas, se consideran de alta velocidad si permiten velocidades de 200 o más km/h.
- También se pueden considerar como líneas de alta velocidad aquellas que, sin llegar a esta velocidad, satisfacen criterios especiales tales como reducciones sustanciales en tiempo del viaje al superar accidentes geográficos como montañas o estrechos.

Asimismo, se consideran vehículos de alta velocidad a aquellos vehículos pertenecientes al sistema ferroviario que están concebidos para circular:

- A una velocidad de 250 km/h como mínimo en las líneas especialmente construidas para la alta velocidad, pudiéndose al mismo tiempo, en las circunstancias adecuadas, alcanzar velocidades superiores a los 300 km/h.
- A una velocidad del orden de 200 km/h en las líneas anteriores, en caso de ser compatibles con las posibilidades de esas líneas.
- A una velocidad máxima inferior a 200 km/h que posiblemente vayan a circular por toda la red transeuropea de alta velocidad, o por una parte de ésta, cuando sean compatibles con los niveles de rendimiento de dicha red, deberán reunir los requisitos que garanticen un funcionamiento seguro en esa red.

2.2. Historia del AVE

2.2.1. Inicios del AVE

El proyecto del AVE arranca en 1986 con la decisión de construir un nuevo acceso ferroviario a Andalucía desde Madrid pensando en la posibilidad de establecer un servicio de alta velocidad que más tarde se extendiese hasta el resto de ciudades importantes.

A comienzos del año 1988 RENFE convoca un concurso internacional para adjudicar la fabricación de 24 unidades del tren de alta velocidad eligiendo el ancho de vía internacional para la línea del AVE. Finalmente se concede la adjudicación a la firma francesa Gec-Alsthom.

Durante 1992 se realizan las pruebas de velocidad con las primeras unidades recibidas de Gec-Alsthom, alcanzando los 335 km/h.

El inicio de la actividad comercial del AVE comenzó la explotación de la línea de alta velocidad Madrid-Sevilla inaugurada el 21 de abril de 1992, coincidiendo con la

Exposición Universal de Sevilla (Expo92), permitiendo reducir la duración del trayecto entre ambas ciudades de 7 a menos de 3 horas.

En su primer mes de servicio el AVE transportó a más de 100.000 viajeros y en Noviembre ya se habían transportado a más de un millón de viajeros.



Ilustración 3: ave Madrid Sevilla (Fuente: adif, 1992)

2.2.2. Expansión del AVE

La implantación del AVE en España se produce a un ritmo vertiginoso.

En 1987 se proyecta la remodelación del Corredor Mediterráneo (entre Tarragona y Castellón) para dotarlo de doble vía en toda su extensión inaugurándose en 1996 los primeros tramos de alta velocidad.

La extensión de la red de alta velocidad continúa con la entrada en servicio en 1997 del Euromed un tren de alta velocidad de ancho ibérico que cubre la línea entre Barcelona y Alicante. En 1999 aparece el Alaris circulando entre Madrid y Valencia a una velocidad máxima de 200 km/h.

En 2002 comienzan las obras de los túneles de Guadarrama pertenecientes a la línea Madrid-Valladolid para salvar el Sistema Central. Actualmente se está ejecutando la variante de Pajares para conectar dicha línea con Asturias aunque debido a innumerables contratiempos su ejecución se está retrasando más de lo previsto

En 2003 finaliza la primera fase de la línea de ancho estándar que conecta Madrid con la frontera francesa. Se trata de la línea que conecta Madrid-Guadalajara-Zaragoza-Lérida. Cabe destacar que esta línea es la primera en España en contar con el sistema de electrificación a 2x25 kV 50 Hz que permite alejar la distancia a la que se sitúan las subestaciones de tracción sin necesidad de aumentar la tensión.

En 2004 se inaugura el servicio Avant Sevilla-Córdoba y al año siguiente, en 2005, se inaugura el Avant Madrid-Ciudad Real-Puertollano .

En ese mismo año, 2005, circula el AVE Larga Distancia Madrid–Zaragoza–Huesca y se realiza la conexión Madrid-Toledo.

En tiempos posteriores se llevan a cabo mejoras para intentar aumentar las velocidades y mejorar los tiempos pero sin duda la aparición del Alvia en 2006 supone un importante avance en este sentido. Los Alvia, a diferencia de los trenes AVE, son unos trenes capaces de operar en ancho estándar y en ibérico y de cambiar de ancho sobre la marcha. Gracias a estos trenes se reduce el tiempo de viaje entre Madrid y varias ciudades del norte de España.

En 2007 se inaugura la línea Madrid-Segovia-Valladolid y en 2008 se abrió al público el último tramo de la Línea de alta velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera francesa finalizando así la conexión por alta velocidad entre Madrid y Barcelona con un tiempo de viaje de 2 horas y 38 minutos.

A partir de este momento, y como consecuencia de la Crisis económica española, muchos de los proyectos son paralizados y la expansión del AVE se frena. Ante este panorama, el gobierno de España busca soluciones para paliar el efecto de la Crisis. El Ministerio de Fomento desarrolla un modelo basado en el ahorro de tiempo y de bajo coste además de nuevas fórmulas de financiación público-privada.

En 2010 tiene lugar un importante hecho para la alta velocidad española; la conexión de Barcelona con París, realizando transbordo en la estación de Figueras-Vilafan, en un tiempo total de siete horas y 25 minutos. Posteriormente, en 2013, se realizaría el trayecto sin transbordo y se reduciría el tiempo del trayecto en seis horas y 20 minutos.

En 2011 la construcción del túnel que une las estaciones de Chamartín y Atocha (Madrid) permite la circulación transversal de los trenes de alta velocidad, lo que implica una conexión total y sin transbordos de todas las líneas de AVE que pasan por Madrid.

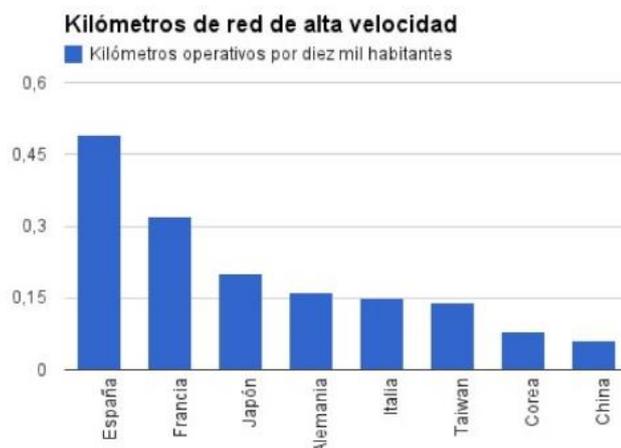


Ilustración 4: kilómetros de red de alta velocidad (Fuente: El Confidencial)

2.2.3. Actualidad y futuro

Hoy en día, según datos del International Union of Railways, España tiene la red de AVE más extensa de Europa gracias a los 2.515 kilómetros ya ejecutados, y a escala

mundial solo es superada en kilometraje por la red China. Según un estudio realizado en conjunto por la Universidad de Castilla-La Mancha y la de Cantabria si se compara el dato con los habitantes, España llega a estar a la cabeza del mundo con casi 0,5 kilómetros de AVE cada diez mil habitantes.

Hasta ahora el coste de la implantación de la red de alta velocidad en España es de 45.120 millones de euros con un coste medio de construcción por kilómetro de alta velocidad entorno a los 18 millones. El mantenimiento anual añade unos 100.000 euros por kilómetro.



Ilustración 5: estado de la AV en España (Fuente: adif, 2014)

Según la International Union of Railways en España existen 1.308 kilómetros que están en construcción y en los planes de Adif, el gestor de la infraestructura, restan 1.702 kilómetros por hacer para los cuales según el Plan de Infraestructuras 2012-2024 se necesitan 13.082 millones para completar la red.

Los esfuerzos en la alta velocidad para finalizar la red están centrados básicamente en el corredor del Mediterráneo (Tarragona, Valencia, Alicante y Murcia), la llamada Y vasca (Victoria-Bilbao-San Sebastián-Irún con la frontera francesa), el corredor norte (Valladolid-Burgos-Vitoria) y León-Gijón, además del corredor noroeste de Zamora a Ourense y el AVE a Badajoz.

Actualmente se encuentran en construcción las siguientes líneas:

| Corredor | LAV |
|-----------------|--|
| Noroeste | Madrid – Galicia |
| Norte | Venta de Baños – Burgos – Vitoria Y vasca León – Gijón |
| Central | Madrid (Atocha-Chamartín) |
| Mediterráneo | Castellón – Cartagena |
| Sur | Sevilla – Cádiz Eje Ferroviario Transversal |
| Suroeste | Madrid – Extremadura |

Tabla 3: LAVs en construcción

2.3. Competitividad - ¿Es competitivo?

Uno de los puntos más conflictivos del AVE es su rentabilidad económica. Comparando datos, la construcción de un kilómetro de ferrocarril normal cuesta unos 3 millones de euros mientras que el de alta velocidad oscila entre los 18 y los 24 en función de la orografía del terreno.

El AVE resultó en 2010 un servicio rentable por primera vez al aportar a los servicios comerciales de Renfe Operadora, junto con el negocio de Larga Distancia, 2,5 millones de euros de beneficio gracias sobre todo a la contención del gasto ya que el número de usuarios se mantuvo respecto al año anterior. Según el entonces presidente de Renfe, Teófilo Serrano, todas las líneas de alta velocidad consiguieron resultados positivos.

El AVE solo es competitivo en distancias de entre 250 y 700 kilómetros ya que por debajo de los 250km el automóvil gana y por encima de los 700km el avión es imbatible. En estos últimos años se ha producido un importante aumento en el número de pasajeros que han optado por el AVE además de mostrar su predisposición por este medio de transporte como bien lo refleja un estudio de Amadeus Rail en 2011 en el que se revela que un 81% de los españoles elegiría el tren de alta velocidad (AVE) sobre el avión o el coche para realizar un viaje internacional de larga distancia "si ofreciera un precio competitivo".

El AVE despide 2015 con casi 31 millones de pasajeros encadenando su segundo récord anual consecutivo. Esto se debe fundamentalmente a la política de descuentos y promociones que aplica la operadora ferroviaria, la puesta en servicio de nuevas líneas AVE y la mayor movilidad de los ciudadanos.

Para poder comparar lo que cuesta realmente la alta velocidad de los diferentes países es necesario calcular el precio por kilómetro, es decir, lo que le costaría a cada persona de ese país recorrer un kilómetro de media. China tiene el precio por kilómetro recorrido en alta velocidad más barato del mundo, 0'04 €/km muy por debajo de los 0,19 €/km de España que se sitúa segunda por delante de países como Francia (0'22 €/km) o Alemania (0'27 €/km).

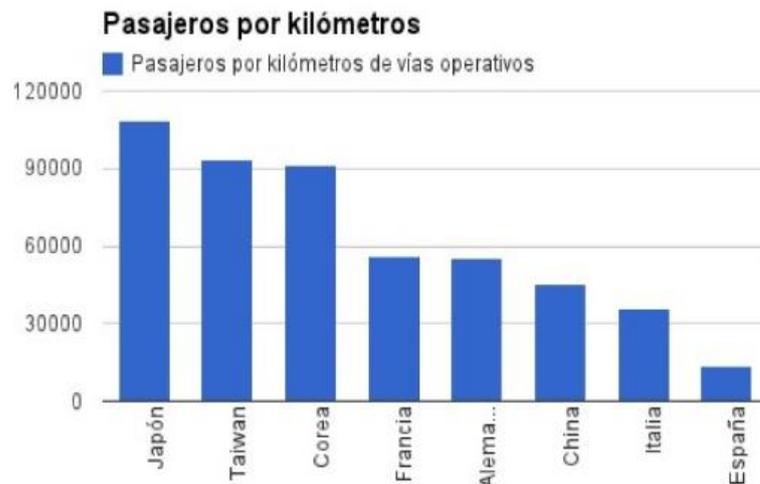


Ilustración 6: pasajeros por kilómetro (Fuente: El Confidencial)

Sin embargo, si se habla del uso calculando la relación entre pasajeros que usan el AVE y los kilómetros construidos, según un estudio de la Universidad de Castilla-La Mancha y la de Cantabria, España se encuentra en el último puesto a nivel mundial.

Lo mismo ocurre si se relaciona el número de pasajeros con los kilómetros operativos de la red. En España, no llega a una décima parte del más de un millón con los que cuenta Japón que, cabe recordar, tiene una red menos extensa.

Por ello surgen diversos estudios, como el de la Fundación de Estudios de Economía Aplicada (Fedea) en 2015, que afirman que ninguna línea española de AVE es rentable ya que, según este mismo estudio, la demanda no será suficiente para recuperar la inversión.

Por otro lado el AVE está considerado como el medio de transporte más eficiente ya que es el que menos consume y el que genera menor cantidad de CO2 por pasajero, tiene parámetros ambientales y de consumo energético mucho mejores que el avión, casi de cuatro a uno. En el trayecto Barcelona-Madrid un viajero del AVE genera 13 kilogramos de CO2 frente a los 70 que origina el avión.

Según un estudio realizado por la Fundación de Ferrocarriles Españoles (FEF) en el que se analiza diez corredores españoles de alta velocidad; en siete el AVE emite menos CO2 por pasajero y en los otros restantes se impone el tren convencional. El informe muestra que el ferrocarril de alta velocidad gana en todas sus rutas al avión contaminando menos.

Otro de los factores clave es la distancia a recorrer ya que las líneas del AVE son un 12 por ciento más cortas que las del tren convencional. Son más directas y reducen el consumo de energía y servicios como la calefacción y el aire acondicionado. Además, como realizan menos paradas, la distancia es más homogénea lo que contribuye a esta eficiencia.

Otra de las ventajas es que la implementación de la última tecnología hace posible avances como la devolución de energía a la red eléctrica gracias al uso de su freno regenerativo que permite que algunos trenes devuelvan a la red entre un 6 y un 10 por ciento de la energía en alta velocidad y hasta un 40 por ciento en cercanías.

No obstante una de las principales críticas que se realiza al AVE es su impacto sobre el paisaje, la agresión al medio ambiente en zonas muy específicas y, en especial, durante la construcción. Y es que dada la especial orografía española hay lugares donde las obras del tren de alta velocidad y su construcción alteran de manera irreparable el espacio y el entorno paisajístico.

Para intentar paliar estas consecuencias negativas en la medida de lo posible, desde la aprobación en 2006 del Plan Estratégico de Calidad y Medio Ambiente, el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF) es el encargado de velar por la sostenibilidad y vigilancia ambiental compatibilizando el interés general con la preservación del entorno y el patrimonio. Así es necesario antes de comenzar las obras una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) que marca las directrices para construir un nuevo vial del AVE.

