



**GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN
DE EMPRESAS**

Curso 2013/2014

TRABAJO FIN DE GRADO

ANÁLISIS COSTE BENEFICIO

LA TRAVESÍA CENTRAL DE LOS PIRINEOS

COST BENEFIT ANALYSIS

THE CENTRAL PYRENEES CROSSING

Autor: JAVIER ADÁMEZ LÓPEZ

Tutor: DR. D. RUBÉN SAINZ GONZALEZ

OCTUBRE 2014

ÍNDICE

	<u>Páginas</u>
1. INTRODUCCIÓN	Pág. 1
2. METODOLOGÍA	Pág. 5
3. DETERMINACIÓN DE COSTES Y BENEFICIOS	Pág. 8
3.1. Costes.	Pág. 8
3.2. Beneficios	Pág. 12
4. CÁLCULO DE COSTES Y BENEFICIOS	Pág. 14
4.1. Estimación de Demanda	Pág. 14
4.2. Cálculo del Coste Monetario	Pág. 17
4.3. Cálculo del Beneficio Financiero	Pág. 23
4.4. Valoración del Proyecto TCP	Pág. 27
4.5. Cálculo de la Rentabilidad Económica	Pág. 28
5. CONCLUSIONES	Pág. 29
6. BIBLIOGRAFÍA	Pág. 30

RESUMEN.

El Análisis Coste Beneficio (en adelante, ACB) trata de valorar inversiones, en particular, asociadas a grandes infraestructuras, con el objetivo de determinar si estas son adecuadas u oportunas desde una perspectiva pública o social y en qué medida.

El ACB se diferencia de un mero análisis financiero por el hecho de que tiene en cuenta todas las ganancias y pérdidas con independencia del sujeto al que corresponden.

En este estudio se plantea la puesta en marcha de la Travesía Central Pirenaica, que se trata de un proyecto prioritario a nivel europeo, dada su importancia en el comercio de mercancías entre la península Ibérica y el resto de Europa mediante un nexo de tipo ferroviario a través de la cordillera pirenaica.

Al tratarse de un proyecto a financiar por fondos públicos, se analizan todos los aspectos tanto de costes como de beneficios que reporta dicha infraestructura, desde aspectos como la inversión que supone hasta la reducción del impacto ambiental.

El resultado que se obtendrá tras el análisis, el cual se determina mediante el método del Valor Actual Neto (VAN), resolverá si la construcción de dicha infraestructura es conveniente o no.

ABSTRACT.

The Cost Benefit Analysis (hereafter CBA) seeks to evaluate investments in order to determine whether these are suitable or appropriate from a public or social perspective and to what extent.

The CBA is different from a simple financial analysis, that considers all gains and losses regardless of the subject to which they relate.

This study contemplates the setting up of the Central Pyrenees Crossing, which is a priority project at European level given its importance in trading goods between the Iberian Peninsula and the rest of Europe through a rail-link across the Pyrenees.

Being a project financed by public funds, all aspects of both costs and benefits of such infrastructure are analyzed taking into account the investment required to reduce the environmental impact.

The result that would be obtained after the analysis, which is determined by the method of Net Present Value (NPV), decides if the construction of such infrastructure is appropriate or not.

1. INTRODUCCIÓN.

El Análisis Coste Beneficio es una técnica que permite valorar inversiones teniendo en cuenta aspectos, de tipo social y medioambiental, entre otros, que no son considerados en las variaciones puramente financieras. Su origen se remonta a la primera mitad del siglo XX cuando, en Estados Unidos, se estableció un sistema para considerar los efectos sociales de las obras hidráulicas. Desde entonces, este tipo de análisis se utiliza especialmente en las inversiones públicas, en las que, además de los aspectos puramente económicos, es necesario considerar los efectos sobre el bienestar social. (Iturrioz del Campo n.d.)

En el siguiente estudio vamos a aplicar este tipo de análisis anteriormente definido al proyecto de construcción de una infraestructura denominada Travesía Central Pirenaica y detallada más adelante.

El elemento motivador principal para el desarrollo de este estudio es la importancia que tiene para nuestro país la existencia de buenas infraestructuras siempre y cuando los beneficios sociales que generarían los recursos invertidos en esas infraestructuras sean mayores que otras necesidades sociales descartadas, lo cual se explicará con más detalle en capítulos posteriores.

Según (López Babier 2004) cada año cruza los Pirineos un alto volumen de mercancías en ambas direcciones y se espera que esta tendencia se mantenga en el futuro, pudiendo superar los 240 millones de toneladas en los próximos 10 años.

Para subsanar esta demanda creciente de movilidad, el sistema de transportes de los Pirineos comienza a estar saturado. Dieciocho carreteras y ocho enlaces ferroviarios son toda la oferta disponible, y de ella, solamente la carretera se encuentra capacitada para absorber parte de esa demanda y satisfacerla con unos mínimos criterios de calidad.

De los ocho enlaces ferroviarios mencionados anteriormente solamente dos de ellos prestan servicios de transporte internacional (Irún-Hendaya y Port Bou-Cerbere) y estos presentan las dificultades propias de la diferencia en el ancho de vía y en los sistemas de señalización y electrificación.

Cuadro 1.1. Línea de alta velocidad hispano-francesa.



Fuente: (DG Energy & Transport EU.)

Cuando esa saturación llegue, no será posible la satisfacción de una demanda que resulta vital para el desarrollo social y económico de nuestra península.

Por otro lado, son necesarias unas comunicaciones eficaces y adecuadas tanto para el desarrollo social como para el desarrollo económico. En este sentido, los Pirineos “van un paso por detrás”, lo cual merma las posibilidades de integración de la Península Ibérica con el resto de Europa.

Un nuevo paso por los Pirineos Centrales crearía una nueva línea de comunicación entre el eje Atlántico y Mediterráneo, produciendo un aumento de la capacidad del sistema de transportes existente.

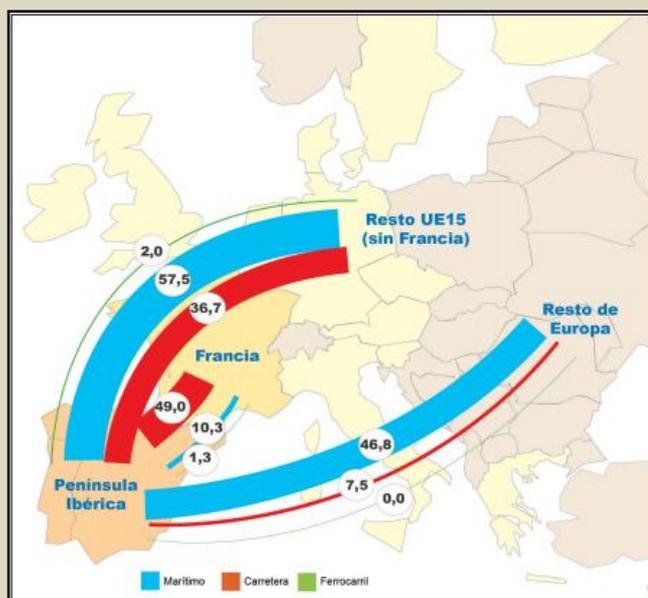
Este aumento influiría muy positivamente en el desarrollo interregional hispano-francés, revitalizando zonas como Aragón y el sur francés, a su vez, conectaría con el sur español a través de la línea de alta velocidad y ancho europeo (UIC) Sevilla/Málaga-Madrid-Barcelona.

A este respecto es necesario destacar que Francia ha dado siempre una especial importancia al ferrocarril y posee en la actualidad una extensa red de alta velocidad. Se encuentra conectada en alta velocidad con Reino Unido, Bélgica, Suiza e Italia, no existiendo esas conexiones con la Península Ibérica.

En cuanto a la importancia del transporte de mercancías, según el Ministerio de Fomento, el transporte de mercancías en España es un sector económico de una enorme y creciente importancia estratégica para la industria y el comercio. Sin embargo, a menudo se desconoce el valor de su aportación a la mejora y al equilibrio de la economía española.

El transporte puede servir como instrumento estratégico especialmente si se quiere evitar el predominio de un modelo económico turístico intensivo en España. (Ministerio de Fomento n.d.)

