



Escola Tècnica Superior d'Enginyers
de Camins, Canals i Ports de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

PROJECTE O TESISINA D'ESPECIALITAT

Títol

**La perspectiva suiza en relación con las líneas de alta
velocidad**

Autor/a

Raúl Sanz Modrego

Tutor/a

Andrés López Pita

Departament

Infraestructura del Transporte y del Territorio

Intensificació

Transporte

Data

Enero 2012

Agradecimientos

Aprovechando la presentación y entrega de la tesina, quisiera mostrar mi agradecimiento al profesor y doctor Sr. Andrés López Pita por la ayuda prestada en cuanto a la dirección y estructuración de esta tesina, así como su soporte y guía durante mi estancia en la universidad Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) de Zúrich.

Auch möchte ich mich bei Prof. Ulrich Weidmann und Hermann Orth für ihre Hilfe und Unterstützung während meines Aufenthalts in Zürich bedanken.

RESUMEN

LA PERSPECTIVA SUIZA EN RELACIÓN CON LAS LÍNIAS DE ALTA VELOCIDAD

Autor: Raúl Sanz Modrego

Tutor: Andrés López Pita

Palabras clave: Alta velocidad, Política, Calidad, Transporte ferroviario convencional, Suiza.

La alta velocidad tuvo su inicio en el territorio japonés en la década de los sesenta. La primera línea fue construida en el país nipón entre las ciudades de Tokio y Osaka. Posteriormente en Europa, siguiendo el ejemplo japonés, se construyó la línea de alta velocidad París – Lyon, siendo todo un éxito, razón por la cual, otros países europeos como España, Italia o Alemania siguieron el mismo camino.

Suiza, en cambio, se diferenció por una política en la que la implantación de líneas de alta velocidad no fue prioritaria. Optó por modernizar el transporte ferroviario convencional, dotándolo de mayor rapidez, comodidad y frecuencia, aumentando de esta manera la calidad de este medio de transporte con proyectos como Bahn2000, FABI o STEP. En 2007, Suiza se abrió a la alta velocidad por primera vez mediante el proyecto NEAT, con la construcción de túneles, mejorando el enlace ferroviario en dirección Norte-Sur a través de los Alpes y reduciendo drásticamente el tiempo de viaje a través de esta cadena montañosa.

El acierto en la política ferroviaria suiza se fundamenta en sus características geográficas que imponen una inversión muy fuerte en la creación de cualquier nueva línea; en las reducidas distancias entre las ciudades más importantes, que condicionan los beneficios respecto el transporte ferroviario convencional y la calidad de las infraestructuras existentes, que ya disponen de una gran cuota de mercado y por tanto, el salto de calidad ofertado por la alta velocidad, no justificaría su implantación. Otro factor importante a tener en cuenta es que la configuración urbana suiza no se trata de ciudades de millones de habitantes como en el caso de otros países europeos, sino que los núcleos urbanos, exceptuando Zúrich con 353.000 habitantes aproximadamente, el resto de ciudades no supera los 180.000 habitantes, factor que condiciona la demanda y en consecuencia la rentabilidad.

Si considerásemos una red de alta velocidad suiza integrada dentro del marco europeo, se podría aventurar una mejora en las relaciones internacionales y una mayor competitividad del transporte ferroviario respecto al transporte aéreo, entre ciudades como Zúrich y Milán, Múnich o Frankfurt.

RESUM

LA PERSPECTIVA SUÏSSA EN RELACIÓ AMB LES LÍNIES D'ALTA VELOCIDAD

Autor: Raúl Sanz Modrego

Tutor: Andrés López Pita

Paraules clau: Alta velocitat, Política, Qualitat, Transport ferroviari convencional, Suïssa.