2.4. Problema en Cantabria

Lo llamativo del tejido de la red de alta velocidad nacional es que deja a Cantabria desconectada y aislada. Esto conlleva una serie de perjuicios para la Comunidad. Ya no solo las ventajas que aporta la conexión mediante AVE para la propia Comunidad sino que Cantabria queda en clara desventaja con respecto a las comunidades vecinas en las que sí se está implantando.

El propio Gobierno de España ha afirmado que el tren de alta velocidad es la mejor manera de cohesionar España porque acorta las distancias entre las diferentes regiones. Eso es cierto, como también lo es que la llegada del AVE cambia por completo una ciudad. Se puede hablar de un antes y un después. Con la conexión rápida por tren, entre otras cosas, llegan más turistas y eso para una Comunidad como Cantabria en la que el turismo representa un 10,9% del PIB de la Región, según los datos del Estudio de Impacto Económico del Turismo sobre la Economía y el Empleo (IMPACTUR), es una oportunidad que no se puede dejar escapar.

Además otro punto clave para Cantabria es potenciar el puerto de Santander y así poder competir con los puertos de Gijón y Bilbao.

Los impactos socioeconómicos que produce el AVE o mejoras en la accesibilidad que trae de cara a la dinamización económica y social de un territorio son muy diversos y obviamente dependen de varios factores; del propio territorio (de su posición en el sistema urbano, del dinamismo económico, social, de la calidad y características

propias) así como de las estrategias que los propios agentes económicos de la localidad desarrollen para darle valor a la nueva situación. Cuanta más integración exista entre la implantación física de la alta velocidad y el proyecto de ciudad mayor será la capacidad de dinamización de la alta velocidad.

Aquellas ciudades que han gozado de la llegada de la alta velocidad están disfrutando de ciertos beneficios:

- Beneficios económicos: la construcción de la propia línea genera empleo y riqueza generados tanto de manera directa como indirecta. Además el crecimiento económico que generará vendrá dado no sólo por la actividad directa relacionada con la construcción de la línea y el transporte de pasajeros, sino también, y en gran medida, por las posibilidades de negocio que se abren al contar con una mayor movilidad en el corredor.
- Beneficios medioambientales: se trata de un medio de transporte más eficiente, sostenible y respetuoso desde el punto de vista medioambiental.
- Beneficios sociales: en la construcción de una línea cabe destacar la reducción de barreras sociales entre las regiones, así como la siniestralidad, a la vez que propiciará un aumento de los niveles de movilidad y accesibilidad para el colectivo de discapacitados.

En Cantabria todo parte de un estudio de la Universidad de Cantabria, encargado por el gobierno autonómico anterior del PP, que planteaba siete alternativas diferentes calculando tanto su coste como los tiempos de viaje resultantes. La más cara exigía construir toda una vía nueva para enlazar Santander con Madrid en 2 horas y media y la finalmente elegida reducía el coste a diez veces menos (renunciando a la Alta Velocidad por una línea de altas prestaciones) con un tiempo de viaje de tres horas.

El ahorro se logra combinando tramos de alta velocidad ‘pura’ con una traza de nueva construcción con el arreglo de curvas, la supresión de pasos a nivel y el mantenimiento de algunos tramos tal cual están evitando así construir túneles y viaductos.

Las últimas informaciones apuntan a que el Ministerio de Fomento comenzará a licitar los proyectos del tren de altas prestaciones que unirá Santander y Madrid tan pronto como los técnicos de ADIF tengan todos los estudios ultimados.



Ilustración 7: línea Palencia - Santander (Fuente: Diario Palentino, 2015)

3. Estudio Alternativas

En este apartado se propondrán tres alternativas de Alta Velocidad a las cuales habrá que añadir una cuarta, que se designará como “Alternativa 0”, que hace referencia a la alternativa elegida por la Administración y que contempla una remodelación de la línea actual, dejando de lado la Alta Velocidad. Respecto a las alternativas de Alta Velocidad la primera alternativa es una línea de AV que discurre por un trazado muy similar al de la línea actual y que finaliza en Palencia enlazando con la línea de AV Valladolid-Madrid. La segunda alternativa es una variante a la primera alternativa que sufre un desvío por Burgos. La tercera contempla una conexión de Alta Velocidad con Bilbao para aprovechar en un futuro la red conocida como “Y vasca”.

3.1. Alternativa Palencia

Las exigencias de infraestructuras de la Alta Velocidad hacen que sea imposible el aprovechamiento de las líneas convencionales existentes. Esto implica que la entrada de la Alta Velocidad a Cantabria pasa por el diseño una red desde cero, con los costes económicos, sociales y medioambientales que ello conlleva.

La LAV de Palencia a Santander es un proyecto que forma parte del corredor Noroeste recogido en el Plan Estratégico de Infraestructuras (PEIT) publicado en 2005 por el Ministerio de Fomento. A nivel europeo se encuentra dentro de los Proyectos Prioritarios de la UE bajo el nombre de: “El tren de alta velocidad de la interoperabilidad en la Península Ibérica”.



**Ilustración 8: Red básica de ferrocarril en el horizonte 2020 según el PEIT 2005-2020
 (Fuente: europa.eu)**

Su recorrido atraviesa la Cordillera Cantábrica y eso supone el primer escollo a salvar. El antecedente más cercano y cuyo recorrido es muy similar al de la LAV en cuestión es la construcción de la autovía A-67. Debido a la difícil orografía y paisaje que atraviesa en la parte cántabra su construcción presentó gran complejidad técnica y medioambiental. Basta comprobar la magnitud de los viaductos y túneles que tiene la A-67 (dentro de sus 5 viaductos se encuentra el de Montabliz, el más alto de España) como para imaginarse los de una Línea de Alta Velocidad, con muchas más restricciones de curvas y pendientes que una carretera.

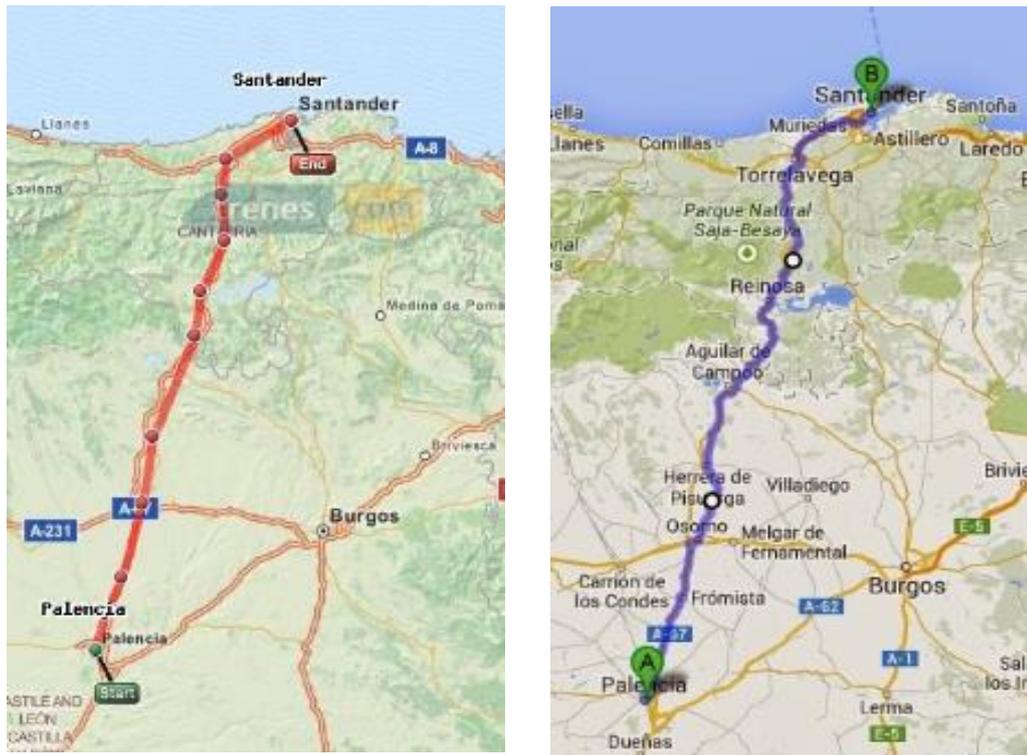


Ilustración 9: a la izquierda recorrido LAV Santander-Palencia (Fuente: trenes.com) y a la derecha recorrido A-67 Santander-Palencia (Fuente: route1963.com)

Además, el terreno palentino transcurre casi en su totalidad por materiales blandos de naturaleza arcillosa y margosa (arcillosos-margosos del Terciario) y por materiales aluviales sueltos de tipo gravas-arenas-limos de los fondos de los cauces de ríos que atraviesa (según un estudio de la Universidad de Burgos E.P.S.).

Según el Mapa Geotécnico General la LAV en cuestión atraviesa materiales de tipo:

- I1 : aluviones y mantos. Materiales permeables, nivel freático próximo, acuíferos superficiales, capacidad de carga media (2-3 kg/cm²), cimentaciones con asentos de tipo medio, algún punto con socavación de ríos. Problemas de tipo litológico.
- I2: materiales detríticos terciarios. Estabilidad buena, fácil erosión, semipermeables, cargas unitarias medias (2-4 kg/cm²), asentos de tipo medio a largo plazo. Problemas de tipo geotécnico e hidrogeológico.
- II2: materiales arcillosos y areniscas. Relieve ondulado con inestabilidad en algunas zonas. Conjunto impermeable con alta escorrentía y difícil drenaje. Cargas medias (2-3 kg/cm²) y asentamientos medios.
- II3: rocas calizas masivas o en bancos potentes. Rocas calizas potentes en bancos de dolomía, caliza y carniolas. Estabilidad alta, capacidad de carga alta (>4 kg/cm²), asentos nulos en cimentaciones.

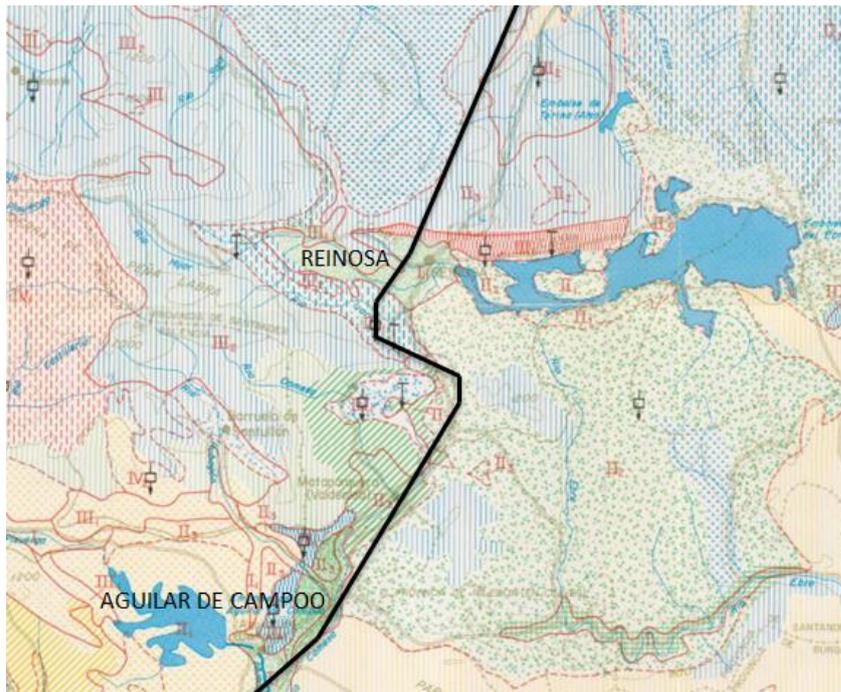


Ilustración 10: mapa geológico en las inmediaciones de Reinosa (Fuente: cartografía del IGME)

Los materiales a lo largo del recorrido no son los más deseables y muestran problemas respecto a los asentamientos, un factor muy restrictivo en este tipo de construcciones.

Otro factor a tener en cuenta es que se debe sortear el Espacio Natural de Las Tuerces. El paraje de Las Tuerces fue declarado MONUMENTO NATURAL por la Ley 8/1991, de 10 de mayo de Espacios Naturales Protegidos de Castilla y León.

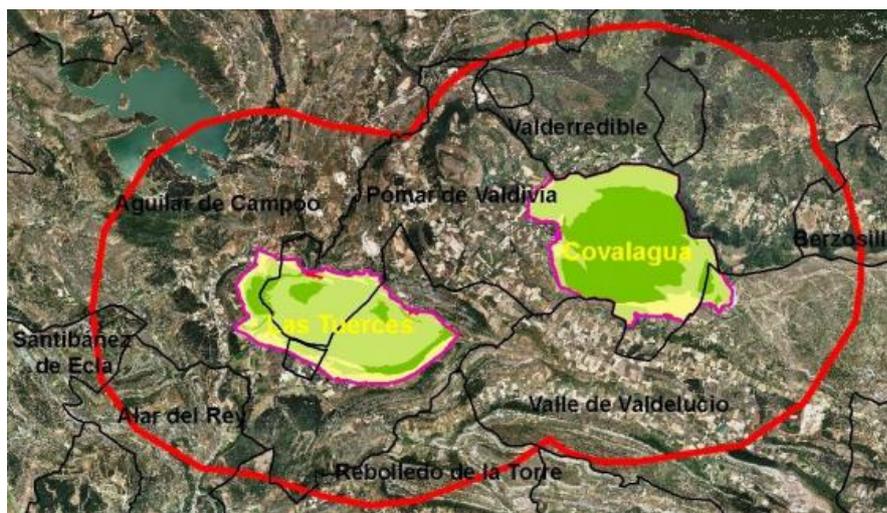


Ilustración 11: Espacios Naturales de Las Tuerces y Covalagua (Fuente: Consejería de Fomento y Medioambiente de Castilla y León)

En esta alternativa Santander-Palencia se estudia el trazado propuesto por Plan Estratégico de Infraestructuras (PEIT) publicado en 2005 por el Ministerio de Fomento. Sin embargo hay estudios, como el de la Universidad de Burgos E.P.S., que consideran que el trazado propuesto afecta gravemente al Espacio Natural de Las Tuerces y que será necesario salvar dicho espacio con un gran desvío por el suroeste que supondría un gran aumento de longitud y por ende de costes y de tiempo de viaje.

La línea de Alta Velocidad Santander-Palencia se divide en 3 grandes tramos (fuente: ferropedia):

- **Santander-Reinosa:** debido a su compleja orografía se presenta como la parte más cara y compleja del proyecto. Para llevar a cabo la conexión de ambas poblaciones deben realizarse 82 kilómetros de LAV. Esta parte del proyecto es divisible en dos subtramos; Santander-Corrales de Buelna y Corrales de Buelna-Reinosa.

Es en este subtramo, Corrales de Buelna-Reinosa, donde reside el gran impedimento de la LAV debido al fuerte desnivel entre Reinosa y Corrales (757 metros) que supone un problema de difícil solución si se opta por pendientes compatibles con tráfico de mercancías. Si se toma la misma pendiente que en la variante de Pajares (16.8 milésimas) se necesitarían 45 km de pendiente constante, demasiado frente a los 30 existentes realmente entre las dos localidades.