Cuadro 1.2. Distribución del flujo de mercancías en 2011 entre la Península Ibérica y Europa (en millones de toneladas) por modo de transporte para los 3 perímetros (Francia, resto de la UE15 sin Francia, resto de Europa)



Intercambios a través de los Pirineos (en millones de toneladas/año, 2011)

Modo de transporte	Francia	Resto de la UE15 (menos Francia)	Resto de Europa			Total
			Países ingresados en 2004	Países ingresados en 2007	Otros países*	
Carretera	49,0	36,7	5,1	0,6	1,7	93,1
Ferrocarril	1,3	2,0				3,3
Via Marítima	10,3	57,5	5,8	3,4	37,6	114,6
Total	60,6	96,2	11,0	4,0	39,3	211,1

* Otros países: los países candidatos en 2011 (Croacia, Macedonia, Turquía) y Suiza, Noruega, Albania, Montenegro, Bosnia-Herzegovina, Serbia, Moldavia, Ucrania, Bielorrusia, Rusia, Georgia, Armenia, Azerbaiyán, Islandia.

Fuente: (Observatorio hispano-francés de Tráfico en los Pirineos 2013)

Por otro lado, se debe señalar la importancia del transporte ferroviario. En primer lugar es importante hacer mención a los aspectos positivos del transporte ferroviario en comparativa con el transporte por carretera ya que este último es el que actualmente cobra mayor importancia en el tráfico de mercancías a través de los Pirineos. El principal problema del transporte por carretera es de tipo medioambiental y se manifiesta mayoritariamente en dos tipos de efectos negativos: Consumo de combustible y energía y contaminación atmosférica. (FETCM-UGT, 2010)

El ferrocarril, en España, tiene una utilización escasa para el tráfico de mercancías; pero su problema es de oferta, no de demanda. El primer objetivo debe ser la conexión ferroviaria con Europa. (Ministerio de Fomento n.d.)

No se debe olvidar la importancia de los túneles, estos se definen como un medio de comunicación artificial entre dos puntos separados por un suelo o roca. (Lorenzo Salgueiro n.d.)

Cuadro 1.3. Túnel de San Gotardo (Suiza).



Fuente: (FCC Construcción 2008)

La principal razón de desarrollo de un túnel es la orografía del terreno. En el caso de los Pirineos nos encontramos con una cadena montañosa con desniveles de más de 1.500 metros de altitud de ahí la necesidad de construcción de un túnel. (Gobierno de Aragón n.d.) En España ya hay dos ejemplos de construcción de grandes túneles: Guadarrama con 28 kilómetros y Pajares con 25 km.

Por último y centrándonos en el análisis en sí mismo, es necesario indicar que el principal objetivo de esta investigación no es otro que la aplicación del ACB a un proyecto de infraestructura denominado como Travesía Central Transpirenaica (en adelante TCP).

Dicha travesía forma parte del 16º proyecto prioritario de las redes transeuropeas de transporte, que es un corredor de transporte ferroviario que uniría los puertos de Sines (Portugal) y Algeciras (España) con París (Francia), pasando por Madrid y los Pirineos mediante dicha TCP. La TCP se considera uno de los más importantes tramos del corredor.

Cuadro 1.4. Localización túnel transpirenaico.



Fuente: (Gobierno de Aragón n.d.)

La Travesía Central Transpirenaica atravesaría 42 kilómetros mediante un túnel de baja cota en la zona del Pirineo central uniendo la vertiente española y francesa. Se convertiría en uno de los túneles más largos del mundo de una lista encabezada por el túnel suizo de San Gotardo (57 kilómetros). (Mora 2010) La TCP facilitaría una nueva vía de transporte mediante el ferrocarril otorgando prioridad a las mercancías. Además este proyecto contribuiría a reducir los futuros problemas de densidad de tráfico y congestión, que generalmente se prevén en los pasos orientales y occidentales por carretera que atraviesan la cadena montañosa pirenaica. (Val Blasco, Sainz González & Chocarro Collados 2012)

En este trabajo se tratará de lograr una aproximación a un ACB de una infraestructura de gran importancia como es la TCP, para ello en primer lugar se hará referencia a la metodología a seguir, para a continuación detallar la información analítica de determinación tanto de costes como de beneficios. En tercer lugar se llevará a cabo el análisis empírico, es decir, el cálculo de costes y beneficios. Por último se hará referencia a algunas posibles conclusiones de este estudio.

2. METODOLOGÍA.

El Análisis Coste Beneficio compara beneficios sociales con costes sociales, entendiendo el beneficio como el conjunto de efectos socialmente deseables que se derivan del proyecto y que no necesariamente se traducen en ingresos. Por tanto este análisis busca el resultado social neto del proyecto que proviene de restar los costes sociales de los beneficios sociales.

La importancia de realizar ACB es que, según señalan Little y Mirrlees (1990), los beneficios de este tipo de análisis son inmensamente mayores que sus costes, argumentando que el rechazar y aceptar proyectos de inversión en infraestructuras para el futuro, produce beneficios sociales que convierten en ridículos los costes de aplicar el conjunto de procedimientos de ACB bien establecidos.

Según Ginés de Rus (2004), la evaluación económica de proyectos de inversión y políticas públicas se ha de ajustar a las especificidades de la actividad que se analiza, así como a la naturaleza de la actuación que se somete a estudio, pese a ello, hay algunas etapas que deben seguirse con independencia de los detalles concretos de la actuación que se evalúa. Son las siguientes:

Valoración de las distintas alternativas.

Antes de evaluar un proyecto, hay que analizar las distintas alternativas disponibles para conseguir el fin propuesto puesto que analizar un proyecto de manera aislada puede inducir a errores importantes ya que ignorar la existencia de vías más eficientes para conseguir el mismo objetivo es perder la posibilidad de obtener mejores resultados. No basta con que un proyecto arroje un resultado social positivo sino que los beneficios deben ser superiores que los que se obtienen con la mejor alternativa disponible para conseguir los objetivos del proyecto.

Identificación de los beneficios y costes.

Una vez que el proyecto está definido y delimitado, hay que identificar los costes y beneficios derivados de su ejecución con efectos tanto directos sobre el mercado que se ve afectado, como indirectos sobre otros mercados.

Cuantificación de los beneficios y costes.

Los beneficios de los proyectos de inversión suelen medirse por la disposición a pagar de los individuos afectados pudiendo medirse mediante las funciones de demanda de mercado las cuales permiten una medición monetaria del cambio en la utilidad que se deriva de la ejecución del proyecto.

En cuanto a los costes de los proyectos, señalar que pueden clasificarse como: costes de construcción, mantenimiento, mano de obra, bienes de equipo y energía entre otros y resultan de la utilización de diferentes *inputs* valorados a sus respectivos precios. Desde el punto de vista económico, el coste de utilización de los *inputs* es el beneficio social perdido en la mejor alternativa posible a la que se ha renunciado para poder ejecutar el proyecto. Dichos *inputs* requieren una valoración correcta estimando el número de unidades necesarias para el proyecto y la utilización de precios que reflejen el coste de oportunidad del recurso. Estos precios a veces serán una buena aproximación a los precios de mercado y en otras ocasiones habrá que corregir los precios de mercado para obtener los denominados *precios sombra*.

Agregación de los beneficios y costes.

La prolongación en el tiempo de los proyectos hace que sea necesario agregar tanto los beneficios como los costes que se han ido produciendo a lo largo de la vida de dichos proyectos.

Para sumar una corriente de beneficios o costes hay que homogeneizarlos previamente, por tanto, esos beneficios y costes se actualizan para poder compararlos. La actualización se realiza usando una tasa de descuento mayor que cero, lo que reduce la importancia al flujo neto de beneficios en tanto en cuanto se aleje en el tiempo.

Normalmente, tanto los costes y beneficios como la tasa de descuento se contabilizan en términos reales. La inflación puede ignorarse si se prevé que afectará por igual a los distintos epígrafes.

Es necesario analizar también la importancia que concede la sociedad a costes y beneficios y lo que afectan estos al bienestar de los individuos, de tal manera, que se ponderarán en función de los criterios anteriormente señalados, previamente a su agregación.

Interpretación de los resultados y criterios de decisión.

La meta del analista que aplica el ACB es conseguir una cifra de que sintetice los flujos de beneficios y costes. Esta cifra es el valor actual neto (VAN) del proyecto en cuestión, y permite, si el resultado es considerable, aceptar o rechazar la propuesta.