L'alta velocitat va tenir el seu inici en el territori japonès en la dècada dels seixanta. La primera línia va ser construïda al país nipó entre les ciutats de Tòquio i Osaka. Posteriorment a Europa, seguint l'exemple japonès, es va construir la línia d'alta velocitat París - Lió, sent tot un èxit, raó per la qual, altres països europeus com Espanya, Itàlia o Alemanya van seguir el mateix camí.

Suïssa, en canvi, es va diferenciar per una política en què la implantació de línies d'alta velocitat no va ser prioritària. Va optar per modernitzar el transport ferroviari convencional, dotant-lo de més rapidesa, comoditat i freqüència, augmentant d'aquesta manera la qualitat d'aquest mitjà de transport amb projectes com Bahn2000, FABI o STEP. El 2007, Suïssa es va obrir a l'alta velocitat per primera vegada mitjançant el projecte NEAT, amb la construcció de túnels, millorant l'enllaç ferroviari en direcció Nord-Sud a través dels Alps i reduint dràsticament el temps de viatge a través d'aquesta cadena muntanyosa.

L'encert en la política ferroviària suïssa es fonamenta en les seves característiques geogràfiques que imposen una inversió molt forta en la creació de qualsevol nova línia; en les reduïdes distàncies entre les ciutats més importants, que condicionen els beneficis respecte el transport ferroviari convencional i la qualitat de les infraestructures existents, que ja disposen d'una gran quota de mercat i per tant, el salt de qualitat ofert per l'alta velocitat, no justificaria la seva implantació. Un altre factor important a tenir en compte és que la configuració urbana suïssa no es tracta de ciutats de milions d'habitants com en el cas d'altres països europeus, sinó que els nuclis urbans, exceptuant Zuric amb 353.000 habitants aproximadament, la resta de ciutats no supera els 180.000 habitants, factor que condiciona la demanda i en conseqüència la rendibilitat.

Si consideréssim una xarxa d'alta velocitat suïssa integrada dins el marc europeu, es podria aventurar una millora en les relacions internacionals i una major competitivitat del transport ferroviari respecte el transport aeri, entre ciutats com Zuric i Milà, Munic o Frankfurt.

ABSTRACT

SWISS PERSPECTIVE REGARDING HIGH-SPEED LINES

Author: Raúl Sanz Modrego
Supervisor: Andrés López Pita

Key words: High Speed, Politics, Quality, Conventional rail transport, Switzerland.

High speed rail began in the territory of Japan in the sixties. The first line was built in the country between Tokyo and Osaka. Later in Europe, following the Japanese example, the high speed line Paris – Lyon was built, being a success, why, other European countries like Spain, Italy and Germany followed suit.

High-speed had its beginning in the Japanese territory in the 1960s. The first line was built in the country among Japanese cities of Tokyo and Osaka. Later in Europe, following the Japanese example, it was built the high speed line Paris - Lyon, being a success, for which reason, other European countries such as Spain, Italy or Germany followed the same road.

Switzerland, on the other hand, differed by a policy that introduction of high-speed lines was not a priority. They chose to modernize the conventional rail transport, endowing it with greater speed, comfort and frequency, thereby increasing the quality of this transport with projects such as Bahn2000, FABI or STEP. In 2007, Switzerland opened high-speed for the first time with the NEAT project, with the construction of tunnels, improving the rail link north-south direction through the Alps and drastically reducing the travel time through the mountain chain.

The success in Swiss railway policy is based on its geographical features which impose a heavy investment in the creation of any new line; the small distances between major cities, which determine the benefits over conventional rail transport and the quality of existing infrastructure, which already have a large market share and therefore the jump in quality offered by high speed, would not justify its implementation. Another important factor to consider is that Swiss urban configuration is not a matter of cities of millions of inhabitants as in the case of other European countries. Urban centers, except Zurich with 353,000 inhabitants approximately, do not have more than 180,000 inhabitants, factor that influences demand and consequently profitability.

If we consider a Swiss high-speed network integrated within the European framework, one could venture an improvement in international relations and greater competitiveness

of rail compared to air transport between cities such as Zurich and Milan, Munich or Frankfurt.