- **Reinosa-Villaprovedo:** trayecto comprendido entre Cantabria y Palencia divisible en dos subtramos; Villaprovedo-Alar del Rey y Alar del Rey-Reinosa. Ambos suman 60.8 kilómetros de LAV. El último avance que hubo en este tramo fue la publicación del Estudio Informativo (febrero de 2010).

El trazado se inicia discurriendo al oeste de la vía actual, debido a que los proyectados al este de la misma provocan, además de afecciones sobre el Canal de Castilla, un mayor volumen de movimiento de tierras y túneles, dada la complicada orografía de dicho ámbito.

A continuación, una vez salvada en dos ocasiones la Autovía A-67 con sendas estructuras, el trazado gira a la derecha y, tras cruzar el Río Pisuegra y la vía actual, bordea el Lugar de Interés Comunitario (LIC) de Las Tuerces por su lado este, evitando cualquier afección al mismo.

Una vez bordeado dicho Espacio Natural, el trazado vuelve a cruzar la línea existente y la Autovía del Cantábrico (colocándose al oeste de la misma), englobándose a partir de ese punto y hasta su llegada a Reinosa en el mismo corredor que ésta, la N-611 y la vía actual, con objeto de minimizar las posibles afecciones.

- **Villaprovedo-Palencia:** discurre íntegramente por Palencia con una suma de 56,67 kilómetros de LAV. Se divide en tres subtramos; Villaprovedo-Marcilla de los Campos, Marcilla de los Campos-Amusco y Amusco-Palencia. Se trata del

tramo menos costoso de los tres para su construcción debido a una orografía favorable lo que le convierte en el tramo más barato.

A continuación se presenta en un croquis el trayecto mencionado junto con las distancias de los subtramos:

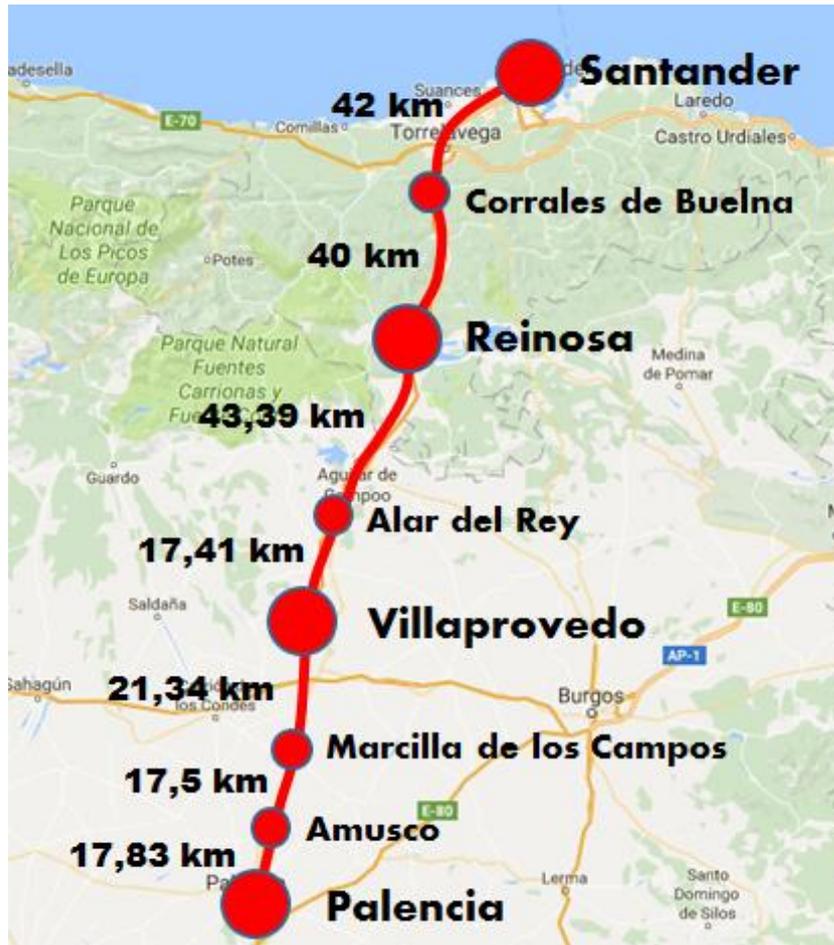


Ilustración 12: tramos y subtramos de la LAV Santander-Palencia con sus distancias (Fuente: elaboración propia)

La conexión mediante LAV Santander-Palencia tiene como fin la conexión Santander-Madrid. Actualmente dicha conexión se realiza mediante un recorrido mixto de Alta Velocidad y convencional. El trayecto es llevado a cabo por trenes ALVIA en un lapso de tiempo que se ha visto reducido entre 20 y 10 minutos gracias a la reciente (29 de septiembre de 2015) apertura de la LAV León-Palencia-Valladolid y que fija el tiempo de trayecto entre ambas capitales entorno a las 4 horas y 15 minutos.

Con la implantación de la LAV el tiempo quedaría drásticamente reducido a 2 horas y 30 minutos según estudios de la Universidad de Cantabria.

El coste total de la implantación del AVE en dicho recorrido asciende a un total de 4.500 millones de euros (asambleacontraeltav). Es destacable mencionar las variaciones del coste de la LAV en sus distintos tramos:

| Tramos | Kilómetros | Coste en millones de € | Coste medio (€/km) |
|------------------------------|------------|------------------------|--------------------|
| Santander-Reinosa | 82 | 3.377 | 41,18 |
| Reinosa-Villaprovedo | 60,8 | 912 | 15 |
| Villaprovedo-Palencia | 56,67 | 211 | 3,72 |

Tabla 4: costes desglosados Santander-Palencia

La coste medio por kilómetro es de 22.56 mill. de €/km que es un coste alto en relación a otras LAVs y sus costes como los 18,56 millones por kilómetro que supuso la puesta en marcha del AVE Madrid-Valladolid o los 6 millones por kilómetro del AVE Madrid-Sevilla.

En el precio desglosado llaman la atención dos tramos. Por un lado, y como era de esperar, el precio se dispara en el tramo Santander-Reinosa. Esto es debido a las numerosas dificultades de construcción que ya se han mencionado y a su particular y compleja orografía. En el lado opuesto se sitúa el tramo Villaprovedo-Palencia, que llama la atención por su bajo coste que es propiciado por una orografía muy favorable para la implantación de la LAV.

3.2. Alternativa Burgos

La alternativa de una línea de alta velocidad para satisfacer la conexión Santander-Madrid que pase por Burgos siempre se ha visto eclipsada por la variante Palentina (recogida esta última en el PEIT).

Lo que a continuación se plantea es una alternativa que permita el acceso directo a los burgaleses a la costa cantábrica. Para lo cual se opta por la construcción de una LAV Aguilar de Campoo-Burgos-Palencia.



Ilustración 13: croquis de la LAV Aguilar de Campoo-Burgos-Palencia (Fuente: elaboración propia).

Actualmente la LAV Burgos-Vitoria se encuentra en un proceso administrativo sin que se conozca una fecha exacta para el comienzo de las obras. Sin embargo, como dicha línea se realizará antes que la LAV Santander-Palencia es posible aprovechar el tramo Valladolid-Burgos, siendo necesaria únicamente la conexión Burgos-Aguilar de Campoo y de Aguilar continuar hasta Santander pasando por Reinosa como está previsto en el PEIT.

En vista de lo anterior, de aquí en adelante se hará hincapié en el tramo Burgos-Aguilar de Campoo ya que el tramo Aguilar de Campoo-Santander ya ha sido desgranado anteriormente.

Dicho tramo transcurre en su mayor parte por materiales rocosos de naturaleza caliza, materiales resistentes (materiales duros de naturaleza calcárea del período Cretácico) que tienen un comportamiento muy correcto para ser empleados como cimiento de una obra lineal (según un estudio de la Universidad de Burgos E.P.S.).

Es inevitable no realizar la comparativa entre dicho tramo Burgos-Aguilar y Palencia-Aguilar. Si se compara la geología de ambos terrenos se aprecia una mayor idoneidad de la alternativa Burgos-Aguilar que, lógicamente, repercutirá en su favor en el coste final.

A continuación se muestran los perfiles longitudinales de ambos tramos:

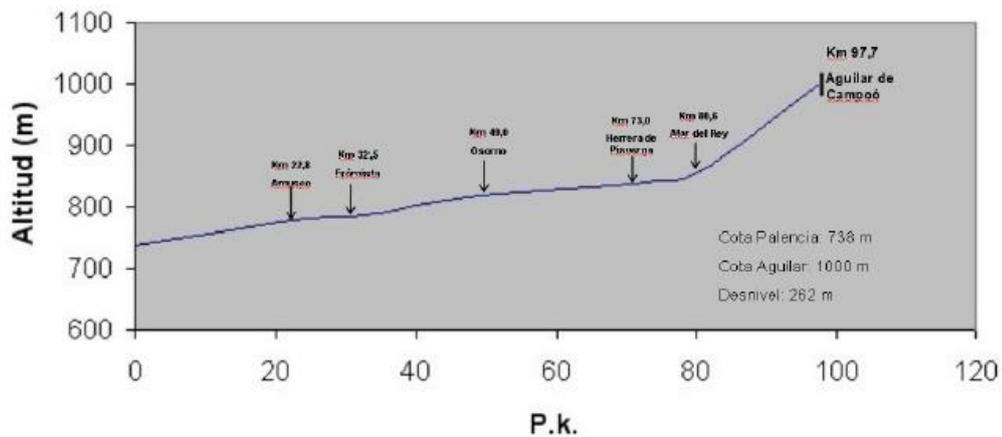


Ilustración 14: perfil longitudinal del tramo PALENCIA-AGUILAR (Fuente: Universidad de Burgos E.P.S.)

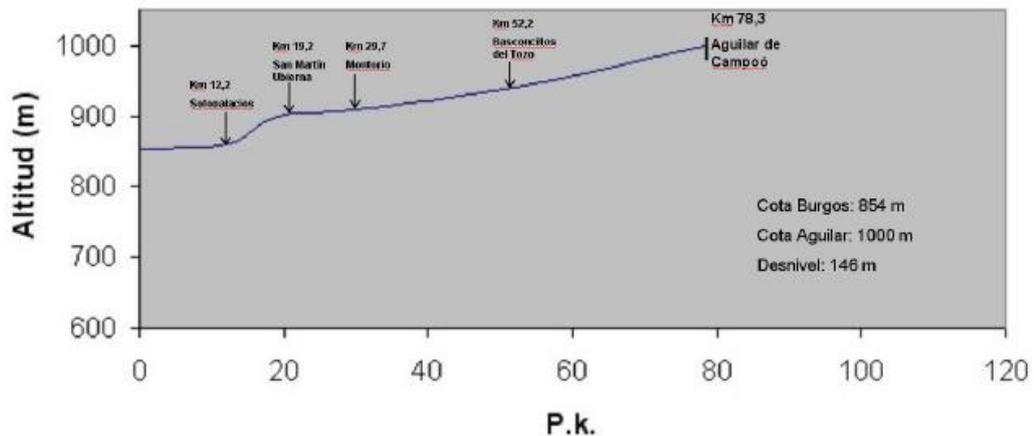


Ilustración 15: perfil longitudinal del tramo BURGOS-AGUILAR (Fuente: Universidad de Burgos E.P.S.)

El perfil longitudinal Palencia-Aguilar comienza con una suave pendiente que adquiere una gran inclinación a partir de Alar del Rey producida por el cambio de material; terreno blando-material calizo.

Por otra parte, el perfil correspondiente a la variante Burgos-Aguilar tiene una pendiente más uniforme y suave durante prácticamente todo el recorrido a excepción del primer tramo, donde se localiza la transición entre materiales blandos y rocas calizas.

Si se comparan ambos desniveles se obtiene de nuevo un desnivel más favorable en la variante Burgos-Aguilar con 146 metros frente a los 262 metros de la variante Palencia-Aguilar.

Según el Mapa Geotécnico General en el entorno de Aguilar de Campoo:



Ilustración 16: mapa geológico en las inmediaciones de Aguilar de Campoo (Fuente: cartografía del IGME)

Los materiales que atravesaría la LAV en cuestión serían de tipo:

- II1: materiales con predominio calcáreo. Materiales rocosos en estratos de naturaleza calcárea. Estabilidad alta, capacidad de carga alta (>4 kg/cm²), asientos nulos en cimentaciones.
- II3: rocas calizas masivas o en bancos potentes. Rocas calizas potentes en bancos de dolomía, caliza y carniolas. Estabilidad alta, capacidad de carga alta (>4 kg/cm²), asientos nulos en cimentaciones.

Son materiales idóneos para la ejecución de una LAV debido a la gran restricción de los asientos.

Otro punto a favor de esta alternativa es que la construcción de la LAV Burgos-Aguilar no afecta en absoluto al Espacio Natural de Las Tuerces que supondría una gran restricción medioambiental.

Según un estudio realizado por la Universidad de Burgos E.P.S. el tiempo necesario para realizar en tren el trayecto Palencia-Burgos-Aguilar-Santander es muy similar al tiempo requerido por el trayecto Palencia-Aguilar-Santander, es decir, en torno a las 2 horas y 30 minutos.

Este mismo estudio afirma que aunque el volumen de pasajeros previsible del trayecto Santander-Madrid (y viceversa) sea el mismo que para la alternativa por Palencia, 1,1 millón de pasajeros, la rentabilidad de la línea aumentaría en las líneas Valladolid-Vitoria y Palencia-Santander. Esto repercutiría en una mayor frecuencia de trenes y por lo tanto en un mejor servicio.

El coste estimado para el tramo Burgos-Aguilar de Campoo es de 543 millones de euros (Diario de Burgos, 2010) Teniendo en cuenta que la distancia de dicho tramo es de unos 87 kilómetros obtenemos un coste medio de 6,24 mill€/km.

Este coste se sitúa por debajo de los 662 millones de euros para el ramal palentino según el Ministerio de Fomento.

El coste total de una LAV Santander-Burgos asciende a 4.385 millones de euros, 125 millones de euros inferior al ramal palentino (4.500 millones de euros). A continuación se desglosa el coste de dicha LAV por tramos:

| Tramos | Kilómetros | Coste en millones de € | Coste medio (mil.€/km) |
|--------------------------|------------|------------------------|------------------------|
| Santander-Reinosa | 82 | 3.377 | 41,18 |
| Reinosa-Aguilar | 31 | 465 | 15 |
| Aguilar-Burgos | 87 | 543 | 6,24 |

Tabla 5: costes desglosados Santander-Burgos

De nuevo el tramo Santander-Reinosa dispara el coste del proyecto como ya se ha visto en la alternativa anterior.

El precio medio es de 21,93 mill€/km que es ligeramente inferior al de su variante palentina (22,56 mill€/km).

3.3. Alternativa Bilbao

Lo que a continuación se presenta es una alternativa de Alta Velocidad que conecte Santander con Bilbao.