Cuadro 2.1. Cálculo del VAN.

$$VAN_f = (B^0 - C) (1 + i)^{-t}$$

Donde:

B⁰ es el beneficio social.

C es el coste social.

t años de vida útil del proyecto.

i tipo de interés de mercado.

Fuente: Elaboración propia.

La obtención de una única cifra no es inmediata ya que existen impactos positivos o negativos de naturaleza cualitativa de difícil cuantificación.

Comparación del proyecto con alternativas relevantes.

En un ACB hay que evitar la comparación del proyecto que se evalúa con una alternativa irrelevante.

Lo que se debe hacer es un análisis *con* y *sin* el proyecto. *Sin* el proyecto (*caso base*) habrá una alternativa razonable de mínima intervención caracterizada por cambios derivados de la propia naturaleza de la instalación u obra de que se trate; mientras que *con* el proyecto se introducen todos los cambios que supone el mismo. De esta manera, la comparación arrojará resultados más realistas.

Rentabilidad económica y viabilidad financiera.

El ACB compara beneficios y costes sociales, lo que lo diferencia del análisis financiero, el cual sustituye los beneficios sociales por ingresos y los costes sociales por costes privados. Sin embargo, en ocasiones el analista no sólo informa de la rentabilidad económica, sino que también muestra el resultado financiero asociado o *viabilidad comercial* del proyecto.

Es posible que un proyecto público genere beneficios para la sociedad superiores a sus costes y al mismo tiempo refleje un resultado financiero negativo, en este caso, si se considera que los beneficios sociales contrarrestan las pérdidas del cálculo financiero, el proyecto se considerará viable.

Por último, el objetivo es, una vez dispuestos los instrumentos de análisis y la información necesaria, facilitar información relevante a los gobiernos y agencias públicas responsables para que estos decidan la aprobación o no del proyecto o política sujeta a evaluación.

3. DETERMINACIÓN DE COSTES Y BENEFICIOS. INFORMACIÓN ANALÍTICA.

En lo que sigue se va a enumerar y cuantificar, por separado, todas las cuestiones de viabilidad de este proyecto tanto en su ámbito técnico como en su ámbito económico según (Ministerio de Obras Públicas y Transportes; Department of Transportation 1991):

3.1. COSTES.

3.1.1. Costes de oportunidad de mano de obra.

El factor mano de obra requiere un tratamiento especial, ya que la situación de empleo previa de los trabajadores condiciona dicho coste de oportunidad:

- Si se trata de trabajadores activos empleados, su coste de oportunidad es igual a su precio de mercado bruto tras descontar las cargas sociales a cargo de las empresas contratantes de la mano de obra.
- Cuando se trata de trabajadores activos desempleados, su coste de oportunidad es igual a su precio de mercado bruto descontando los costes sociales a cargo de los empleadores y restando el IRPF que genera la renta de trabajo y el subsidio de desempleo percibido por los trabajadores, en el caso de que lo percibiesen.
- En el caso de trabajadores no activos, su coste de oportunidad es igual a su precio de mercado bruto minorando los costes sociales a cargo de la empresa correspondiente así como el IRPF generado por la renta de trabajo.

Para la determinación del Coste de oportunidad se siguen tres pasos:

- En primer lugar, se debe estimar el componente que supone la mano de obra a precios de mercado, en las partidas de la inversión.
- En un segundo paso, es necesario valorar las diferentes cargas sociales y fiscales que gravan la mano de obra en cada caso.
- Por último, establecer la distribución porcentual para la mano de obra de las tres categorías anteriormente identificadas.

Teniendo en cuenta los gravámenes específicos y las prestaciones impositivas y sociales que se deben utilizar en el tratamiento de la mano de obra, según los Presupuestos Generales del Estado y suponiendo que el proyecto no hace variar los precios en el mercado de trabajo y que este proyecto no contratará a trabajadores no activos, se pueden obtener los coeficientes que determinan los elementos sociales y fiscales en el tratamiento de la mano de obra.

Cuadro 3.1. Elementos sociales y fiscales en el tratamiento de la mano de obra.

Índice Provincial de Paro	% Precio de mercado
Hasta 5%	38
Desde 5% hasta 10%	45
Desde 10% hasta 15%	52
Más del 15%	59

Fuente: (Ministerio de Obras Públicas y Transportes;
Department of Transportation 1991)

3.1.2. Costes económicos de los terrenos.

El valor del suelo ha de incorporarse en la evaluación económica por el valor de compra (precios de mercado) en el año corriente, computándose un valor residual de igual cuantía y de signo contrario en el último año del periodo de evaluación del proyecto. (Ministerio de Obras Públicas y Transportes; Department of Transportation 1991)

3.1.3. Costes de explotación y mantenimiento.

Los costes de mantenimiento de la infraestructura ferroviaria suelen correr a cuenta del gestor de infraestructuras ferroviarias mientras que los costes de explotación suelen imputarse al operador ferroviario.

Dentro de los costes de explotación deben incluirse todos los costes variables que hacen posible el funcionamiento del servicio de transporte ferroviario. Entre ellos estarían:

- Costes de mantenimiento de material móvil:
 - Costes medios de las locomotoras.
 - Costes de los trenes completos.
- Costes de mantenimiento de infraestructuras:
 - Costes de mantenimiento de instalaciones fijas.

Todos estos costes se valorarán en términos de coste de oportunidad y deberán descontarse los impuestos que no traten de corregir externalidades de dichos costes.

3.1.4. Valor residual de los activos.

Todos los activos creados o adquiridos para el proyecto de inversión tienen una vida útil, que es el periodo durante el cual se considera que los mismos están en condiciones de prestar el servicio para el que fueron adquiridos.

Al término de su vida útil, los activos aún conservan un valor residual que se podrá materializar mediante su enajenación. Ese valor residual computa como un beneficio. (Ministerio de Obras Públicas y Transportes; Department of Transportation 1991)

Para el cálculo del valor residual es necesario considerar la vida útil del material móvil por un lado y para el conjunto de infraestructuras por otro lado. También se debe de determinar el método de depreciación.

Cuadro 3.2. Cálculo del Valor Residual.

$$VR_{PM} = VI_{PM} \times \left(\frac{1}{20} \right)^{\frac{PE}{VU}}$$

Con $PE \leq VU$

Donde:

VRPM: Valor Residual a Precios de Mercado;

VIPM: Valor Inicial a Precios de Mercado;

PE: Periodo de Evaluación, durante el cual el activo presta servicio;

VU: Vida Útil del activo.

* Cuando no existan criterios consistentes que determinen precios de mercado para el valor residual de los activos en el momento de ser dados de baja, se valorarán a coste de oportunidad y se establecerá, por aproximación, como el 10 por ciento del valor de las inversiones realizadas.

3.1.5. Impactos medioambientales.

En el momento de realizar el ACB no se puede olvidar el hecho de que los Pirineos constituyen uno de los parajes más bellos de toda Europa. Su diversidad de especies y hábitats que van desde los fluviales hasta los de alta montaña, podrían deteriorarse rápidamente, debido a los niveles de tráfico que estarían abocados a soportar. (López Babier 2004)

Se toma como referencia el (Estudio informativo de integración del ferrocarril en sant feliu de llobregat n.d.).

En primer lugar, en la fase de construcción se producen impactos ambientales como el ruido y las vibraciones ligadas tanto a la fase de construcción como a la de explotación, por el incremento del tráfico de vehículos pesados, maquinaria y posteriormente trenes, implica una alteración que implica un impacto, a pesar de ello, este coste de impacto acústico no se va a calcular ya que la obra no está próxima a núcleos urbanos.

En segundo lugar, las emisiones químicas también suponen un impacto ambiental procedentes de emisiones contaminantes (CO, NO_x, HC) y partículas de polvo consecuentes de la pulverización y abrasión de materiales del suelo. En cuanto a las emisiones producidas por la circulación de los trenes, no tienen lugar en el área de movimiento de los mismos puesto que éstos son propulsados eléctricamente y se trata de emisiones de carácter global. Las emisiones generadas por el paso del ferrocarril están asociadas a las emisiones del consumo de electricidad.

Los suelos, desde el punto de vista edafológico, son el resultado de un proceso de formación dinámicos, extremadamente lento y al mismo tiempo extremadamente sensible a las actuaciones humanas. Su importancia estriba en su papel como soporte de la vegetación, por lo que su destrucción supone una pérdida de elevado valor. Además se podrían contaminar las aguas subterráneas.