Índice

1. Introducción y objetivos	1
2. La alta velocidad en el ferrocarril.....	3
2.1. Definición general de Alta Velocidad	3
2.2. La red ferroviaria en Europa.....	3
3. La política de alta velocidad en los principales países europeos.....	6
3.1. Francia	6
3.1.1. Red ferroviaria actual	6
3.1.2. Futura red ferroviaria de alta velocidad.....	7
3.2. Alemania.....	9
3.2.1. Red ferroviaria actual	9
3.2.2. Futura red ferroviaria de alta velocidad.....	11
3.3. Italia.....	11
3.3.1. Red ferroviaria actual	11
3.3.2. Futura red ferroviaria de alta velocidad.....	12
3.4. España.....	13
3.4.1. Red ferroviaria actual	13
3.4.2. Futura red ferroviaria de alta velocidad.....	15
3.4.3. Corredor Mediterráneo	16
4. La política de transportes por ferrocarril en Suiza	19
4.1. Información general de Suiza	19
4.2. Infraestructuras suizas	21
4.3. Infraestructuras ferroviarias suizas	22
4.4. Política del Gobierno Suizo.....	24
4.4.1. Proyecto Bahn 2000	24
4.4.2. Proyecto NEAT	33
4.4.3. Ley para la conexión a la red de alta velocidad ferroviaria europea.....	36
4.4.4. Futuro desarrollo de las infraestructuras ferroviarias ZEB	38
4.4.5. Proyecto FABI y proyecto STEP (Bahn 2030)	40
4.4.6. Suiza con el transporte sostenible.....	41
4.5. Análisis comparado de la política europea suiza y la política suiza.....	42

5. Reflexión personal sobre lo acertado o no de la política suiza.....	45
5.1. Proyecto propio de la alta velocidad.....	45
5.1.1. Distancias de la red de alta velocidad propuesta.....	48
5.1.2. Coste de la red ferroviaria propuesta.....	48
5.1.3. Reducción de tiempos entre trayectos.....	50
5.2. Características del transporte ferroviario suizo.....	52
5.2.1. Número de viajes.....	52
5.2.2. Distribución modal.....	54
5.2.3. Puntualidad.....	56
5.3. Criterios para la construcción de alta velocidad.....	58
5.3.1. Comparación de la densidad con otros países europeos.....	58
5.3.2. Ubicación de los principales centros de población.....	60
5.3.3. Demanda y capacidad.....	61
5.3.4. Distancia competitiva de la alta velocidad.....	63
5.3.5. Inversión por minuto ganado.....	65
6. Suiza en el marco de la red europea de alta velocidad.....	67
6.1. Principales corredores europeos.....	67
6.2. Importancia de la alta velocidad en las relaciones internacionales.....	69
6.2.1. Conexión entre las diferentes ciudades de estudio con Zúrich.....	69
6.2.2. Situación en las relaciones internacionales antes de la posible implementación de la alta velocidad en Suiza.....	72
6.2.3. Situación en las relaciones internacionales después de la posible implementación de alta velocidad en Suiza.....	74
6.2.4. Tiempo percibido.....	76
6.2.5. Coste generalizado.....	77
7. Conclusiones.....	79
8. Bibliografía.....	82