Esta alternativa no es algo nuevo. En el año 2009 el por entonces presidente de Cantabria Miguel Ángel Revilla afirmaba que la línea de AVE Santander-Bilbao es "absolutamente prioritaria" para la región (El Mundo, 2009). Anteriormente, en el año 2007, el presidente de Cantabria y el lehendakari, Patxi López, alcanzaron un acuerdo para trabajar conjuntamente en un tren de alta velocidad que conectase Santander y Bilbao en 2015 y que rubricaron en la localidad de Comillas (Soitu, 2009).

Finalmente esta alternativa no llegó a buen puerto. En parte por la posición del entonces ministro de Fomento, José Blanco, el cual afirmó que "el AVE del Cantábrico no es prioritario" (El Mundo, 2009) y en parte por la crisis que vació todos los presupuestos públicos.

Esta alternativa se diferencia de las anteriores en la diversificación de destinos ya que permitiría que Cantabria estuviese comunicada por alta velocidad con todo el eje del Ebro, Valladolid (y por ende Madrid), Barcelona y Valencia, además de con Europa, a través del TGV Hendaya-París.

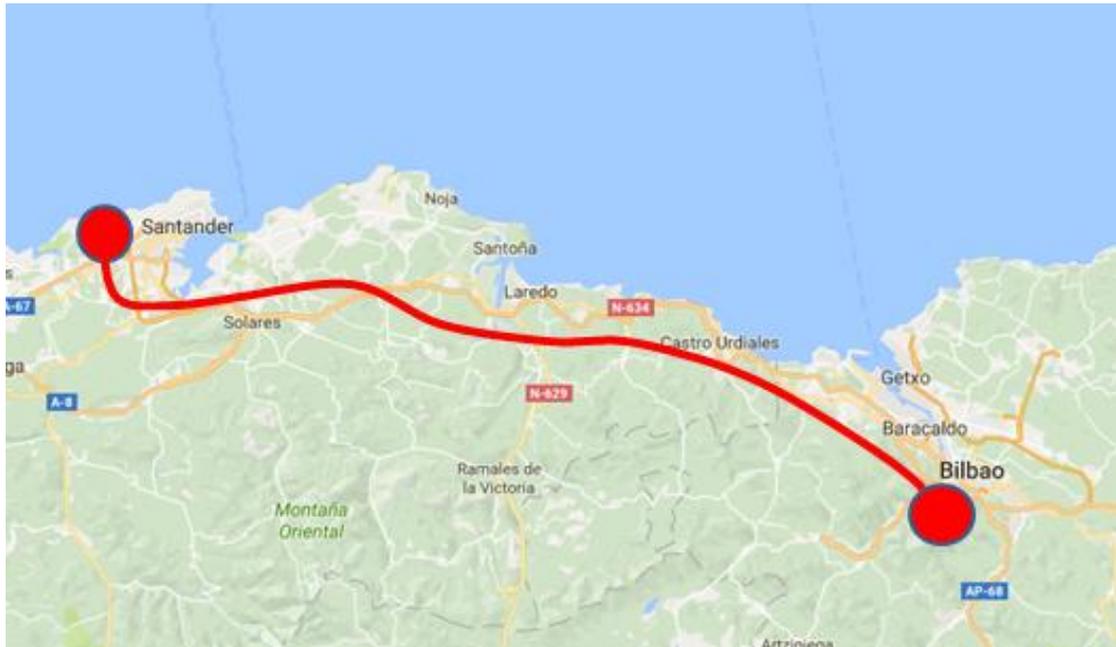


Ilustración 17: LAV Santander-Bilbao (Fuente: elaboración propia)

Según el Mapa Geotécnico General el trazado atraviesa, en la parte de trazado cántabro, zonas formadas por materiales calcáreos compuestos por calizas masivas, rocas estratificadas y por materiales detríticos, arcillas y areniscas con una permeabilidad baja, difícil drenaje y asentamientos medios a largo plazo.

En las inmediaciones de Bilbao el área está constituida por una serie detrítica de variada naturaleza y granulometría que favorece el drenaje y con unas buenas características mecánicas. Así mismo también se encuentran formaciones cuaternarias de distinta naturaleza en las que dominan los materiales sueltos como grava, arcilla o arena que dan lugar a un drenaje variable y unas características geotécnicas deficientes.

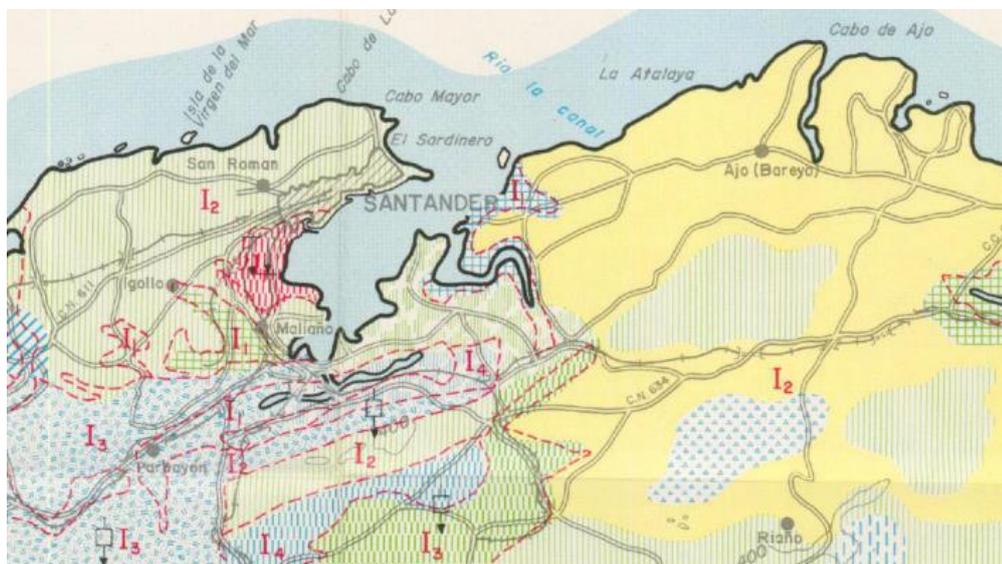


Ilustración 18: mapa geológico en las inmediaciones de Santander (Fuente: cartografía del IGME)

Por tanto los materiales que atraviesa la LAV no son los idóneos. Sobre todo, como ya ha ocurrido en anteriores alternativas, debido a las importantes restricciones que tienen este tipo de construcciones en los asientos.

Debido a la escasez de datos acerca de esta alternativa se opta por calcular el coste de dicha LAV mediante la metodología utilizada por Alfredo Ruiz Jaldón en su trabajo “Análisis de viabilidad económica de la Línea de Alta Velocidad La Coruña-Bilbao”.

Dicha metodología se basa en hallar una correlación entre una Línea de Alta Velocidad y su autopista o autovía más cercana. Para ello se analizan tres casos:

| AVE | Coste en su fecha (Millones de €) | Coste 2016 | Autovía | Kms | Millones de €/Kms carretera |
|---------------------|-----------------------------------|------------|---------|-----|-----------------------------|
| Madrid - Barcelona | 9000 | 9774 | A-2 | 621 | 15,74 |
| Madrid - Valencia | 5400 | 5578,2 | A-3 | 355 | 15,71 |
| Madrid - Valladolid | 4205 | 4760,06 | A-6 | 212 | 22,45 |

Tabla 6: correlación costes LAV - Autopista

Partiendo de estos datos se obtiene una media de 17,96 Mill. De €/km.

Si se extrapolan estos datos a la autovía del norte A-8 con una distancia entre Santander y Bilbao de 101,2 kms se obtiene un coste de construcción de la LAV de 1817,55 millones de €.

Aunque esta conexión tenga la virtud de poder optar a diferentes destinos este estudio se centrará en la conexión Santander-Madrid para comparar las distintas alternativas.

Según unas declaraciones de Enrique Urkijo, Director General de viajeros de Renfe en 2010, cuando la Alta Velocidad llegue plenamente a Euskadi (es decir, cuando se termine la Y vasca, la conexión Vitoria-Burgos y Burgos-Valladolid) Bilbao estará conectada con Madrid en un tiempo aproximado de 2 horas y media.

A este tiempo hay que sumarle el del trayecto Santander-Bilbao que rondaría los 20 minutos (Soitu, 2009). Ambos tiempos suman 2 horas y 50 minutos que con la escala correspondiente se podría hablar de que la conexión Santander-Madrid estaría disponible en un tiempo de recorrido en torno a las 3 horas.

3.4. Alternativa 0

Esta alternativa, que es en la que se está trabajando actualmente, es la que contempla la sustitución de la LAV por un tren de altas prestaciones.

Se considera línea de altas prestaciones a las líneas que tienen unas características técnicas muy superiores a las de las líneas convencionales, es decir, que son de un nivel intermedio entre las convencionales y las de alta velocidad.

Actualmente, como ya se ha mencionado anteriormente, el tiempo de trayecto entre Santander y Madrid ronda las 4 horas y 15 minutos. Con este proyecto se pretende introducir un cambio para ampliar hasta Aguilar de Campoo el tramo de nueva vía y que se alcancen velocidades de 300 km/h. Con esta y otras mejoras del trazado se recortará el tiempo de trayecto hasta las 2 horas y 55 minutos (eldiario, 2016).

La construcción de la nueva vía permitirá destinar la línea convencional al tráfico de mercancías y transporte local.

El proyecto del tren de altas prestaciones contempla la construcción de cinco apartaderos. Los dos primeros se ubicarán en Mataporquera y Alar del Rey y se licitarán este mismo año. Los tres restantes estarán en Monzón de Campos, Osorno y Espinosa (eldiario, 2016).

Asimismo se intentará mejorar la conexión con el puerto mediante la prolongación de un ramal hasta 608 metros útiles para propiciar el tránsito de trenes de mayor longitud y posteriormente se construirá una nueva vía de acceso directo al puerto con una longitud superior a 750 metros (El Diario Montañés, 2016).

En el tramo comprendido entre Santander y Torrelavega está prevista la implantación de doble vía.

El Ministerio de Fomento se ha comprometido a licitar todo el proyecto ferroviario entre Santander y Palencia para "la primera semana de junio de 2017", tener arrancadas todas las obras en diciembre de ese año y que funcione ya en junio de 2020, con un coste final situado entre los 500 y los 600 millones de euros (eldiariocantabria, 2016).

El trayecto se desglosa en los siguientes tramos:

| Tramos | Kilómetros | Coste en millones de € | Coste medio (€/km) |
|--------------------------|------------|------------------------|--------------------|
| Santander-Torrelavega | 24 | 90 | 3,75 |
| Torrelavega-Alar del Rey | 86 | 190 | 2,21 |
| Alar del Rey-Palencia | 80 | 300 | 3,75 |

Tabla 7: costes desglosados de la Alternativa 0

4. Análisis Coste-Beneficio

Es necesario poder comparar de forma objetiva las distintas alternativas. Para ello se empleará el análisis Coste-Beneficio y otra herramienta denominada VAN (Valor Actual Neto). Este apartado tiene como propósito explicar la metodología que se va a aplicar en el siguiente apartado.

4.1. Definición

El análisis coste beneficio (ACB) es una técnica que permite valorar inversiones teniendo en cuenta aspectos que no son puramente financieros como son los de tipo social y medioambiental.

Es una técnica muy usada en proyectos de inversión pública ya que cuantifica ventajas y desventajas atendiendo a razones de interés general. Como es lógico este método tiene como fin obtener los mayores beneficios (o resultados) con el menor esfuerzo posible.

Se entiende por beneficio aquel que se pueda acumular en algún momento y el costo en el cual se incurrirá. Un proyecto se puede justificar únicamente si los costos son menores a los beneficios, es decir, si la relación beneficio-costo es mayor a 1.

Además de esto hay que tener en cuenta que el proyecto que nos ocupa se analiza en un periodo de 30 años. Por esta razón es necesario llevar todas las cifras al mismo punto temporal. Esto se conseguirá mediante el uso del VAN (Valor Actual Neto). El VAN permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.

Mediante la combinación de estas dos herramientas se procederá a analizar cada una de las alternativas expuestas anteriormente para poder compararlas objetivamente y obtener una serie de conclusiones.

4.2. Metodología

4.2.1. Identificar el proyecto

Se debe obtener toda la información posible acerca del proyecto que es objeto de estudio. El proyecto debe estar claramente delimitado como unidad de análisis independiente. Se debe examinar las necesidades, considerar las limitaciones y formular objetivos y metas claras. En particular, las actuaciones previstas en el mismo deben conducir a un objetivo específico y a un conjunto coherente y coordinado de medidas y funciones. En nuestro caso la identificación se corresponde con cada una de las 3 alternativas propuestas de Alta Velocidad a las que hay que añadir la alternativa elegida por la administración y que se basa en una mejora de las prestaciones de la línea actual y que se ha llamado Alternativa 0.

4.2.2. Parámetros básicos

Si atendemos a la manera para calcular el VAN:

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1+K)^1} + \frac{Q_2}{(1+K)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+K)^n}$$

donde “A” es el desembolso inicial , Q1, Q2,...,Qn los flujos de caja (cobros - pagos), “n” el número de años y “k” la tasa de descuento se observa que es necesario fijar varios parámetros.

El Horizonte temporal es el período de tiempo que transcurre desde que comienza el proyecto hasta que finaliza la generación de fondos.

Es, por lo tanto, otra estimación que se debe realizar sobre la vida que tendrá el proyecto que deberá estar basado en el tiempo durante el cual se considere que se registrarán cobros y pagos.

En una LAV como es lógico los pagos estarán focalizados en los primeros años del proyecto ya que son en los cuales se realiza la inversión para la construcción de la línea y los cobros, por su parte, se ingresan en los años venideros.

Muchas veces, en algunos análisis, consideran el horizonte temporal al período de tiempo en que se decide evaluar un proyecto, independiente de su vida útil. Si es así, si el horizonte temporal considerado es inferior a la vida útil, se debe suponer que al final de este período el activo utilizado tendrá un valor denominado “valor residual” (yirepa, 2016).

Este no es nuestro caso y en el estudio se considera un horizonte temporal de 30 años (Ortega, 2016).

| TIPOLOGÍA DE PROYECTO | AÑOS |
|--|-----------|
| Proyectos industriales | 10 |
| Telecomunicaciones | 15 |
| Carreteras y autopistas | 25 |
| Puertos y aeropuertos | 25 |
| Proyectos energéticos | 25 |
| Ferrocarriles | 30 |
| Proyectos hidráulicos y medioambientales | 30 |

Tabla 8: horizonte temporal según el tipo de proyecto

La tasa de descuento determina el valor actual de un pago futuro. Esta herramienta es muy útil para conocer el valor del dinero en el tiempo.