Por último, cabe señalar que podría producirse un impacto sobre el paisaje, pero al tratarse de un túnel consideramos que el impacto visual es mínimo y no se tendrá en cuenta en el estudio.

3.1.6. Otros costes.

En este capítulo se incluyen los costes que no están englobados en ninguno de los anteriores:

- Personal en estructura
- Personal en trenes
- Remuneración e incentivos de las agencias de viaje
- Reparación y conservación de instalaciones fijas
- Publicidad
- Propaganda
- Relaciones públicas
- Estudios y consultoría
- Mantenimiento de talleres
- Seguros
- Otros

3.2. BENEFICIOS.

3.2.1. Reducción de accidentes.

Uno de los beneficios que reporta el proyecto es la reducción del riesgo de accidentes asociada al descenso de las mercancías en las carreteras de los pasos fronterizos y en los ferrocarriles convencionales. Se supone un valor unitario para la elasticidad del número de accidentes respecto al tráfico y por lo tanto para calcular el coste social externo de los accidentes sólo se tiene en cuenta los costes no internalizados mediante las correspondientes pólizas. (Coto Millán & Inglada 2003)

3.2.2. Reducción de la congestión y ahorros de tiempo.

Otro tipo de beneficio es la congestión en las carreteras, ya que la construcción de la TCP supone una reducción en el volumen de tráfico de las carreteras afectadas, sobre todo por los pasos fronterizos de Irún y Port-Bou. Dicha reducción trae consigo un aumento de la velocidad y, por tanto, una disminución del tiempo de recorrido para los vehículos (turismos, camiones y autobuses) que permanecen en la carretera. (Sainz Gonzalez n.d.)

Se presupone que el tiempo de viaje es menor que en los otros modos de transporte ya existentes en el tráfico interpirenaico, tomando como referencia el tráfico rodado (camiones) y la red ferroviaria. Todo ello conduce a una disminución del coste generalizado del ferrocarril. (Ministerio de Obras Públicas y Transportes; Department of Transportation 1991)

Cuadro 3.3. Fotografía del paso fronterizo de Irún.



Fuente: (www.dondeviajar.net 2011)

3.2.3. Beneficios medioambientales.

A pesar de que este proyecto tenga efectos medioambientales negativos, los beneficios medioambientales del mismo tienen un gran peso. Como ya se ha señalado anteriormente, los principales beneficios medioambientales son:

- Consumo de combustible y energía: Basado casi en su totalidad en derivados del petróleo (gasolina y gasóleos) que son recursos naturales limitados.
- Contaminación atmosférica: La principal fuente de contaminación del sector del transporte por carretera deriva de las emisiones de CO₂, CO, COV, NO_x, así como de agentes contaminantes secundarios, tales como el Pb, O₃ y C₆H₆

Todo esto nos lleva a la conclusión de que el ferrocarril es el medio de transporte terrestre más sostenible. Desplazar una tonelada a lo largo de un kilómetro emite 120 gramos de CO₂ si se hace en camión, frente a los 23 gramos, casi 6 veces menos, que emitiría si se desplazase en ferrocarril. (Agencia Europea de Medio Ambiente 2004) Efectivamente, comparado con la carretera implica unas menores emisiones de gases contaminantes sin olvidar que ocupa menor espacio y es más seguro.

3.2.4. Reducción de costes en ferrocarril convencional.

Este tipo de ahorro en costes viene dado por la reducción de gastos que supone el transporte por el ferrocarril convencional al ponerse en marcha el proyecto TCP (combustible, repuestos, personal, etc.)

3.2.5. Reducción de costes en el camión.

En cuanto a esta reducción de costes, es de estructura similar a los anteriores, incluye todos los gastos asociados al transporte por medio de camiones.

3.2.6. Ahorro de conservación de la infraestructura.

Este apartado se refiere a la disminución de costes a consecuencia de la conservación de la carretera, incluyendo los elementos fundamentales de la misma: pavimento, rodadura (adherencia), señalización, puentes y túneles. Este ahorro está asociado al anterior capítulo ya que también viene dado del menor tráfico de camiones gracias al corredor TCP.

3.2.7. Otros beneficios.

En este capítulo vamos a señalar los beneficios asociados al retraso en la realización de las inversiones públicas motivado por el descenso del tráfico que soportan las infraestructuras de los modos alternativos a la TCP. Sin embargo, debido principalmente a la expansión de la oferta que se espera acaezca en los años de implantación del nuevo proyecto, existiría, un exceso de capacidad en los modos alternativos causante de que la magnitud de este efecto sea muy pequeña. (Val Blasco, Sainz González & Chocarro Collados 2012) Por lo tanto se ha optado por no incluirlo en la cuantificación realizada, suponiendo que forma parte del propio margen de error del trabajo.

4. CÁLCULO DE COSTES Y BENEFICIOS.

4.1. ESTIMACIÓN DE DEMANDA.

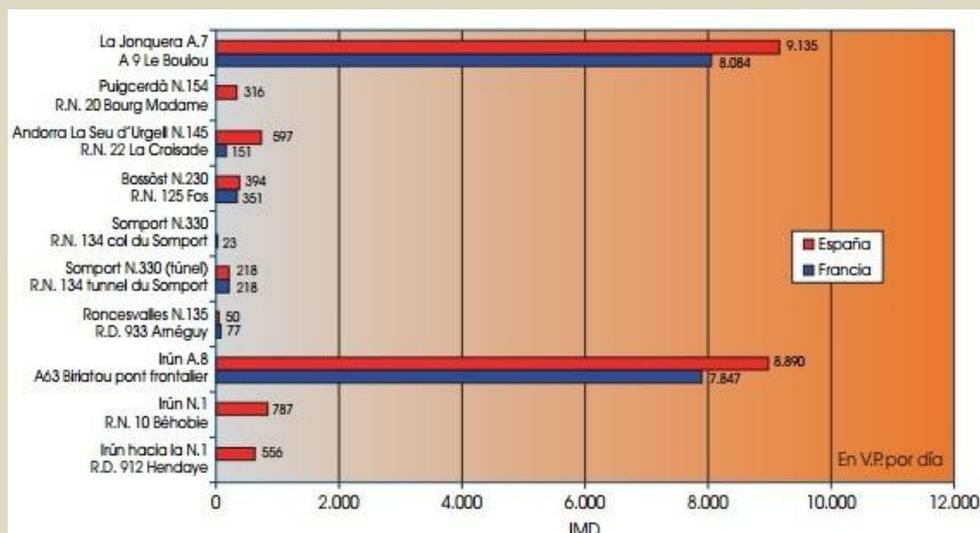
Supuestos para la estimación de la demanda de la Travesía Central Pirenaica (Val Blasco, Sainz González & Chocarro Collados 2012):

- Según la legislación vigente, el plazo máximo de otorgamiento de una concesión en España es de 60 años. Se puede estimar un plazo de construcción total de la TCP de 7 años, por lo que el periodo de explotación serían 53 años.
- Se empezaría a construir en 2017 (Dato base para la realización de cálculos)
- Según los datos que aporta el observatorio hispano-francés de los Pirineos, podemos obtener la mercancía que pasa por los Pirineos en ferrocarril, en 2009 fueron 2.600.000 toneladas. Como la SNCF (Société Nationale des Chemins de Fer Français) no notifica sus datos y el tráfico intermodal ferrocarril-carretera no está disponible en Eurostat, desde 2007 el OTP (Observatorio de Tráfico en los Pirineos) no puede presentar las toneladas de mercancías intermodales ferrocarril-carretera.
- Una vez construida la infraestructura, cuando se ponga en funcionamiento en 2024, se va a suponer un escenario moderado, en el que se asume que el 60% del transporte ferroviario a través de los Pirineos debería circular por la TCP. Según el “Estudio de Optimización de las Redes Ferroviarias del Sudoeste Europeo”, un nuevo paso transfronterizo acogería al 80% de esta demanda pero se entiende que tras la creación de la infraestructura ferroviaria del Mediterráneo, la cual es posterior a dicho estudio, la TCP no alcanzaría ese 80% y por ese motivo se considerará el 60%.
- Se tiene en cuenta la prospección realizada por los organismos europeos de transporte a través del libro Blanco (Comisión Europea 2011) que señala que el 30% del transporte de mercancías por carretera se deberían transferir a otros modos como el ferrocarril para 2030.
- Para la estimación de la demanda utilizamos un modelo de estimación gravitacional.