Índice de gráficos

Gráfico 2-1. <i>Porcentaje de líneas de alta velocidad en Europa según países. Elaboración propia según datos de (UIC High Speed Department, 2011)</i>	4
Gráfico 4-1. <i>Porcentaje de km. de vías ferroviarias según tren cremallera o trenes circulando por ancho de vía internacional o ancho de vía hasta 1000mm. Elaboración propia según datos de (www.bfs.admin.ch)</i>	23
Gráfico 5-1. <i>Viajes de pasajeros en Suiza en miles. Elaboración propia según datos de (www.bfs.admin.ch)</i>	52
Gráfico 5-2. <i>Viajes de otros países hacia Suiza y de Suiza hacia otros países. Elaboración propia según datos de (www.bfs.admin.ch)</i>	53
Gráfico 5-3. <i>Número de vehículos y progresión en los últimos años. Fuente: (Statistik)</i>	54
Gráfico 5-4. <i>Distribución modal suiza en distancia recorrida. Fuente: (www.bfs.admin.ch)</i>	54
Gráfico 5-5. <i>Distribución modal según el propósito del viaje. Fuente: (Office, 2011)</i> . ..	55
Gráfico 5-6. <i>Distribución modal según el lugar. Fuente: (Office, 2011)</i>	55
Gráfico 5-7. <i>Cuota de mercado en ferrocarril entre las ciudades suizas más importantes. Elaboración propia según datos de (ITV, 2011)</i>	56
Gráfico 5-8. <i>Porcentaje de viajes con retrasos inferiores a 5 minutos. Elaboración propia según datos de (www.bfs.admin.ch)</i>	57
Gráfico 5-9. <i>Puntualidad de los trenes convencionales suizos respecto a la alta velocidad de otros países. Elaboración propia según datos de (Renfe, 2010)</i>	57
Gráfico 5-10. <i>Comparación de las densidades de población de diferentes países y de las 5 ciudades más grandes. Elaboración propia</i>	59
Gráfico 5-11. <i>Población de diferentes ciudades europeas con alta velocidad y de Zúrich y Ginebra. Elaboración propia</i>	60
Gráfico 5-12. <i>Ventaja competitiva de la alta velocidad. Fuente: (Gleave, 2004)</i>	64

Índice de ilustraciones

Ilustración 2-1. <i>Red europea de alta velocidad. Año 2011. Fuente: (www.wikipedia.org)</i>	5
Ilustración 3-1. <i>Red francesa de alta velocidad. Año 2011. Fuente: (www.wikipedia.org)</i>	9
Ilustración 3-2. <i>Red alemana de alta velocidad. Año 2011. Fuente: (www.bahn.de) ...</i>	10
Ilustración 3-3. <i>Red italiana de alta velocidad. Fuente: (www.trenitalia.com)</i>	13
Ilustración 3-4. <i>Red española de alta velocidad (Febrero 2008). Fuente: (www.fomento.es)</i>	16
Ilustración 3-5. <i>Mapa del corredor mediterráneo. Fuente: (www.fomento.es)</i>	18
Ilustración 4-1. <i>Mapa geográfico de la distribución de idiomas en Suiza. Fuente: (www.bfs.admin.ch)</i>	19
Ilustración 4-2. <i>Mapa de la red de carreteras y autopistas de Suiza. Fuente: (Giovanni Danielli, 2007).....</i>	22
Ilustración 4-3. <i>Mapa de la red ferroviaria suiza. Fuente: (SBB).....</i>	23
Ilustración 4-4. <i>Llegada y salida de trenes de larga distancia a la estación de Zúrich HB. Fuente: (It10Rail).....</i>	25
Ilustración 4-5. <i>Planificación de trenes hasta 1996. Fuente: (SBB)</i>	25
Ilustración 4-6. <i>Incorporación de trenes adicionales de larga distancia debido a problemas de capacidad. Fuente: (SBB)</i>	26
Ilustración 4-7. <i>Nueva planificación para aprovechar al máximo el uso de las vías. Fuente: (SBB).</i>	26
Ilustración 4-8. <i>Mapa del proyecto del nuevo eje transversal. Fuente: (Christian Kräuchi, 2004).....</i>	27
Ilustración 4-9. <i>Implementación de la primera etapa del proyecto Bahn 2000. Fuente: (Christian Kräuchi, 2004).</i>	30
Ilustración 4-10. <i>Esquema del proyecto NEAT. Fuente: (Verkehr)</i>	34
Ilustración 4-11. <i>Eje de San Gotardo. Fuente: (Löw, 2006).....</i>	34
Ilustración 4-12. <i>Esquema del trayecto Basilea-Milán con los túneles del proyecto NEAT. Fuente: (AG)</i>	35
Ilustración 4-13. <i>Investición y trayectos para la conexión con la red de alta velocidad europea. Fuente: (SBB)</i>	38
Ilustración 4-14. <i>Sistema ferroviario suizo y de nodos en el año 2030. Fuente: (Christian Kräuchi, 2004).....</i>	41
Ilustración 5-1. <i>Mapa que muestra el uso de la red ferroviaria en cuanto al número de pasajeros. Fuente: (www.bfs.admin.ch).</i>	46
Ilustración 5-2. <i>Mapa que muestra el uso de la red de carreteras suiza. Fuente: (www.bfs.admin.ch).</i>	46
Ilustración 5-3. <i>Mapa de la posible red de alta velocidad suiza. Elaboración propia. .</i>	47