Llegados a este punto es interesante hablar, a modo de apunte, de la Tasa Interna de Retorno (TIR) que se define como el máximo tipo de interés que un proyecto podría soportar y seguir siendo viable (yirepa, 2016) y que se produce cuando el VAN es igual a cero. Es fácil comprenderlo con la siguiente gráfica:

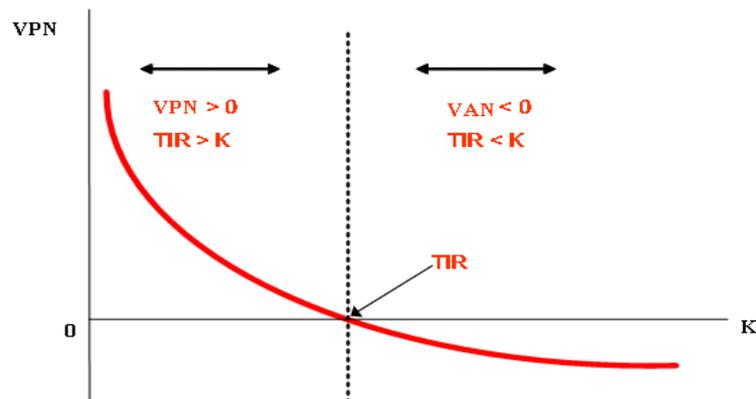


Ilustración 19:relación Valor Presente Neto (o VAN) y la tasa de descuento (K) (Fuente: monografías)

De la anterior gráfica se puede extraer lo siguiente:

- $TIR > k$ o VAN positivo, el proyecto es viable. Es aceptable.
- $TIR = k$ o $VAN=0$, es indiferente realizar o no el proyecto.
- $TIR < k$ o VAN negativo, el proyecto debe ser rechazado.

La tasa de descuento se compone de dos valores relativos a dos aspectos. El primero depende de la rentabilidad requerida del proyecto que en este caso es 0 ya que se trata de una obra civil cuyo objetivo es una mejora en la calidad de vida de los ciudadanos. El segundo factor es relativo a un diferencial por riesgo. Es este último factor por tanto el que fija la tasa de descuento que en este caso toma el valor de 3,5%.

Por último hay que fijar el año base y que se toma como referencia, en este caso 2017.

4.2.3. Identificación de Impactos

En esta fase del proceso se deben definir los impactos provocados por la ejecución del proyecto. Deben identificarse todos los aspectos que se verán alterados y estudiarlos.

Al tratarse de una obra civil no se busca, como ya se ha dicho, una rentabilidad económica sino una mejora en la calidad de vida de los ciudadanos. Los impactos pueden clasificarse en tres grandes grupos; sociales, económicos y medioambientales.

Por sociales se entiende a aquellos que repercuten en el bienestar y modifican la calidad de vida de los ciudadanos. Lógicamente cuando se realiza una obra civil el objetivo es mejorar estos aspectos. En el proyecto objeto de estudio existen impactos provocados por la disminución en el tiempo de viaje y las mejores tecnológicas de los coches empleados. Otro de los aspectos importantes y que se engloban en este apartado es la mejora de la seguridad gracias a unos sistemas de seguridad que le confieren una fiabilidad extrema.

Los impactos económicos están asociados a la capacidad que tiene una buena red de Alta Velocidad de fomentar una mayor movilidad entre los puntos que une. Esto

se ve reflejado en un aumento del PIB debido a varios factores, uno de ellos es el incremento del turismo, que en una provincia como Cantabria tiene un valor muy importante. Obviamente para fomentar el turismo no hace falta solo una buena conexión ferroviaria, sino una política adecuada. En resumen, el sector terciario es el más beneficiado.

Por último, existen una serie de impactos medioambientales. Los impactos medioambientales son los efectos que produce la actividad humana sobre el medio ambiente. En este caso el empleo de una LAV es algo beneficioso ya que, si bien es cierto que contamina, existe una línea actual menos eficiente que emite más emisiones de CO₂ y consume una mayor energía. Además los usuarios que decidan abandonar el uso del automóvil en favor de las alternativas propuestas también generan una menor contaminación.

Cabe destacar que la imagen de un país en el exterior depende en gran medida de sus infraestructuras. Unas infraestructuras modernas y punteras mejoran considerablemente el punto de vista hacia el país. Sin duda la alta velocidad española es todo un ejemplo que exportamos hacia otros países fruto la experiencia y de grandes avances en investigación.

4.2.4. Monetización de los impactos

Una vez se hayan identificado los impactos es necesario asignarles un valor, es decir, cuantificarlos. No siempre es sencillo ya que hay aspectos relativamente abstractos difíciles de monetizar. Aun así hay métodos que ayudan en estas tareas y que más adelante se explicarán cuando sean necesarios.

4.2.5. Calcular el indicador

Tras definir y monetizar todos los impactos se hace uso de una herramienta llamada Valor Actual Neto (VAN) que arroja un resultado indicando si el proyecto es rentable o no lo es y en qué medida.

$$VAN = -A + \sum_{j=1}^n \frac{(B_n - C_n)}{(1+K)^n}$$

Asimismo como se ha explicado anteriormente la Tasa Interna de Retorno (TIR) es el tipo de descuento obtenido cuando el VAN=0.

$$VAN = 0 = -A + \sum_{j=1}^n \frac{(B_n - C_n)}{(1+TIR)^n}$$

El Payback o Plazo de Recuperación es un método para la evaluación de inversiones y se define como el periodo de tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión.

$$Payback = \frac{I_0}{F}$$

Donde I₀ es la inversión inicial del proyecto y F es el valor de los flujos de caja.

4.2.6. Análisis de los resultados

Una vez obtenidos los resultados de las distintas alternativas hay que comprobar que son coherentes. Hay que tener en cuenta que el proyecto está sometido a incertidumbres que con pequeñas variaciones pueden alterar significativamente el proceso. Una vez obtenidos los resultados hay que interpretarlos y sacar las conclusiones oportunas.

5. Análisis numérico

En este apartado se procederá a identificar, analizar y monetizar los distintos impactos. Se clasifican en costes y beneficios. El estudio se analiza desde el punto de vista de la gestora y del interés público, es decir, se excluye a la operadora de aquí en adelante ya que se entiende que se trata de un ente privado.

También es necesario fijar un volumen anual de pasajeros para dicha línea. Según el Ministerio de Fomento la línea tendría un potencial de tráfico entre Cantabria y Madrid entorno a los 194.000 pasajeros, que con un RTP de 0,052 (RTP de la conexión Madrid-Santander en el año 2008 según Ferropedia, 2016) podría alcanzar los 350.000 pasajeros al año. Este tráfico es bastante modesto y más si se tiene en cuenta la inversión requerida.

El RTP es la Relación: Tráfico/Población. Un RTP de 0,3 es un potencial máximo actualmente. Es el que se ha obtenido con los tráficos entre Madrid y Córdoba junto a su área de influencia, y que es un RTP difícil de superar, ya que se trata de una línea de alto tráfico en relación a la población y donde el ferrocarril es muy dominante.

Otro aspecto que es importante fijar es que las alternativas serán comparadas entre sí en su trayecto Santander-Madrid.

5.1. Costes

5.1.1. Costes de construcción

Aquellos relativos a la propia construcción de la LAV. Han sido obtenidos con anterioridad arrojando las siguientes cifras:

| Alternativa | Coste (M€) |
|--------------------|------------|
| Santander-Palencia | 4.500 |
| Santander-Burgos | 4.385 |
| Santander-Bilbao | 1.817,55 |
| 0 | 580 |

Tabla 9: costes de construcción de las distintas alternativas

Se fija el tiempo de ejecución de las obras en un periodo de cuatro años. Estimándose unos porcentajes sobre el coste total de la obra de un 40% el primer año y un 20% en cada uno de los 3 años sucesivos.

5.1.2. Costes de mantenimiento

En este apartado se estimará el coste del mantenimiento que supone una LAV. Según datos facilitados por la gestora Adif ha logrado reducir en cuatro años un 14,4% el coste por kilómetro del mantenimiento de las líneas de alta velocidad pasando de 106.450 euros de 2011 a 91.120 euros en el año 2015 (El Economista, 2015).

Para contrastar estos datos se ha procedido a desglosar los costes de mantenimiento de varias LAVs en 4 grupos fundamentales; vía, catenaria, señalización y seguridad, y telecomunicaciones (datos obtenidos por; ABC, Adif, El Economista, Soitu y Ferropedia).

| Vía | | |
|-------------------------|--------------|--------------------------|
| Línea | Coste (€/km) | Coste actualizado (€/km) |
| LAV Madrid –Zaragoza | 37.386 | 40.264,72 |
| LAV Zaragoza- Barcelona | 33.551 | 36.134,43 |
| Media: 38.199,58 €/km | | |

Tabla 10: datos para la obtención del coste de mantenimiento relativo a la vía

| Catenaria | | |
|------------------------|--------------|--------------------------|
| Línea | Coste (€/km) | Coste actualizado (€/km) |
| LAV Madrid - Barcelona | 6.723 | 7.240,67 |
| LAV Madrid-Sevilla | 8.869 | 8.727,10 |
| Media: 7.983,89 €/km | | |

Tabla 11: datos para la obtención del coste de mantenimiento relativo a la catenaria

| Señalización y seguridad | | |
|--------------------------|--------------|--------------------------|
| Línea | Coste (€/km) | Coste actualizado (€/km) |
| LAV Madrid - Barcelona | 35.398 | 34.902,43 |
| LAV Madrid-Sevilla | 32.791 | 32.331,93 |
| Media: 33.617,18 €/km | | |

Tabla 12: datos para la obtención del coste de mantenimiento relativo a la señalización y seguridad

| Telecomunicaciones | | |
|-----------------------|--------------|--------------------------|
| Línea | Coste (€/km) | Coste actualizado (€/km) |
| LAV Córdoba-Málaga | 15.330 | 16.510,41 |
| LAV Madrid-Sevilla | 11.779 | 13.333,83 |
| Media: 14.922,12 €/km | | |

Tabla 13: datos para la obtención del coste de mantenimiento relativo a las telecomunicaciones

| Coste Total de Mantenimiento | |
|------------------------------|----------------|
| Vía | 38.199,58 €/km |
| Catenaria | 7.983,89 €/km |
| Señalización y seguridad | 33.617,18 €/km |
| Telecomunicaciones | 14.922,12 €/km |
| Total: 94.722,77 €/km | |

Tabla 14: datos para la obtención del coste de mantenimiento total

Como puede apreciarse el coste obtenido en el estudio es casi idéntico al aportado por Adif. Para la estimación del coste de mantenimiento se optará por el coste obtenido en el estudio (94.722,77 €/km).

Por otro lado, los costes de mantenimiento de vía convencional en España son del orden de 50.000 €/km al año aunque la disparidad es enorme: una vía de cercanías cargada cuesta casi tanto como una LAV mientras que una vía única sin electrificar apenas 10.000€ al año (Politikon, 2013).

5.1.3. Costes de explotación

Existe un dato alarmante, tan solo cuatro rutas de AVE alcanzan la cobertura mínima del 100% y cubren su coste de explotación sin necesidad de subvención. Todas ellas parten de Madrid-Atocha, y terminan en Barcelona-Sants (índice de cobertura del 130%, la más rentable), Valencia-Sorolla (114%) Sevilla-Santa Justa (110%) y Málaga-María Zambrano (107%) (Vozpopuli, 2012). El resto necesitan una aportación estatal para poder mantenerse en funcionamiento.

Los costes de explotación son aquellos relativos al propio funcionamiento del tren; mantenimiento de las ramas, reparación y costes comerciales, energía, empleados, conducción y acompañamiento, comisiones y seguros y una serie de costes fijos indirectos.

Estos costes no se tendrán en cuenta en este estudio ya que se entiende que siempre están presentes, tanto si se trata de una LAV como de una red convencional. Además afectan a la operadora y no a la gestora.

5.2. Beneficios

5.2.1. Ahorro de tiempo

El motivo fundamental de la alta velocidad es el ahorro de tiempo. Cabe recordar que las alternativas se compararán entre sí mediante el trayecto Santander-Madrid que

actualmente se puede completar en un lapso de tiempo en torno a 4 horas y 15 minutos. La alternativa 0 es capaz de recortar en 1 hora y 20 minutos el recorrido rondando las 3 horas (2 horas y 55 minutos) al igual que la alternativa Santander-Bilbao. Por su parte, el mayor ahorro de tiempo se produce en las alternativas Santander-Palencia y Santander-Burgos con un tiempo final de 2 horas y 30 minutos y un ahorro de tiempo de 1 hora y 45 minutos.

El tiempo es un factor difícil de cuantificar. Aun así es necesario monetizar de alguna forma ese ahorro de tiempo. Para estos casos el Ministerio de Fomento facilita una serie de tablas:

Cuadro 6.2: Valor de los ahorros de tiempo en tiempo de trabajo en España para pasajeros*

| | Avión | | Autobús | | Automóvil/Tren | |
|---|--------|-------|---------|-------|----------------|-------|
| | España | UE 25 | España | UE 25 | España | UE 25 |
| € ₂₀₀₂ por hora | 30,77 | 32,80 | 17,93 | 19,11 | 22,34 | 23,82 |
| € ₂₀₀₂ por hora ajustado por PPA | 35,74 | 32,80 | 20,83 | 19,11 | 25,95 | 23,82 |

*A coste de factores.

Cuadro 6.3: Valor de los ahorros de tiempo en tiempo de ocio en España para pasajeros

| | Commuter corta distancia | | | | | | Commuter larga distancia | | | | | |
|---|--------------------------|-------|---------|-------|-------------|-------|--------------------------|-------|---------|-------|-------------|-------|
| | Avión | | Autobús | | Autom./Tren | | Avión | | Autobús | | Autom./Tren | |
| | España | UE 25 | España | UE 25 | España | UE 25 | España | UE 25 | España | UE 25 | España | UE 25 |
| € ₂₀₀₂ por hora | 12,72 | 12,65 | 6,12 | 6,10 | 8,52 | 8,48 | 16,33 | 16,25 | 7,87 | 7,83 | 10,94 | 10,89 |
| € ₂₀₀₂ por hora ajustado por PPA | 14,77 | 12,65 | 7,11 | 6,10 | 9,90 | 8,48 | 18,96 | 16,25 | 9,14 | 7,83 | 12,71 | 10,89 |
| | Otro corta distancia | | | | | | Otro larga distancia | | | | | |
| | Avión | | Autobús | | Autom./Tren | | Avión | | Autobús | | Autom./Tren | |
| | España | UE 25 | España | UE 25 | España | UE 25 | España | UE 25 | España | UE 25 | España | UE 25 |
| € ₂₀₀₂ por hora | 10,66 | 10,61 | 5,13 | 5,11 | 7,15 | 7,11 | 13,69 | 13,62 | 6,59 | 6,56 | 9,18 | 9,13 |
| € ₂₀₀₂ por hora ajustado por PPA | 12,38 | 10,61 | 5,96 | 5,11 | 8,30 | 7,11 | 15,90 | 13,62 | 7,66 | 6,56 | 10,66 | 9,13 |

* A coste de los factores.