4.1.1. Modelo gravitacional de demanda.

Según las encuestas de tráfico de mercancías por carretera realizadas por TRANSIT en 2010, las cuales utilizan fuentes españolas y francesas, la mayoría del tráfico se concentra en los pasos de Irún/Biriatou y la Jonquera/Le Boulou. De acuerdo con esta fuente, el tráfico total por carretera que atraviesan los Pirineos es de 97,7 millones de toneladas al año (dato de 2009), cerca del 90% de esos tráficos pasa por la Jonquera/Le Boulou e Irún/Biriatou. El restante de carreteras da soporte a transportes de corto recorrido o de agitación entre regiones limítrofes. (Observatorio hispano-francés de Tráfico en los Pirineos 2013).

Cuadro 4.1. Tráfico de vehículos pesados en los puntos fronterizos.

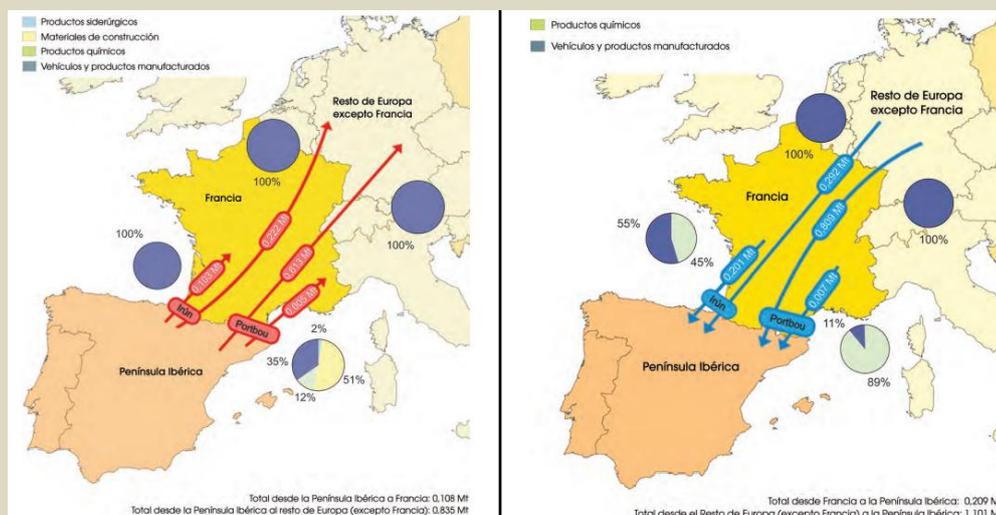


Fuentes: España: Mapa de Tráfico 2009, Ministerio de Fomento – Francia: ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, ASF, Conseil Général des Pyrénées Atlantique, des Hautes Pyrénées, de la Haute Garonne et des Pyrénées Orientales.

Con respecto al ferrocarril, desde la liberación del sector de transporte ferroviario de mercancías en 2007, el histórico operador francés SNCF, no informa de sus datos al OTP y por tanto, desde 2007 la fuente utilizada para la base de datos es rail_go de Eurostat. En cuanto al volumen de mercancías transportadas a través de este modo de transporte, fueron de 2,6 millones de toneladas (2009).

La distribución de las mercancías por sentido de la circulación se encuentra desequilibrado: el 36% hace el recorrido Sur-Norte (exportaciones de España) y el 64% realiza el recorrido inverso, Norte-Sur (importaciones de España). (Observatorio hispano-francés de Tráfico en los Pirineos 2013)

Cuadro 4.2. Intercambio y tránsito ferroviario.



Fuente: RENFE

En general, el transporte de mercancías que atraviesan los Pirineos es de largo recorrido y centrado en el comercio de mercancía general, el cual depende básicamente de la actividad económica de cada zona y de la distancia entre zonas. Esta dependencia se puede caracterizar a través de modelos gravitacionales sencillos que permiten predecir la movilidad futura, a partir de un cierto grado de agregación de las zonas consideradas.

Los modelos gravitacionales, por analogía con las Leyes de Newton sobre atracción de cuerpos, formulan que “el número de viajes entre un origen y un destino (i,j) es directamente proporcional al tamaño de sus poblaciones, pudiéndose emplear otras variables como PIB, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa”.

Siguiendo los modelos anteriores, podríamos estimar las tasas de crecimiento interanuales del número de toneladas que atraviesan los Pirineos si conocemos las tasas de crecimiento interanuales del PIB de un lado de los Pirineos (España y Portugal) y del PIB del otro lado de los Pirineos (Europa sin España ni Portugal).

Se puede determinar que la tasa de crecimiento interanual de las toneladas a través de los Pirineos, sumando la tasa de crecimiento interanual del PIB de origen (media ponderada del PIB de España y del PIB de Portugal), más la tasa de crecimiento interanual del PIB de destino (PIB de Europa sin España ni Portugal). (DAPENA, A. 2007)

Cuadro 4.3. Variación anual PIB origen y destino.

AÑOS	PIB España	PIB Portugal	PIB origen	PIB Destino
2001	3,65	2,02	3,24	1,75
2002	2,70	0,76	2,22	1,62
2003	3,10	-0,81	2,12	1,69
2004	3,26	1,52	2,83	3,06
2005	3,62	0,91	2,94	2,56
2006	3,89	1,37	3,26	3,64
2007	3,60	1,87	3,17	3,11
2008	0,90	-0,04	0,66	1,10
2009	-3,80	-3,00	-3,60	-4,19
2010	-0,70	0,40	-0,42	0,66
2011	0,90	0,90	0,90	1,89
2012	2,10	1,30	1,90	2,37
2013	3,00	1,30	2,58	2,60
2014	3,90	1,30	3,25	2,73
2015	4,00	1,80	3,45	2,58
2016	2,70	2,50	2,65	1,79
2017	1,50	2,00	1,63	1,43
2018	1,30	1,50	1,35	1,42
2019	2,20	2,30	2,23	1,91
2020	3,20	3,00	3,15	2,51

Fuente: Hasta 2014: INE. A partir de 2014: Elaboración propia.

Partiendo de los supuestos anteriores y teniendo en cuenta los datos de tráfico del OTP, se puede realizar una estimación de demanda desde 2008 hasta 2076, a partir de esta estimación y teniendo en cuenta las políticas europeas que afectan a este corredor (30% de la mercancía transportada por carretera debería ir por ferrocarril en 2030), se puede realizar una predicción de las mercancías que se transportarían a través de la TCP. Además, del tráfico intermodal carretera-ferrocarril, la TCP podría captar el 76%, a partir de 2024 y el tráfico generado puede calcularse como el 24% del transporte intermodal ferrocarril-carretera.

Por tanto, la demanda de la TCP, una vez construida, sería la suma del tráfico ferroviario total, más la demanda captada del tráfico intermodal.

4.2. CÁLCULO DEL COSTE MONETARIO.

En función del plazo considerado, los costes referentes a la TCP se pueden clasificar como fijos, semifijos y variables.

Los costes fijos son los correspondientes a la construcción de la infraestructura (en sentido amplio) y su mantenimiento (aunque en el largo plazo este tipo de costes evolucionan de forma similar y paralela a la demanda). Los semifijos corresponden a la adquisición del material móvil y finalmente, los variables son aquellos denominados comúnmente, de explotación, caracterizados por poseer una alta sensibilidad a la evolución de la demanda.

Se han suprimido de cada capítulo de costes, todos los impuestos, como es el caso del IVA.

Para la cuantificación de cada uno de dichos costes se ha realizado un análisis previo de los principales manuales referentes a inversiones en infraestructuras ferroviarias:

- “Corredor Norte – Noroeste de Alta Velocidad. Eje Ourense – Santiago”
- “Línea de Alta Velocidad León – Asturias. Variante de Pajares”
- “Línea de Alta Velocidad Vitoria – Bilbao – San Sebastián”
- “Línea de Alta Velocidad Madrid – Segovia – Valladolid. Túnel de Guadarrama”
- “Línea de Alta Velocidad Perpignan – Figueras. Túnel Pertús”
- “Línea de Alta Velocidad Zaragoza – Huesca”

4.2.1. Construcción de la infraestructura.

Los costes de la construcción de la TCP incluye tanto la estructura de la vía como la explanación, señalización, estaciones, catenaria, instalaciones de seguridad, incluso la parte proporcional correspondiente a la redacción de estudios, proyectos y direcciones de obra, etc. así como los terrenos a expropiar.