Ilustración 5-4. <i>Coste medio por kilómetro de líneas de alta velocidad. Fuente: (Coucher, 2009)</i>	49
Ilustración 5-5. <i>Dificultades geométricas de las líneas de ferrocarril en algunos países europeos. Fuente: (Plan de transporte ferroviario)</i>	50
Ilustración 5-6. <i>Densidad de población en Suiza. Fuente: (www.bfs.admin.ch)</i>	58
Ilustración 5-7. <i>Incremento de asientos en diferentes trayectos por el proyecto 2030. Fuente: (www.bfs.admin.ch)</i>	63
Ilustración 6-1. <i>Mapa de la red de alta velocidad europea. Fuente: (www.johomaps.com)</i>	67
Ilustración 6-2. <i>Distancias entre Zúrich y las ciudades de estudio. Elaboración propia.</i>	73
Ilustración 6-3. <i>Tiempo de viaje en avión incluyendo embarque y check –in. Elaboración propia.</i>	73
Ilustración 6-4. <i>Tiempo de viaje en ferrocarril entre Zúrich y las ciudades de estudio en la actualidad. Elaboración propia.</i>	74

Índice de tablas

Tabla 2-1. <i>Líneas de alta velocidad en los diferentes países europeos. Elaboración propia según datos de (UIC High Speed Department, 2011).</i>	4
Tabla 2-2. <i>Líneas en construcción y planificadas en los diferentes países europeos. Elaboración propia según datos de (UIC High Speed Department, 2011).</i>	5
Tabla 4-1. <i>Cantones de Suiza ordenados según población. Fuente: (www.wikipedia.org)</i>	20
Tabla 4-2. <i>Intervenciones realizadas por el proyecto Bahn 2000. Fuente: (SBB)</i>	33
Tabla 4-3. <i>Intervenciones realizadas por el proyecto NEAT. Fuente: (SBB)</i>	36
Tabla 4-4. <i>Paquete de medidas para la conexión ferroviaria suiza a la alta velocidad europea. Fuente: (SBB)</i>	37
Tabla 4-5. <i>Intervenciones que se van a realizar en el proyecto ZEB. Fuente: (FinöV)</i> 39	
Tabla 4-6. <i>Proyectos planeados en el proyecto FABI. Fuente: (www.bfs.admin.ch)</i>	40
Tabla 5-1. <i>Distancia entre ciudades del eje Este – Oeste.</i>	48
Tabla 5-2. <i>Distancia entre ciudades del eje Norte – Sur</i>	48
Tabla 5-3. <i>Comparación de tiempos de viajes entre los distintos modos de transporte. Elaboración propia.</i>	51
Tabla 5-4. <i>Número de vehículos en las diferentes categorías en 2010. Fuente: (Statistik)</i>	53
Tabla 5-5. <i>Distancia entre las principales ciudades suizas. Elaboración propia</i>	65
Tabla 5-6. <i>Comparativa de las líneas Madrid-Sevilla y Zúrich-Ginebra. Elaboración propia.</i>	66
Tabla 6-1. <i>Características de la conexión Zúrich – Barcelona</i>	70
Tabla 6-2. <i>Características de la conexión Zúrich – Bruselas</i>	70
Tabla 6-3. <i>Características de la conexión Zúrich – Frankfurt</i>	70
Tabla 6-4. <i>Características de la conexión Zúrich – Milán</i>	71
Tabla 6-5. <i>Características de la conexión Zúrich – Múnich</i>	71
Tabla 6-6. <i>Características de la conexión Zúrich – París</i>	71
Tabla 6-7. <i>Comparación tiempos de viaje actualmente y con alta velocidad en Suiza. Elaboración propia.</i>	75
Tabla 6-8. <i>Comparación del tiempo centro-centro en avión y ferrocarril entre las ciudades de estudio</i>	75
Tabla 6-9. <i>Comparación del tiempo centro-centro en avión y ferrocarril entre las ciudades de estudio reduciendo el tiempo de viaje percibido un 25%</i>	76
Tabla 6-10. <i>Comparación del tiempo centro-centro en avión y ferrocarril entre las ciudades de estudio reduciendo el tiempo de viaje percibido un 50%</i>	76
Tabla 6-11. <i>Coste en euros del tiempo centro – centro en avión y con alta velocidad en Suiza. Elaboración propia.</i>	78
Tabla 6-12. <i>Coste en euros del viaje en avión y con alta velocidad desde Zúrich a las ciudades de estudio. Elaboración propia.</i>	78