Tabla 15: tablas para la monetización del ahorro de tiempo (Fuente: Ministerio de Fomento)

Es fundamental fijar la proporción de pasajeros que usan el AVE como medio de transporte desde un punto de vista enfocado al ocio y cuantos debido a exigencias laborales. Si se analizan otras LAVs se observa que este porcentaje fluctúa considerablemente según, lógicamente, la situación de la línea. Por ello y a falta de datos específicos para el caso de estudio se tomará un porcentaje de un 50% para ambos casos.

Así mismo se procederá de igual manera con los pasajeros considerados “comuneros”, usuarios habituales del servicio, y el resto.

Procediendo de esa forma se obtiene un valor de 16,2 €/hora a fecha de 2002. Si se actualiza a fecha actual (con una tasa de variación de 31,3%) el resultado es de 21,27 €/hora.

| Alternativa | Ahorro de tiempo (horas) | Beneficio por cada viaje (€/pasajero) |
|-------------|--------------------------|---------------------------------------|
| Palencia | 1,75 | 37,22 |
| Burgos | 1,75 | 37,22 |
| Bilbao | 1,33 | 28,29 |
| 0 | 1,33 | 28,29 |

Tabla 16: monetización de los ahorros de tiempo en las distintas alternativas

5.2.2. Seguridad

Otro punto fuerte que justifica el uso de LAVs es su alto nivel de seguridad. La primera línea de alta velocidad en España, Madrid-Sevilla, se inauguró en 1992 y el primer accidente mortal (y único) en este tipo de líneas tuvo lugar en 2013, en el trágico accidente de un tren Talgo Serie 730 que cubría un servicio Alvia en la línea Madrid-Ferrol y que costó la vida de 79 personas (El País, 2013).

Según datos de la DGT, en el año 2015 fallecieron en las carreteras españolas un total de 1.126 personas en 373.504.129 desplazamientos.

Si analizamos más concretamente los datos referidos a las comunidades de Cantabria y de Madrid obtenemos, para el año 2015, una cifra de fallecidos en carretera de 16 y 58 respectivamente (El Diario Montañés, 2015, y La Vanguardia, 2015).

En nuestro caso de estudio se prevé un volumen entorno a los 350.000 pasajeros lo que implicaría, proporcionalmente, un fallecido menos.

En el caso de la competencia aérea se estima un índice de 0,6 accidentes mortales por cada millón de vuelos. Para nuestro volumen de pasajeros supondría 1 fallecido menos cada dos años.

Este apartado es un tanto escabroso y resulta frívolo hablar de equivalencias monetarias, no obstante es necesario cuantificarlo de alguna manera. Para ello se procederá a hacer uso de la tabla de valores oficiales de la vida que facilita Europa:

| | VVE | VVnM _G | VVnM _L |
|---------------------|-------|-------------------|-------------------|
| Alemania | 1.560 | 107 | 5 |
| Francia | 1.380 | 138 | 20 |
| Países Bajos | 3.010 | 443 | 66 |
| Suecia | 2.540 | 431 | 25 |
| Reino Unido | 2.670 | 387 | 23 |
| Noruega | 3.510 | 552 | 48 |
| España | 1.827 | 261 | 7 |

Tabla 17: valores de la vida en Europa (Fuente: Ministerio Sanidad y Consumo)

Dichos datos deben actualizarse ya que están fechados en 2009. Además es necesario realizar el cambio de dólares a euros. Tras realizar estos pasos obtenemos un valor 1.741.562,13 euros por cada fallecido.

Si, como se ha mencionado anteriormente, fallecieran 1,5 personas menos cada año supondría un ahorro para las arcas públicas de 2.612.343,2 euros anuales.

Cabe destacar que este apartado no supone un volumen de dinero notorio con respecto a otros apartados, pero es el más importante desde el punto de vista humano.

5.2.3. Aprovechamiento del tiempo

En la actualidad no es necesario estar físicamente en el puesto de trabajo para desarrollar el mismo. Actualmente los adelantos tecnológicos de los trenes de alta velocidad permiten conectarse a internet y disponer de todo tipo de comodidades para desarrollar un trabajo, leer, etc. Para monetizar este aspecto se obtiene el salario medio horario en 2015, situado en 14,75 €/hora (Datosmacro, 2015).

El número de pasajeros que desarrollarán dicha opción se considerará que es un 50% del volumen total.

5.2.4. Beneficios de explotación

En enero del año 2005 tuvo lugar la liberalización del ferrocarril en España (Cincodías, 2006). Como consecuencia directa de esta medida los operadores ferroviarios tienen que pagar el propietario de la red, Adif, por todos y cada uno de los servicios que de él reciben. El desembolso que deben satisfacer las operadoras al propietario de la red ferroviaria es el llamado canon por el uso de la vía. Dicho canon está formado básicamente por el canon por adjudicación de capacidad, el canon por utilización de la vía y el canon por utilización de instalaciones de energía.

Este canon ha ido variando de forma considerable a lo largo de los años. Renfe abonó a Adif en 2005 por este concepto una cantidad de 70 millones aunque este abono estaba limitado exclusivamente a satisfacer el uso de las vías de la red española que tienen ancho internacional. Posteriormente, en 2006, Renfe abonó nada más ni nada menos que 400 millones de euros (Cincodías, 2006) ya que la obligación de pagar al Adif por utilizar la infraestructura se extendió a toda la red sin ningún tipo de excepción. En años sucesivos experimentó de nuevo incrementos considerables. En el año 2013 la empresa operadora pagó al gestor de infraestructuras un total de 502 millones de euros, lo que supone un incremento del 36,45% sobre los 368 millones de euros contabilizados en esta misma partida a lo largo del anterior ejercicio 2012 (El Confidencial).

Dado que con la liberalización de los servicios de tren es básicamente Renfe Operadora quien tiene que abonar al administrador de infraestructuras ferroviarias en 2015 el Gobierno flexibiliza el 'canon' ferroviario para fomentar la entrada de competidores de Renfe (Expansión, 2015). Esto se consigue suprimiendo el denominado canon de acceso, el que se paga por entrar a operar en la red ferroviaria,

e introduciendo un régimen de bonificaciones en estos peajes para que quienes realicen una mayor actividad tengan mayor retorno.

Para la realización del análisis Coste-Beneficio que nos ocupa no se tendrá en cuenta dicho canon ya que se entiende que, tanto si la línea es de alta velocidad como si no lo es, la gestora Adif ingresará de igual manera dicho canon.

5.2.5. Ambientales

Como ya se ha mencionado anteriormente otro de los puntos fuertes de la Alta Velocidad es su respeto ambiental. Los trenes empleados en la alta velocidad tienen básicamente dos ventajas ambientales sobre el ferrocarril convencional.

Por un lado en lo que respecta a las emisiones de CO₂. Los trenes de Alta Velocidad emiten menores cantidades de CO₂ a la atmósfera (entorno a un 21% menos) que los ferrocarriles convencionales según un estudio realizado en 2011 por la Comisión Interdepartamental del Cambio Climático de la Generalitat de Catalunya.

Por otro lado, el uso de nuevas tecnologías como el freno regenerativo que permite que algunos trenes devuelvan a la red parte de la energía en Alta Velocidad, avances tecnológicos continuos incorporados en los nuevos trenes y la conducción económica por parte de los maquinistas permite ahorros energéticos de hasta un 30% (Renfe, 2016).

Para calcular el ahorro energético se procederá a analizar el consumo tanto eléctrico como de CO₂ por pasajero en diferentes tramos:

| Ruta | Ferrocarril convencional | | Alta Velocidad | | Ahorro Total | | Ahorro por kilómetro | |
|------------------------------|--------------------------|-----|----------------------|-----|----------------------|-----|-------------------------|--------|
| | CO ₂ (kg) | kWh | CO ₂ (kg) | kWh | CO ₂ (kg) | kWh | CO ₂ (kg/km) | kWh/km |
| Madrid-Sevilla (471,8 km) | 12,7 | 49 | 9,4 | 36 | 3,3 | 13 | 0,007 | 0,028 |
| Madrid-Barcelona (659 km) | 17,1 | 66 | 13,8 | 53 | 3,3 | 13 | 0,005 | 0,020 |
| Madrid-Toledo (70 km) | 2 | 8 | 1,6 | 6 | 0,4 | 2 | 0,006 | 0,029 |

Tabla 18: datos de CO₂ y energía consumida (Fuente: trenvista, 2015)

Tomando estos datos como referencia, se obtiene un ahorro medio de 0,006 kg/km de CO₂ y de 0,026 kWh/km de energía consumida.

En 2013 el precio del CO₂ en el mercado europeo se situaba en unos 8,5 euros por tonelada (El Economista, 2015) que si se actualiza arroja un resultado de 8,42€ por tonelada.

En cuanto al precio del kilovatio se sitúa en unos 0,13 €/kWh en el ámbito doméstico (tarifaluzhora, 2016). Este sector cuenta con descuentos que se pueden situar entorno al 40% resultando un precio final de 0,08 €/kWh.

Como no se tienen datos del ahorro de energía ni de CO₂ que aporta la modificación y modernización del trazado de la alternativa 0 se le supone un ahorro de un 50% tanto en su consumo eléctrico como en las emisiones de CO₂.

5.2.6. Turísticos

La aparición del AVE proporciona una vertebración del territorio que fomenta la movilidad entre los diferentes puntos que conecta. Como resultado las comunidades autónomas en las cuales se ha implantado han experimentado un aumento del turismo que se ve reflejado en un aumento del PIB.

La consejera de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente de la provincia de Alicante, Isabel Bonig, ha afirmado que la puesta en marcha del AVE Madrid-Alicante tendrá un impacto económico de 70 millones de euros anuales en el Producto Interior Bruto (PIB) de la provincia.

Teniendo en cuenta que para el año 2015 el PIB per cápita de Alicante se sitúa en torno a los 17.338 euros (Economía3, 2015) y que dicha provincia cuenta con una población de 1.855.047 habitantes el PIB de la provincia es de 32.162,8 M€.

Si aplicamos esta sencilla relación a la región de Cantabria que cuenta con un PIB de 12.172 M€ (Datosmacro, 2016) se obtiene unos ingresos anuales de 26,5 M€.

Con la comunidad madrileña no se puede aplicar el mismo procedimiento ya que resulta desproporcionado pensar que una conexión con Cantabria aportaría a la Comunidad de Madrid cuyo PIB es de 203.626 M€ (Datosmacro, 2016) unos beneficios de 443 M€.

Por ello se opta por pensar que los mismos beneficios que obtendría la comunidad cántabra serían los asociados a la comunidad madrileña ascendiendo por tanto a 53 M€ anuales.

5.2.7. Venta de billetes

La venta de billetes es una de las principales fuentes de ingresos de la operadora. Como se ha explicado anteriormente en este estudio no se contabilizan los ingresos por parte de la operadora al considerarla ente privada. Aun así se procederá a fijar el precio del billete en las distintas alternativas para completar la información.

Para cuantificar el precio hipotético que tendrían cada uno de los trayectos se va a proceder a determinar un precio medio por kilómetro. Realmente es complejo establecer un precio ya que fluctúa en función de varios factores como son la fecha, la

política de descuentos o la clase en la que se viaje y además se supone que se penalizan los recorridos cortos en favor de los más largos. Aun así para hacer una estimación el precio medio por kilómetro es más que suficiente.

A continuación se procede a analizar varias LAVs, todas ellas tienen como punto de origen Madrid:

| Destino | Billete Ida (turista) | Trayecto (km) | Precio por kilómetro (€/km) |
|----------------------------------|-----------------------|---------------|-----------------------------|
| Barcelona | 119,5 | 659 | 0,18 |
| Valladolid | 31,2 | 179,5 | 0,17 |
| Málaga | 76,1 | 498 | 0,15 |
| Córdoba | 54,6 | 343 | 0,15 |
| Sevilla | 72,2 | 471 | 0,15 |
| Zaragoza | 42,7 | 306,7 | 0,13 |
| Precio medio Billete: 0,155 €/km | | | |

Tabla 19: precios de los billetes en distintas LAVs (Fuente: elaboración propia)

Para la alternativa 0 el precio kilométrico del billete será inferior. Para calcular esta disminución en el precio se toma como ejemplo la línea Madrid-Barcelona. El precio medio en AVE es de 119,5€, sin embargo, el mismo trayecto es recorrido por el Regional Exprés que cubre la ruta y cuesta 41,80€. Esto significa una rebaja de un 65%. Si aplicamos este descuento al precio medio del billete en AVE (0,155 €/km) obtenemos un resultado de 0,055 €/km.

| Alternativa | Trayecto (km) | Precio kilométrico (€/km) | Precio billete (€) |
|-------------|---------------|---------------------------|--------------------|
| Palencia | 426,47 | 0,155 | 66,10 |
| Burgos | 517 | 0,155 | 80,13 |
| Bilbao | 578,2 | 0,155 | 89,62 |
| 0 | 426,47 | 0,055 | 23,46 |

Tabla 20: ingresos anuales totales fruto de la venta de billetes (Fuente: elaboración propia)

6. Resultados

En este apartado se facilitarán los datos utilizados para el cálculo en el Excel de cada alternativa. Posteriormente se procederá a analizar los resultados y extraer una pequeña conclusión de cada alternativa.

6.1. Alternativa Santander-Palencia

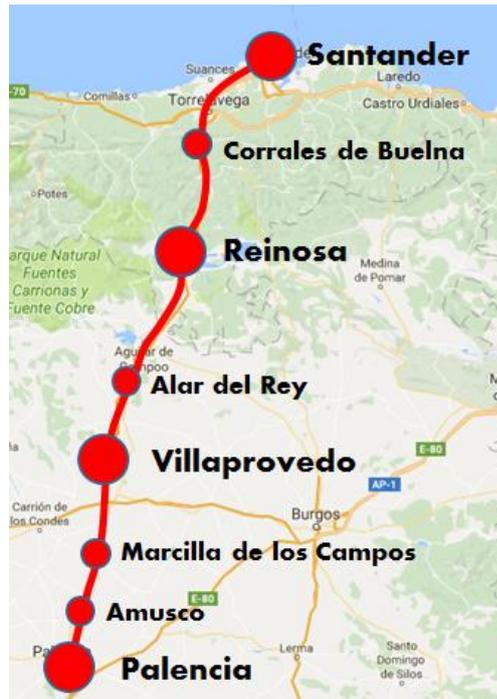


Ilustración 20: trazado LAV Santander-Palencia (Fuente: elaboración propia)

Se trata de la primera opción planteada. Consiste en la ejecución de una LAV Santander-Palencia con un trazado similar al de la autovía A-67.

| | |
|--------------------------|------------------|
| Coste de construcción | -4.500.000.000 € |
| Primer año – 40% | -1.800.000.000 € |
| Segundo año – 20% | -900.000.000 € |
| Tercer año – 20% | -900.000.000 € |
| Cuarto año – 20% | -900.000.000 € |
| Mantenimiento/año | -40.396.419,72 € |
| Ahorro de tiempo (horas) | 1,75 |
| Valor del tiempo (€/h) | 21,27 € |
| Valor ahorro tiempo/año | 13.027.000 € |
| No fallecidos | 1,5 |

| | |
|-------------------------------------|----------------|
| Valor de la vida | 1.741.562,13 € |
| Valor seguridad | 2.612.343,2 € |
| Valor tiempo aprovechado (€/h) | 14,75 € |
| Valor aprovechamiento de tiempo/año | 6.453.125 € |
| Valor CO2 (€/t) | 8,42 € |
| Valor kilovatio (€/kWh) | 0,08 € |
| Valor eficiencia energética/año | 318.011,01 € |
| PIB/año | 53.000.000 € |
| | |
| Horizonte temporal (años) | 30 |
| Tasa | 0,035 |
| Pasajeros | 350.000 |
| Precio billete | 66,10 € |

Tabla 21: características y datos de la LAV Santander - Palencia

Con todo ello se obtiene como resultado un VAN de -3.775.589.794,57 €. Queda claro que es una inversión inmensa que no es rentable de ninguna manera. Sin embargo tiene puntos favorables. Cabe destacar que es la opción más eficiente ya que el trazado tiene una longitud casi idéntica que la actual y con la eficiencia que conlleva una LAV.