Siguiendo la metodología empleada podemos obtener unos costes unitarios por tipo de plataforma como los siguientes:

Cuadro 4.4. Tipo de plataforma y coste de ejecución.

Tipo de plataforma	Precio Ejecución Material (M€/km)2017
Vía doble a cielo abierto	7,03
Túneles cortos vía doble	21,53
Viaductos vía doble	17,23
Vía única a cielo abierto	3,58
Túneles cortos vía única	11,46
Viaductos vía única	10,04

Fuente: Elaboración propia

Es importante destacar el elevado coste que conllevará la construcción del túnel transpirenaico de baja cota. Para hacer una valoración ex-ante se puede emplear el promedio de costes de construcción de túneles similares como pueden ser el túnel de Guadarrama (29,1 millones €/km), el túnel de Pajares (42,7 millones €/km) y el túnel Pertús (32,9 millones €/km). Así, se adopta como precio unitario de construcción para el año 2017 de 51,66 millones de euros por km de túnel.

Cálculo

Para el cálculo de los costes de construcción de la TCP se van a estimar los costes de la construcción del túnel de baja cota más el resto de trazado desde Zuera (Zaragoza), total 154,7 km de trazado de zona de influencia asociada al túnel. Además de lo mencionado anteriormente, es importante destacar los denominados Puestos de Adelantamiento y Estacionamiento de Trenes (P.A.E.T.) y los Puestos Intermedios de Banalización (P.I.B.). De esta manera, siguiendo la misma metodología que hemos seguido para calcular los costes anteriores, podemos determinar que un P.A.E.T. cuesta 13,19 millones de euros de 2017 y un P.I.B. cuesta 3,94 millones de € de 2017. Partiendo de los estudios anteriores se puede determinar que para el trayecto TCP se necesitarían 2,5 P.A.E.T. y 3 P.I.B.

Cuadro 4.5. Coste de ejecución.

Concepto	Km	M€/Km	Total (M€). 2017
Vía doble a cielo abierto	90,462	7,03	635,94786
Vía única a cielo abierto		3,58	
Túneles cortos vía doble	18,88	21,53	406,4864
Túneles cortos vía única		11,46	
Túnel cota baja	41,8	51,66	2.159,388
Viaductos vía doble	3,57	17,23	61,5111
Viaductos vía única		10,04	
Puestos adelantamiento (P.A.E.T.)	2,5	13,19	32,975
Puestos de banalización (P.I.B.)	3	3,94	11,82
Total Presupuesto Ejecución Material			3.308,128
13% Gastos Generales			430,05668
6% Beneficio Industrial			198,48768
TOTAL			3.936,67236
16% IVA			629,8675776
Presupuesto Base de Licitación			4.566,539938
Expropiaciones			12,23149484
Patrimonio Artístico (1% sobre Presupuesto de Ejecución Material)			33,08128
Total inversión			4.611,852713

Fuente: Elaboración propia.

Se supone que le coste de construcción se divide de manera igualitaria entre los 7 años de duración de la obra.

4.2.2. Unidades de material móvil.

Se engloba como material móvil: material motor, locomotoras de gran potencia, material remolcado de diferente tipo (vagones-plataforma portacontenedores, vagones portacoques, vagones cisterna, vagones portabobinas, etc.)

Para el cálculo de los costes asociados al material móvil se han realizado una serie de supuestos.

El supuesto considerará que los trenes remolcan vagones-plataforma portacontenedores con capacidad de 70 toneladas de carga neta. Cada tren está formado por 20 vagones-plataforma y con una previsión de 10% de vagones en vacío.

El cálculo de las adquisiciones parte de la determinación de los siguientes campos:

- “Año explotación”: comprende los 53 años de explotación.
- “t/año” y “t/día”: toneladas a transportar.
- “Nº de vagones”: número de vagones necesarios.
- “Nº de trenes” número de trenes necesarios.
- “Vagones necesarios para explotación”: Por demanda (los calculados anteriormente). Por reserva y otros (se incrementa en un 10% tomando como cifra referente los vagones por demanda, para considerar reservas de material móvil, reparaciones, fin de vida útil, etc.)
- “Compra vagones”: compras necesarias por año para cubrir los vagones requeridos de acuerdo con el resultado del anterior campo.
- “Compra locomotoras”: adquisiciones necesarias de cabezas tractoras. Vida útil de 25 años para las mismas, al igual que el material para viajeros, el cual se considera que se renovarían una sola vez por motivos de fin de su vida útil.

Cálculo

El precio de los trenes que remolcan vagones-plataforma portacontenedores con capacidad de 70 toneladas de carga neta es de 172.229,69 €/ud en 2017.

El coste aproximado de una locomotora de línea de similares prestaciones a las que actualmente están en funcionamiento en otros trayectos, es de 4.433.695,245 € de 2017.

Para la puesta en funcionamiento de la TCP se requerirá únicamente comprar el 50% de la totalidad de locomotoras y vagones.

4.2.3. Mantenimiento de infraestructuras e instalaciones.

El mantenimiento de infraestructura e instalaciones, una vez construida la obra, se llevará a cabo durante los 60 años de concesión. Para la estimación de lo que costaría esta actividad se han considerado las siguientes partidas:

- Gastos de mantenimiento del material móvil.
- Gastos de mantenimiento de vía e instalaciones.

Para los operadores, los costes derivados de la energía consumida por el material móvil y los correspondientes a las estaciones están incluidos dentro del canon que debe pagar la empresa explotadora y por tanto estos gastos no se consideran. En cambio, sí que se consideran en la concesionaria que suministra a las operadoras.

Mantenimiento del material móvil

En la actualidad, en España, los contratos de alta velocidad llevan asignado el mantenimiento compartido al 50% con RENFE, prácticamente en todas las nuevas adjudicaciones.

Mantenimiento de los trenes de mercancías

En el caso de las composiciones de mercancías, los gastos de mantenimiento no son fácilmente evaluables puesto que dicho mantenimiento va ligado a diferentes contratos heterogéneos. Sin embargo, se puede estimar mediante el valor medio de los trenes por kilómetro recorrido. Se puede tomar un valor medio de 0,8169 €/tren por km en el año 2017.

Para el primer año, se necesitaría hacer el mantenimiento de 46 trenes para cubrir la demanda. Se emplea el supuesto de 150 circulaciones diarias, de 154,7 km cada una, el coste de mantenimiento del primer año sería de 869.938 €

Se cubre el mantenimiento de la totalidad de los trenes, aunque sólo se compren la mitad.

Mantenimiento de las infraestructuras

La información histórica de otros trayectos ferroviarios publicados por RENFE en sus informes anuales se ha analizado y ha servido para determinar el coste de mantenimiento de infraestructura del proyecto. En este apartado se tienen en cuenta tanto los costes de mantenimiento de los tramos de vía a cielo abierto como de los tramos en túnel.

El coste de mantenimiento de la infraestructura del tramo TCP, de 154,7 km, para el año 1 (2024) sería de $154,7 * 277.462$ €/km, lo que hace un total de 42.923.371 € anuales.

No se tendrá en cuenta el efecto a largo plazo que probablemente existirá por la débil sensibilidad de los costes de este capítulo respecto a los niveles de demanda, puesto que dicho efecto contrarrestaría con una probable tendencia descendente de los costes unitarios de mantenimiento.

4.2.4. Explotación.

Los costes de explotación se incluyen dentro de los costes de mantenimiento del material móvil.

4.2.5. Impactos medioambientales.

El cálculo de los impactos medioambientales se omite del apartado de costes ya que se supone que los beneficios medioambientales son superiores a los costes medioambientales y por tanto este cálculo se realizará en la parte de cálculo de beneficios.

4.2.6. Valor residual.

Para el cálculo del valor residual es necesario considerar la vida útil del material móvil por un lado, que se considerará de 25 años, con un ritmo de depreciación lineal durante dicho periodo. Por otro lado, para el conjunto de infraestructura, se estima una vida útil de 40 años, suponiendo una depreciación lineal. El valor residual sería aproximadamente el 10% del valor de las inversiones realizadas.

4.2.7. Otros.

En este apartado se tienen en cuenta los costes que no encajan en ninguno de los anteriores capítulos tales como:

- Personal en estructura
- Personal en trenes
- Remuneración e incentivos de las agencias de viaje
- Reparación y conservación de instalaciones fijas
- Publicidad
- Propaganda
- Relaciones públicas
- Estudios y consultoría
- Mantenimiento de talleres

- Seguros
- Otros

Según los Informes anuales de RENFE, estos gastos imputados en su “Unidad de Negocio de Alta Velocidad” han sido en los últimos años los que se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro 4.6. Costes de ejecución línea AVE.

Gastos año	M€
1999	51,4
2000	55,7
2001	59,9
2002	63,9

Fuente: Informes anuales RENFE

La propuesta consiste en actualizar el gasto incurrido en 2002 actualizándolo para el año base 2017. Según dicho criterio, el gasto derivado de las partidas anteriores se estima en 98,1 millones de €/año. Teniendo en cuenta que esta cifra corresponde a 474 km, en el caso del proyecto TCP serían 154,7 km, lo que implica 32,017 millones de €/año.

Estos costes serán asumidos conjuntamente por la concesionaria de la obra pública y por la sociedad operadora en partes iguales y se capitaliza al año 2017, lo cual supone 22,46 M€ a cada una.

4.3. CÁLCULO DEL BENEFICIO FINANCIERO.

4.3.1. Reducción de accidentes.

La creación de la TCP llevaría asociado un descenso de las mercancías en las carreteras de los pasos fronterizos con la correspondiente reducción del número de accidentes. De acuerdo con (Coto Millán & Inglada 2003) se ha supuesto un valor unitario para la elasticidad del número de accidentes respecto al tráfico y por lo tanto para calcular el coste social externo de los accidentes sólo hay que tener en cuenta los costes no internalizados mediante las correspondientes pólizas. De la misma manera se ha determinado el coste externo de los accidentes en el ferrocarril convencional. La suma de ambos costes es el beneficio asociado a la reducción de la accidentalidad.

El tráfico desviado de la carretera al ferrocarril representaría un beneficio ya que el coste de accidentes asociado al camión es netamente superior (4,77 céntimos de euro por tonelada-km) que el asociado al tren de mercancías (0,20 céntimos de euro por tonelada-km), la diferencia de costes multiplicada por las toneladas-km desviadas de la carretera al ferrocarril muestra el beneficio de la construcción de la TCP.

Cuadro 4.7. Costes de accidentes externos marginales por modo de transporte.

Céntimos de Euro de 2017 por viajero o tonelada-km	
Coche	4,12
Tren (viajeros)	0,22
Autobús	1,05
Avión	--
AVE	--
Camión	4,77
Tren (mercancías)	0,20

Fuente: Elaboración propia a partir de (Coto Millán & Inglada 2003)

4.3.2. Reducción de la congestión y de los tiempos de viaje.

Para la determinación de los ahorros de coste por reducción de la congestión se supone que con la construcción de la TCP se reduce el volumen de tráfico de las carreteras afectadas, sobre todo por los pasos fronterizos de Port-Bou e Irún y dicha reducción trae consigo un aumento de la velocidad y, por lo tanto, una disminución del tiempo recorrido para los vehículos (turismos, camiones y autobuses) que permanecen en la carretera.

La magnitud de este beneficio se puede valorar mediante el producto del ahorro de tiempo medio de los usuarios de la carretera por el valor del tiempo. También es necesario determinar la relación existente entre el volumen de tráfico y la velocidad.

De acuerdo con los valores de las intensidades de tráfico horarias se han agrupado las horas del año en intervalos de frecuencias para determinar la velocidad. A partir de las velocidades obtenidas para cada uno de los intervalos y mediante la aplicación de la media ponderada correspondiente, se ha obtenido la velocidad media anual para cada tramo seleccionado del corredor, utilizando el volumen de tráfico dado por su correspondiente estación de aforos. Mediante la agregación de los tramos se obtienen las reducciones de tiempos, tanto para vehículos ligeros como pesados.

Únicamente se considera este beneficio para el transporte por carretera, para una mayor operatividad, además, se considera que una vez alcanzada la capacidad de la carretera en ciertas horas, los usuarios cambian de hora en sus desplazamientos, utilizando los periodos inmediatos de tiempo, en los que el volumen de tráfico es menor que la capacidad.

Para el cálculo de los ahorros de congestión del primer año de explotación, se calculan las toneladas-km desviadas de la carretera y se multiplican por 2,88 céntimos de euro de 2017 por tonelada/km, lo que permite obtener el ahorro de congestión.

Cuadro 4.8. Costes externos marginales derivados de la congestión por modo de transporte.

Céntimos de Euro de 2017 por viajero o tonelada-km	
Coche	2,88
Tren (viajeros)	--
Autobús	0,50
Avión	--
AVE	--
Camión	2,88
Tren (mercancías)	--

Fuente: Elaboración propia a partir de (Coto Millán & Inglada 2003)

4.3.3. Beneficios medioambientales.

Este tipo de beneficios se deben diferenciar entre los efectos producidos durante la construcción de la infraestructura, de los producidos durante su utilización.

Los primeros comprenden esencialmente a la intrusión visual y ocupación del terreno, cuyo coste, especialmente en este último caso está incluida en el propio coste de implantación de la infraestructura, ya tenido en cuenta en los costes de inversión.

En el caso de los efectos producidos por la utilización de la infraestructura, sobresalen el ruido y la contaminación. Para calcular estos costes, los cuales incluyen todos los impactos ambientales detallados en el anterior capítulo, se utilizan los datos de la siguiente tabla:

Cuadro 4.9. Costes ambientales externos marginales por modo de transporte.

Céntimos de Euro de 2017 por viajero o tonelada-km	
Coche	2,55
Tren (viajeros)	0,80
Autobús	0,90
Avión	3,33
AVE	0,67
Camión	4,81
Tren (mercancías)	2,17

Fuente: Elaboración propia a partir de (Coto Millán & Inglada 2003)

El producto de la diferencia del coste ambiental unitario en cada modo de transporte y el del ferrocarril TCP por el número de toneladas/km desviadas a la TCP muestra una reducción del coste ambiental en cada modo de transporte. La suma de estos capítulos permite calcular el beneficio ambiental causado por la construcción de la TCP, frente a las alternativas existentes.

El beneficio ambiental será la diferencia entre el coste ambiental de las toneladas que se van a desviar de la carretera al ferrocarril TCP, el coste ambiental de estas mercancías desviadas si van por camión es de 4,81 céntimos de euro por tonelada-km, si se trasladan al ferrocarril el coste será 2,17 céntimos de € por tonelada-km. Existe un beneficio ambiental por el desvío de las mercancías de 2,64 céntimos de € por tonelada-km, menos el coste ambiental debido al tráfico generado por la propia infraestructura.

De esta manera, para el primer año de explotación se calculan las toneladas-km desviadas de la carretera y se multiplican por 2,64 céntimos de €, obteniendo un ahorro ambiental. Por otro lado, se conocen las toneladas-km generadas por la nueva infraestructura, si este valor se multiplica por 2,17 céntimos de € (coste ambiental del tren de mercancías) se obtiene en este caso un coste ambiental.

El beneficio ambiental será la suma de los beneficios del tráfico desviado de la carretera menos los costes del tráfico generado por la propia infraestructura.

4.3.4. Reducción de costes en ferrocarril convencional.

La situación intermodal producida por la construcción de la TCP, es especialmente pronunciada para el ferrocarril convencional, que se convierte prácticamente en un modo marginal en este corredor, dentro de su faceta de transporte de mercancías.

Para la determinación de la reducción de costes correspondiente se ha utilizado la estructura de coste de producción del tren diurno medio que es quien se ve afectado de forma más señalada, por la reducción de la oferta. Al desaparecer prácticamente la oferta en este corredor, es válido emplear para determinar el coste total, un ratio unitario de coste por tonelada-km, que se ha obtenido aplicando al valor medio nacional, un coeficiente que representa el diferencial de ocupación que existe en este corredor respecto a la media nacional.

Se ha estimado en 5,86 céntimos de € para el año 2017 por viajero-kilómetro precedente del tren convencional. Análogamente, observando las cuentas de la unidad de RENFE de mercancías que aparecen en los informes anuales, se ha determinado el coste de explotación o variable por tonelada kilómetro transportada (dividiendo todos los costes que varían con el tráfico por las toneladas km), este dato es 3,81 céntimos de € de 2017 por tonelada desviada del ferrocarril actual.