Aun así resulta difícil defender que se opte por esta alternativa ya que el respeto medioambiental que produce quizás no sea suficiente para justificar un sobrecosto tan grande.

6.2. Alternativa Santander-Burgos



Ilustración 21: trazado LAV Santander-Burgos (Fuente: elaboración propia)

Se trata de una variante a la alternativa palentina. El objetivo es aprovechar la futura LAV que une Palencia con Burgos que aunque no está ejecutada actualmente, en un futuro lo estaría antes que la supuesta LAV Santander-Burgos.

| | |
|-------------------------------------|------------------|
| Coste de construcción | -4.385.000.000 € |
| Primer año – 40% | -1.754.000.000 € |
| Segundo año – 20% | -877.000.000 € |
| Tercer año – 20% | -877.000.000 € |
| Cuarto año – 20% | -877.000.000 € |
| Mantenimiento/año | -48.971.672,09€ |
| Ahorro de tiempo (horas) | 1,75 |
| Valor del tiempo (€/h) | 21,27 € |
| Valor ahorro tiempo/año | 13.027.000 € |
| No fallecidos | 1,5 |
| Valor de la vida | 1.741.562,13 € |
| Valor seguridad | 2.612.343,2 € |
| Valor tiempo aprovechado (€/h) | 14,75 € |
| Valor aprovechamiento de tiempo/año | 6.453.125 € |

| | |
|---------------------------------|--------------|
| Valor CO2 (€/t) | 8,42 € |
| Valor kilovatio (€/kWh) | 0,08 € |
| Valor eficiencia energética/año | 114.627,18€ |
| PIB/año | 53.000.000 € |
| Horizonte temporal (años) | 30 |
| Tasa | 0,035 |
| Pasajeros | 350.000 |
| Precio billete | 80,13 € |

Tabla 22: características y datos de la LAV Santander - Burgos

Esta alternativa obtiene un VAN de -3.802.014.667,82 €. Se trata de la opción menos rentable de todas. De nuevo el sobrecoste es insalvable. Además, aunque el VAN es similar al de la anterior alternativa, su eficiencia energética es menor ya que el desvío requerido provoca unas emisiones y consumo eléctrico que reducen su ahorro energético con respecto a la situación actual. El costo de mantenimiento se ve también incrementado debido a un trazado más largo. Por si fuera poco, aunque no es objeto de este estudio, el precio de billete sufre un incremento de un 21% respecto al de la anterior alternativa.

No obstante el punto positivo de esta alternativa es que incluye una conexión con Burgos y que además lo hace en un tiempo idéntico al de la variante palentina gracias a un trazado más favorable.

6.3. Alternativa Bilbao

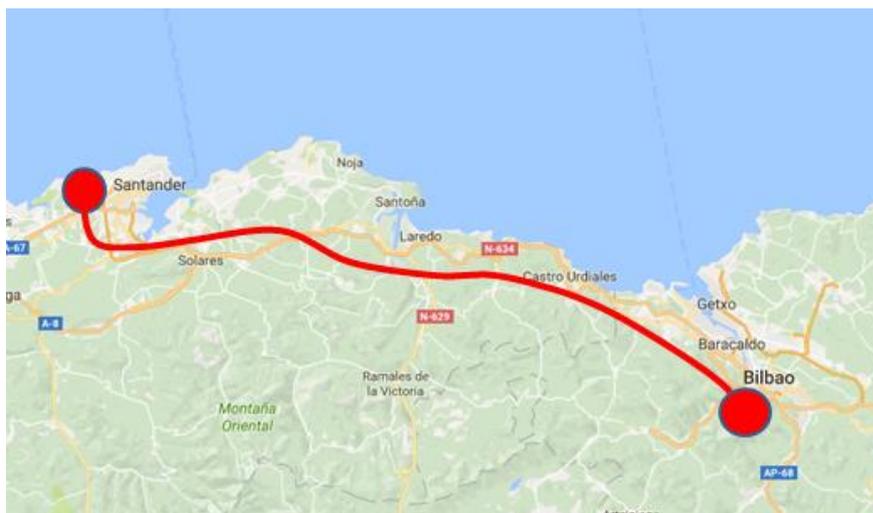


Ilustración 22: trazado LAV Santander-Bilbao (Fuente: elaboración propia)

Esta alternativa quizás sea la más difícil de comparar debido a que tiene grandes diferencias respecto al resto. Su trazado es totalmente diferente y se trata de aprovechar la llamada “Y vasca” para proporcionar una conexión a Cantabria con la capital española.

| | |
|-------------------------------------|------------------|
| Coste de construcción | -1.817.550.000 € |
| Primer año – 40% | -727.020.000 € |
| Segundo año – 20% | -727.020.000 € |
| Tercer año – 20% | -727.020.000 € |
| Cuarto año – 20% | -727.020.000 € |
| Mantenimiento/año | -54.768.705,61€ |
| | |
| Ahorro de tiempo (horas) | 1,33 |
| Valor del tiempo (€/h) | 21,27 € |
| Valor ahorro tiempo/año | 9.901.500€ |
| No fallecidos | 1,5 |
| Valor de la vida | 1.741.562,13 € |
| Valor seguridad | 2.612.343,2 € |
| Valor tiempo aprovechado (€/h) | 14,75 € |
| Valor aprovechamiento de tiempo/año | 2.612.343,2€ |
| Valor CO2 (€/t) | 8,42 € |
| Valor kilovatio (€/kWh) | 0,08 € |
| Valor eficiencia energética/año | 0 € |
| PIB/año | 53.000.000 € |
| | |
| Horizonte temporal (años) | 30 |
| Tasa | 0,035 |
| Pasajeros | 350.000 |
| Precio billete | 89,62 € |

Tabla 23: características y datos de la LAV Santander - Bilbao

El VAN obtenido en esta alternativa es de -1.457.193.749,98 €. Es una opción claramente no rentable aunque la mejor de las tres LAVs. Otro aspecto negativo es que no tiene ninguna eficiencia energética. El ahorro de energía debido al uso de este tipo de instalaciones se ve contrarrestado por la mayor longitud de su recorrido. Además hay que recordar que esta alternativa implica 30 minutos más de trayecto.

Sin embargo tiene aspectos a su favor. El primero es que, aun no siendo rentable, se produce un ahorro muy significativo con respecto a las otras dos alternativas (hay que recordar que el VAN de las alternativas de Palencia y Burgos es de -3.775.589.794,57 € y -3.802.014.667,82 € respectivamente). El segundo factor que juega a favor de esta alternativa es que el abanico de destinos es muy superior que sus adversarias, incluyendo destinos tan importantes como Barcelona. Aunque bien es cierto que el objetivo de este estudio es la conexión con Madrid cabe tener este aspecto en cuenta.

6.4. Alternativa 0

Se trata de la alternativa elegida por la administración. No es una LAV sino que se pretende transformar el recorrido actual en una línea de altas prestaciones, modificando partes del trazado, con arreglos o sustituyéndolos directamente. Por lo cual, obviamente, el trazado es el mismo que el de la línea actual.

| | |
|-------------------------------------|----------------|
| Coste de construcción | -580.000.000 € |
| Primer año – 40% | -232.000.000 € |
| Segundo año – 20% | -116.000.000 € |
| Tercer año – 20% | -116.000.000 € |
| Cuarto año – 20% | -116.000.000 € |
| Mantenimiento/año | -21.323.500€ |
| | |
| Ahorro de tiempo (horas) | 1,33 |
| Valor del tiempo (€/h) | 21,27 € |
| Valor ahorro tiempo/año | 9.901.500€ |
| No fallecidos | 1,5 |
| Valor de la vida | 1.741.562,13 € |
| Valor seguridad | 2.612.343,2 € |
| Valor tiempo aprovechado (€/h) | 14,75 € |
| Valor aprovechamiento de tiempo/año | 7.743.750€ |
| Valor CO2 (€/t) | 8,42 € |
| Valor kilovatio (€/kWh) | 0,08 € |
| Valor eficiencia energética/año | 159.005,51 € |
| PIB/año | 53.000.000 € |
| | |
| Horizonte temporal (años) | 30 |
| Tasa | 0,035 |

| | |
|----------------|---------|
| Pasajeros | 350.000 |
| Precio billete | 23,46 € |

Tabla 24: características y datos de la Alternativa 0

El VAN para esta alternativa es de 255.162.795,51 €. Es por lo tanto de una opción rentable, la única de las 4 estudiadas aunque sin ser una LAV. Consigue el mismo tiempo de trayecto (3 horas) que la alternativa de Bilbao y con un coste de mantenimiento muy inferior que el de sus competidoras (21.323.500€). Además a esto hay que añadir que el precio del billete es realmente competitivo con bajadas de hasta un 70% respecto a sus competidores.

No obstante no es una LAV con las ventajas que ello conlleva y el trayecto se realiza en media hora más que el de las alternativas de Palencia y Burgos.

7. Conclusiones

Llegados a este punto es el momento de extraer las conclusiones pertinentes.

| Alternativa | VAN |
|--------------------|---------------------|
| Santander-Palencia | -3.775.589.794,57 € |
| Santander-Burgos | -3.802.014.667,82 € |
| Santander-Bilbao | -1.457.193.749,98 € |
| 0 | 255.162.795,51 €. |

Tabla 25: VAN resultantes

Si atendemos única y exclusivamente a los datos se observa que ninguna de las 3 alternativas de la Alta Velocidad es rentable. Si bien es cierto que la alternativa Santander-Bilbao presenta unas pérdidas significativamente menores que sus otras dos competidoras sigue siendo un agujero de dinero muy importante. Así que si atendiésemos simplemente a los datos se puede pensar que la única solución pasa por el tren de altas prestaciones elegido por la administración, pero...démosle una vuelta al asunto.

Para realizar este trabajo he tenido que beber de todo tipo de fuentes y me he dado cuenta que el aura que envuelve al AVE y su entorno está totalmente politizado. Lo que hace 4 años era un despilfarro y una aberración ahora es algo fundamental para el desarrollo de la región. Los detractores y los aduladores de la Alta Velocidad intercambian sus papeles con la misma facilidad que quien cambia de chaqueta.

Es verdad que el AVE parece, después de todo lo visto, algo difícil de rentabilizar. Pero no perdamos de vista la clave de todo este tema, ¿desde cuándo una obra pública tiene un fin lucrativo? ¿Alguien ha protestado alguna vez contra la ejecución de un parque? ¿O la de un túnel? ¿O unas simples escaleras mecánicas? ¿No es el fin de una obra civil mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos? Ciertamente es que no es comparable la inversión requerida para la construcción de un AVE con las que he nombrado anteriormente, pero el agravio con Cantabria es muy significativo. La excusa de “es que es muy caro” parece ser que solo vale para Cantabria, porque mirando a izquierda y derecha te das cuenta que ese argumento se desmorona como un castillo de naipes.

No es que a los cántabros (o por lo menos en mi caso) les haga ilusión el simple hecho de tener un tren más rápido, sino que ese tren significa la llegada de nuevas empresas, significa que quien tiene familia en Madrid puede verla en apenas 2 horas y media, significa que...significa que en definitiva mejora la calidad de vida de las personas, que ese es el objetivo de la obra civil, ¿no?.

El sistema ferroviario en el norte de España es un sistema viejo y anticuado, necesita de un plan de actuación urgente. Precisamente en Cantabria el AVE es totalmente necesario ya que es capaz de lanzar dos pilares de la economía cántabra; el turismo y el Puerto. Para una región en la cual el turismo representa casi un 11% de

su economía una unión de Alta Velocidad de una comunidad costera como lo es Cantabria con una ciudad interior como lo es Madrid propiciaría un gran salto al sector terciario de la comunidad. Por otro lado el Puerto de Santander ve como a sus rivales más directos se les dota del privilegio de líneas punteras y en perfectas condiciones mientras que él, que mueve 6 millones de coches (El Diario Montañés, 2016) y más de 4,5 millones de toneladas anualmente (Puertosantander, 2016), tiene que ver como sufre retrasos de horas por unas condiciones pésimas de vías y apartaderos insuficientes o, en ocasiones, inexistentes.

A la gente que justifica la no-llegada del AVE a Cantabria basándose en su imposible rentabilidad deberían mantener una charla con todas aquellas personas que en 1992 vieron como las 7 horas de trayecto que unían Madrid con Sevilla se vieron reducidas a menos de 3 horas y me aventuraría a afirmar que no creo que a esos ciudadanos les importe demasiado la rentabilidad de la línea.

Por todo ello creo que no hay que perder de vista el fin de una obra pública y es del todo injusto tirar por tierra el AVE cántabro siempre con los mismos argumentos económicos, por si no fuera poco, argumentos que no deben de valer con las comunidades vecinas. No sé si la administración está actualmente en condiciones de realizar una inversión como la requerida, pero...que no nos vendan gato por liebre.