4.3.5. Reducción de costes en camiones.

La metodología empleada ha sido la misma. Para calcular dicho ahorro, se ha partido de la estructura de costes de un camión representativo, recogida en el observatorio de costes del transporte de mercancías por carretera del Ministerio de Fomento.

Teniendo en cuenta que la carga útil de un camión representativo es de 25 toneladas, el ahorro considerado es de 5,61 céntimos de euro de 2017 por tonelada-km procedente del camión.

Así, si se multiplican las toneladas que se desvían de la carretera el primer año de explotación por los 154,7 km de la infraestructura TCP, se obtienen las toneladas-km desviadas de la carretera a la TCP, este valor multiplicado por 5,61 céntimos de € (2017) por tonelada-km, permite obtener el beneficio de esta reducción de costes en el camión.

4.3.6. Ahorro de conservación de la infraestructura.

El valor monetario de 0,0213 € es considerado el coste externo de conservación de infraestructura por cada tonelada-km.

Así pues, derivado del menor “desgaste” de la carretera, este ahorro se calcula como el producto del número de toneladas desviadas de la carretera a la TCP por 2,13 céntimos de euro de 2017 por tonelada-km.

4.4. VALORACIÓN DEL PROYECTO TCP.

Para este proyecto, se considera en el escenario base un período de vida de 60 años desde el año 2017, o de puesta en funcionamiento de la inversión.

La tasa social de descuento empleada para el cálculo de los beneficios y costes ha sido del 5% y posteriormente se ha realizado un análisis de sensibilidad, empleando una tasa de descuento del 3% para adecuarse en mayor medida a los valores actuales del tipo de interés de referencia.

La ejecución de la inversión se estima en 7 años, iniciándose en 2017 y finalizando en 2023.

En cuanto a los precios, se adopta el supuesto de que son constantes del año 2017. En relación a los precios de bienes y servicios, se supone que estos varían durante la vida del proyecto de forma lineal a la inflación. De esta forma, los precios reales son constantes durante el período de vida del proyecto.

4.5. CÁLCULO DE LA RENTABILIDAD ECONÓMICA.

Cuadro 4.10. Beneficio total y VAN del proyecto.

VALORES ACTUALIZADOS DE BENEFICIOS Y COSTES (2017)		
	Tasa de descuento	
	5%	3%
Coste de la inversión	-3.363.769.812,86	-3.496.909.893,64
Coste de mantenimiento de la infraestructura	-592.345.183,74	-948.118.861,19
Coste de compra de vagones y locomotoras	-833.854.758,57	-1.231.340.052,59
Coste de mantenimiento del material móvil	-29.263.794,37	-51.558.773,72
Otros costes	-309.949.391,04	-496.110.834,91
COSTES TOTALES	-5.129.182.940,58	-6.224.038.416,05
Reducción de costes de camiones	2.607.282.955,18	4.593.673.335,84
Ahorros de congestión y tiempos en la carretera	1.338.498.201,59	2.358.249.413,05
Beneficio Ambiental	648.212.762,10	1.142.061.576,13
Beneficio de ahorro de accidentes	2.187.534.615,64	3.854.134.594,47
Ahorro de conservación de la infraestructura	989.930.961,59	1.744.121.961,74
Reducción de costes de tren convencional	1.854.238.355,21	3.266.912.505,11
BENEFICIO TOTAL	9.625.697.851,31	16.959.153.386,35
VAN TCP	4.496.514.910,74	10.735.114.970,30

Fuente: Elaboración propia a partir de (Coto Millán & Inglada 2003)

5. CONCLUSIONES.

Tras el estudio realizado, empleando la metodología ACB para determinar la rentabilidad de una infraestructura, como es el caso de la TCP, podemos concluir:

En cuanto a las cifras resultantes de costes, destaca sobre las demás, la partida de inversión tanto en infraestructura como en material móvil, debido al alto coste del proyecto. También resulta relevante el coste de mantenimiento el cual sobrepasa los 500 millones de euros en ambos escenarios (5% y 3% de tasa de descuento)

Entre los beneficios se deben destacar tanto la reducción de costes de camiones como el ahorro por disminución de accidentes. Dichas partidas de beneficios sociales son las principales responsables del resultado positivo del estudio, estos beneficios se asocian al la gran reducción de camiones transitando por las carreteras fronterizas.

Sin embargo, cabe señalar también los ahorros por reducción de la congestión en las carreteras, debido también a la caída del tráfico de camiones por los tramos transpirenaicos, y por disminución de los costes del ferrocarril convencional por la aparición de la TCP y el menor uso de los trenes ya existentes anteriormente a dicho proyecto. Estos ahorros suponen más del 30% de los beneficios sociales del análisis.

La comparación de los beneficios y costes del ACB de la construcción de la TCP muestra, un beneficio social neto positivo, aún teniendo en cuenta el elevado coste asociado a la construcción de la infraestructura, debido a la propia naturaleza de la misma.

Tras la finalización del análisis, es preciso considerar que este proyecto sería viable en términos socio-económicos, ya que el VAN resultante es claramente positivo y a partir de esta conclusión, pasaría a ser evaluado por gobiernos y agencias públicas para decidir su aprobación o la negativa a la misma.

Algunos de los motivos que evidencian la importancia de una infraestructura de este tipo es que, además de ser menos perjudicial para el medio ambiente, a las empresas les puede suponer ser más competitiva en precios y situarse en mercados a los cuales hasta el momento no era factible por los costes de transporte.

Hay varias propuestas en España sobre las infraestructuras ferroviarias prioritarias que serían necesarias para resolver el problema del tráfico de mercancías. Pero faltan un gran debate y un acuerdo para ejecutar las soluciones lo más rápidamente posible y, en primer lugar, para resolver la permeabilidad de los Pirineos.

6. BIBLIOGRAFÍA.

- Agencia Europea de Medio Ambiente 2004.
- Comisión Europea 2011, 'Libro blanco. Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte.', Bruselas.
- Coto Millán, PP & Inglada, V 2003, 'Market Failures: the Case for Road Congestion Externalities', in *Essays on Microeconomics and Industrial Organization*, Springer-Verlag-Heidelberg, Germany.
- datosmacro.com, *datosmacro.com*, viewed 2014.
- de Rus, G 2004, *Análisis Coste Beneficio*, Segunda edición edn, Ariel.
- Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza.
- DG Energy & Transport EU.
- 'Estudio informativo de integración del ferrocarril en sant feliu de llobregat'.
- 'Evaluación financiera y económica del nuevo acceso sur ferroviario al puerto de Barcelona'.
- FCC Construcción 2008, <http://comunicacion-fccco.fcc.es/>.
- FETCM-UGT, 2010, 'El Medio Ambiente en el Sector del Transporte por Carretera y Urbano'.
- Fondos estructurales FEDER, Fondo de Cohesión e ISPA 2003, *Guía del análisis costes-beneficios de los proyectos de inversión*.
- Fundación Transpirenaica 2008, 'Necesidades de Interconexión de las regiones del Sudoeste Europeo.'
- Gobierno de Aragón, 'Estudio informativo. Travesía Central Pirineo. Túnel de baja cota.'
- Iturrioz del Campo, J, *www.expansion.com*.
- Little & Mirrless 1990.
- López Babier, J 2004, 'Nuevo Ferrocarril Transpirenaico de ancho internacional y alta velocidad Documento Síntesis'.
- Lorenzo Salgueiro, G, 'Topografía de túneles'.
- Manual ACB de ferrocarriles*.
- Ministerio de Fomento, *fomento.gob.es*.
- Mora, M 2010, *elpais.com*.
- Observatorio hispano-francés de Tráfico en los Pirineos 2013, 'Suplemento al documento nº6', Ministerio de Fomento.
- RENFE 2006.
- Sainz Gonzalez, R, 'Evaluación económica de la construcción de la TCP'.

Sainz Gonzalez, R, 'Evaluación económica de la construcción de la TCP.'.

Terrasa, D 2011, *www.dondeviajar.net*.

Val Blasco, S, Sainz González, R & Chocarro Collados, D 2012, 'Impacto logístico y socioeconómico de la travesía central transpirenaica'.

Zaragoza Ramírez, A, *crp.pt*.