8. Bibliografía

- ¿Cual es el canon optimo para el AVE? (27 de noviembre de 2014). <https://ruedaycarril.wordpress.com/2014/11/27/cual-es-el-canon-optimo-para-el-ave/>.
- Accenture. (2016). *Impacto socioeconómico de la línea de alta velocidad Madrid-Valencia*.
- Adif reduce los costes de mantenimiento de las líneas ave un 14,4% desde 2011. (22 de noviembre de 2015). <http://www.eleconomista.es/economia/noticias/7165906/11/15/Adif-reduce-los-costes-de-mantenimiento-de-las-lineas-ave-un-144-desde-2011.html>.
- Alicante, quinta provincia por PIB y trigésimosexta en inversiones del Estado. (07 de agosto de 2015). <http://www.economia3.com/2015/08/07/54929-alicante-quinta-provincia-por-pib-y-trigesimosexta-en-inversiones-del-estado/>.
- Árbol, A. R. (10 de julio de 2006). Renfe pagará más de 400 millones a Adif este año por sus servicios. http://cincodias.com/cincodias/2006/07/10/empresas/1152538781_850215.html.
- AVE o avión, ¿qué le cuesta más al medioambiente? (07 de noviembre de 2012). <http://www.domesticatueconomia.es/ave-o-avion-medioambiente/>.
- Bolaños, A. (26 de marzo de 2015). Un estudio concluye que ninguna línea española de AVE es rentable. http://economia.elpais.com/economia/2015/03/26/actualidad/1427367930_711155.html.
- Bonig destaca que el AVE tendrá un impacto de 70 millones de euros anuales y generará 735 empleos. (13 de junio de 2013). <http://www.20minutos.es/noticia/1843167/0/>.
- Buesa, C. (07 de 11 de 2013). El AVE unirá Barcelona y París sin transbordo el 15 de diciembre. http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/sociedad/ave-unira-barcelona-paris-sin-transbordo-15-diciembre_897002.html.
- Cantabria abre la puerta a un AVE "low cost" pero no por Burgos. (31 de agosto de 2015). <http://www.diariodeburgos.es/noticia/Z06CD20E5-A365-A2F8-33153A272A0DB6BF/20150831/cantabria/abre/puerta/ave/low/cost/pero/no/burgos>.
- Cantabria cree que el AVE a Bilbao es igual de importante que a Madrid. (26 de agosto de 2009). <http://www.elmundo.es/elmundo/2009/08/26/paisvasco/1251298504.html>.
- Cantabria propondrá un AVE Palencia-Santander diez veces más barato. (27 de enero de 2015). <http://www.diariopalentino.es/noticia/Z8EEED192-E21B-8C72->

F3939C9C1E2E2F67/20150127/cantabria/propondra/ave/palenciasantander/diez/veces/mas/barato.

Cerro, M. (10 de junio de 2016). El tren de altas prestaciones circulará a 300 km/h entre Aguilar y Madrid. <http://www.eldiariomontanes.es/cantabria/201606/10/tren-altas-prestaciones-madrid-20160609221439.html>.

David Page. (09 de 03 de 2015). España, el país donde hay más AVE y donde menos se utiliza. <http://www.expansion.com/2015/03/09/empresas/transporte/1425896848.html>.

El AVE despide 2015 con un récord de más de 30 millones de viajeros. (01 de enero de 2016). <http://www.expansion.com/empresas/transporte/2016/01/01/56865623ca4741ad6b8b4617.html>.

El AVE emite cinco veces menos CO2 en el trayecto Madrid-Barcelona que el avión, según Renfe. (02 de octubre de 2008). http://www.elconfidencial.com/sociedad/2008-10-02/el-ave-emite-cinco-veces-menos-co2-en-el-trayecto-madrid-barcelona-que-el-avion-segun-renfe_392511/.

El AVE es rentable por primera vez: ganó 2,5 millones de beneficio en 2010. (03 de febrero de 2011). <http://www.eleconomista.es/empresas-finanzas/noticias/2795908/02/11/EI-AVE-rentable-por-primera-vez-25-millones-de-beneficio-en-2010.html>.

El AVE es rentable por primera vez: ganó 2,5 millones de beneficio en 2010. (03 de febrero de 2011). <http://www.eleconomista.es/empresas-finanzas/noticias/2795908/02/11/EI-AVE-rentable-por-primera-vez-25-millones-de-beneficio-en-2010.html>.

El Gobierno flexibiliza el 'canon' ferroviario para fomentar la entrada de competidores de Renfe. (13 de marzo de 2015). <http://www.expansion.com/empresas/transporte/2015/03/13/5502df0422601daf288b456c.html>.

El tren de altas prestaciones costará 600 millones de euros y estará listo en 2020. (30 de noviembre de 2015). <http://www.eldiariocantabria.es/articulo/cantabria/fomento-anuncia-inicio-tramites-tren-altas-prestaciones-santander-y-madrid/20151130104622005672.html>.

El tren de altas prestaciones será de nueva vía y podrá circular a 300 km/h hasta Aguilar de Campoo. (09 de junio de 2016). http://www.eldiario.es/norte/cantabria/ultima-hora/prestaciones-podra-circular-Aguilar-Campoo_0_524948325.html.

El turismo representó el 10,9% del PIB de Cantabria. (27 de marzo de 2015). <http://www.europapress.es/cantabria/noticia-turismo-represento-109-pib-cantabria-2014-20150327122840.html>.

- Esteve, J. (19 de 01 de 2016). El interminable túnel de Pajares: líos, pesadillas y un trasvase oculto. http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2016-01-19/muchas-sombras-y-pocas-luces-en-la-recta-final-de-la-variante-de-pajares_1136213/.
- Eugenio Rodríguez. (07 de 06 de 2013). La Historia del AVE (Alta Velocidad Española). <http://www.fierasdelaingenieria.com/la-historia-del-ave-alta-velocidad-espanola/>.
- Fernández, M. (26 de 04 de 2015). El AVE llega a su última estación. http://economia.elpais.com/economia/2015/04/24/actualidad/1429894770_327173.html.
- Fernández, M. (26 de abril de 2015). El AVE llega a su última estación. http://economia.elpais.com/economia/2015/04/24/actualidad/1429894770_327173.html.
- Ferropedia. (2016). <http://ferropedia.es/mediawiki/index.php/Portada>.
- Fomento encarga a INECO el proyecto del tren de altas prestaciones, que hará el recorrido a Madrid en dos horas 55'. (15 de enero de 2016). http://www.eldiario.es/norte/cantabria/ultima-hora/Fomento-INECO-prestaciones-recorrido-Madrid_0_473853147.html.
- Fomento licitará el proyecto de tren de altas prestaciones "tan pronto" como ADIF tenga "ultimados" los estudios. (24 de octubre de 2015). <http://www.expansion.com/empresas/transporte/2015/10/24/562b8b9a268e3e26438b461b.html>.
- García, A. V. (06 de abril de 2015). Impacto y valor de las líneas de alta velocidad. <http://www.laregion.es/articulo/euro/impacto-y-valor-lineas-alta-velocidad/20150406120506535527.html>.
- García, P. (21 de diciembre de 2012). ¿AVE de bajo coste? Solo 4 rutas cubren su coste de explotación sin subvención. <http://vozpopuli.com/actualidad/19002-ave-de-bajo-coste-solo-4-rutas-cubren-su-coste-de-explotacion-sin-subvencion>.
- Granda, E. (01 de enero de 2014). 2013, el año con menos muertos en carretera en España. http://politica.elpais.com/politica/2014/01/01/actualidad/1388610903_562365.html.
- Grasso, D. (08 de 11 de 2013). España, la segunda red de AVE del mundo... pero la penúltima por número de viajeros. http://www.elconfidencial.com/espana/2013-11-08/espana-la-segunda-red-de-ave-del-mundo-pero-la-penultima-por-numero-de-viajeros_50910/.
- Hernández, L. (04 de noviembre de 2015). La verdad de la alta velocidad y la eficiencia energética. <http://www.trenvista.net/descubre/el-tren-verde/eficiencia-energetica-alta-velocidad-espana/>.
- Jr, J. C. (s.f.). Un poco de historia. <http://www.railfaneurope.net/ave/es-histo.htm>.

- La alta velocidad, a examen: ¿es realmente tan caro viajar en AVE en España? (11 de enero de 2013). http://www.lainformacion.com/economia-negocios-y-finanzas/ferrocarril/la-alta-velocidad-a-examen-es-realmente-tan-car0-viajar-en-ave-en-espana_AoZAsYQI5evII7tY5dQuw1/.
- LAV Palencia-Santander. (2016). <https://asambleacontraeltav.wordpress.com/%C2%BFque-es-el-tav/lav-palencia-santander/>.
- Lemus, E. (09 de mayo de 2008). El antes y el después del AVE. <http://www.tiempodehoy.com/espana/el-antes-y-el-despues-del-ave>.
- Mars, A. (25 de enero de 2010). El AVE le quita al avión la mitad de los pasajeros que van a Barcelona. http://elpais.com/diario/2010/01/25/madrid/1264422254_850215.html.
- Mars, A. (25 de enero de 2010). El AVE le quita al avión la mitad de los pasajeros que van a Barcelona. http://elpais.com/diario/2010/01/25/madrid/1264422254_850215.html.
- Mateos, M. D. (2006). *Mapas Estratégicos de Ruido de las Carreteras de la Red del Estado*.
- Pizá, C. (11 de abril de 2015). Efecto AVE: 28.000 millones de aportación al PIB en 4 años. <http://www.eleconomista.es/empresas-finanzas/noticias/6621863/04/15/efecto-ave-28000-millones-de-aportacion-al-pib-en-4-anos.html>.
- R., M. (06 de enero de 2016). El AVE a Vitoria avanza a la espera de acabar el tramo a Burgos en julio. http://www.elcorreodeburgos.com/noticias/burgos/ave-vitoria-avanza-espera-acabar-tramo-burgos-julio_114413.html.
- Revilla y López confían que Santander y Bilbao estarán unidas por AVE en 2015. (24 de julio de 2009). http://www.soitu.es/soitu/2009/07/24/info/1248442874_600832.html.
- Urrutia, C. (14 de 12 de 2014). El AVE de la crisis: rapidez sin lujos. <http://www.elmundo.es/economia/2014/12/14/548c2569268e3e432b8b4576.html>.
- Vázquez, C. (03 de diciembre de 2010). AVE como si fuéramos ricos. http://elpais.com/diario/2010/12/30/sociedad/1293663601_850215.html.
- Wikipedia. (2016). <https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>.

9. Anexo I: índice de ilustraciones

| | |
|--|----|
| Ilustración 1: AVE Madrid - Sevilla (Fuente: blog.avemadridsevilla.es, 2016) | 3 |
| Ilustración 2: AVE Madrid - Sevilla (blog.avemadridsevilla.es, 2016) | 6 |
| Ilustración 3: ave Madrid Sevilla (Fuente: adif, 1992) | 12 |
| Ilustración 4: kilómetros de red de alta velocidad (Fuente: El Confidencial)..... | 13 |
| Ilustración 5: estado de la AV en España (Fuente: adif, 2014) | 14 |
| Ilustración 6: pasajeros por kilómetro (Fuente: El Confidencial)..... | 16 |
| Ilustración 7: línea Palencia - Santander (Fuente: Diario Palentino, 2015) | 18 |
| Ilustración 8: Red básica de ferrocarril en el horizonte 2020 según el PEIT 2005-2020 (Fuente: europa.eu) | 20 |
| Ilustración 9: a la izquierda recorrido LAV Santander-Palencia (Fuente: trenes.com) y a la derecha recorrido A-67 Santander-Palencia (Fuente: route1963.com) | 21 |
| Ilustración 10: mapa geológico en las inmediaciones de Reinosa (Fuente: cartografía del IGME)..... | 22 |
| Ilustración 11: Espacios Naturales de Las Tuerces y Covalagua (Fuente: Consejería de Fomento y Medioambiente de Castilla y León) | 22 |
| Ilustración 12: tramos y subtramos de la LAV Santander-Palencia con sus distancias (Fuente: elaboración propia) | 24 |
| Ilustración 13: croquis de la LAV Aguilar de Campoo-Burgos-Palencia (Fuente: elaboración propia). | 26 |
| Ilustración 14: perfil longitudinal del tramo PALENCIA-AGUILAR (Fuente: Universidad de Burgos E.P.S.) | 27 |
| Ilustración 15: perfil longitudinal del tramo BURGOS-AGUILAR (Fuente: Universidad de Burgos E.P.S.) | 27 |
| Ilustración 16: mapa geológico en las inmediaciones de Aguilar de Campoo (Fuente: cartografía del IGME) | 28 |
| Ilustración 17: LAV Santander-Bilbao (Fuente: elaboración propia)..... | 30 |
| Ilustración 18: mapa geológico en las inmediaciones de Santander (Fuente: cartografía del IGME)..... | 31 |
| Ilustración 19:relación Valor Presente Neto (o VAN) y la tasa de descuento (K) (Fuente: monografías) | 35 |
| Ilustración 20: trazado LAV Santander-Palencia (Fuente: elaboración propia) 47 | |
| Ilustración 21: trazado LAV Santander-Burgos (Fuente: elaboración propia)... | 49 |
| Ilustración 22: trazado LAV Santander-Bilbao (Fuente: elaboración propia) | 50 |

10. Anexo II: índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1: resultados de las alternativas (VAN) | 2 |
| Tabla 2: results of alternatives (VAN) | 5 |
| Tabla 3: LAVs en construcción | 15 |
| Tabla 4: costes desglosados Santander-Palencia | 25 |
| Tabla 5: costes desglosados Santander-Burgos..... | 29 |
| Tabla 6: correlación costes LAV - Autopista | 31 |
| Tabla 7: costes desglosados de la Alternativa 0 | 32 |
| Tabla 8: horizonte temporal según el tipo de proyecto..... | 34 |
| Tabla 9: costes de construcción de las distintas alternativas | 38 |
| Tabla 10: datos para la obtención del coste de mantenimiento relativo a la vía | 39 |
| Tabla 11: datos para la obtención del coste de mantenimiento relativo a la catenaria..... | 39 |
| Tabla 12: datos para la obtención del coste de mantenimiento relativo a la señalización y seguridad..... | 39 |
| Tabla 13: datos para la obtención del coste de mantenimiento relativo a las telecomunicaciones | 39 |
| Tabla 14: datos para la obtención del coste de mantenimiento total | 40 |
| Tabla 15: tablas para la monetización del ahorro de tiempo (Fuente: Ministerio de Fomento) | 41 |
| Tabla 16: monetización de los ahorros de tiempo en las distintas alternativas | 42 |
| Tabla 17: valores de la vida en Europa (Fuente: Ministerio Sanidad y Consumo) | 42 |
| Tabla 18: datos de CO2 y energía consumida (Fuente: trenvista, 2015) | 44 |
| Tabla 19: precios de los billetes en distintas LAVs (Fuente: elaboración propia) | 46 |
| Tabla 20: ingresos anuales totales fruto de la venta de billetes (Fuente: elaboración propia) | 46 |
| Tabla 21: características y datos de la LAV Santander - Palencia | 48 |
| Tabla 22: características y datos de la LAV Santander - Burgos | 50 |
| Tabla 23: características y datos de la LAV Santander - Bilbao..... | 51 |
| Tabla 24: características y datos de la Alternativa 0 | 53 |
| Tabla 25: VAN resultantes..... | 54 |



TRABAJO FIN DE GRADO
**“Estudio de viabilidad económico de distintas alternativas de la conexión
ferroviaria de alta velocidad de Cantabria con el resto de la red nacional”**
Félix Durán Vía