Tabla 6-13. <i>Coste generalizado ente Zúrich y las ciudades de estudio mediante avión y con alta velocidad en Suiza. Elaboración propia.</i>	78
---	----

1. Introducción y objetivos

El tren de alta velocidad está emergiendo en Europa en las últimas décadas como un medio de transporte cada vez más popular y eficiente. Desde la construcción de las primeras líneas de alta velocidad en Europa entre París y Lyon han pasado ya 30 años. Desde entonces, varios países han construido extensas redes de alta velocidad y existen varios pasos fronterizos de alta velocidad. Los operadores ferroviarios ofrecen en la actualidad servicios internacionales y las líneas ferroviarias están adaptándose a las normas internacionales para la emergente red ferroviaria transeuropea de alta velocidad.

Suiza es un país conocido mundialmente por la precisión y puntualidad de sus ferrocarriles, y eso, a pesar de un relieve desfavorable, marcado por las montañas y las quebradas. Por la importante situación geográfica de Suiza, la política de este país en torno al ferrocarril tiene gran trascendencia en otros países con un gran potencial en el marco europeo y mundial, como Alemania, Francia o Italia. El país helvético se abrió por primera vez a la alta velocidad en 2007 con la construcción del túnel de base Lötschberg, contando a partir de ese año con 35 kilómetros de líneas de alta velocidad ferroviaria en el país. Hoy en día, se están construyendo nuevos túneles, como el de San Gotardo, para atravesar el enclave montañoso de los Alpes y mejorar el transporte de mercancías en este punto.

El objetivo principal de la tesina es, como indica el nombre de la misma, analizar la política suiza respecto a la alta velocidad. Para ello, la tesina se ha dividido en dos partes. En la primera, se ha realizado un trabajo más bibliográfico intentando alcanzar los siguientes objetivos:

- Definir el sistema de Alta Velocidad y analizar la actual red de alta velocidad europea.
- Establecer un contexto histórico del desarrollo de la alta velocidad en los siguientes países europeos: Francia, Alemania, Italia y España. Caracterización en cuanto a la futura red ferroviaria de alta velocidad de estos países.
- Definir las políticas de transportes por ferrocarril de Suiza en las últimas décadas y sus futuras políticas en los siguientes años.
- Definir los objetivos de las políticas suizas y los efectos de los proyectos ferroviarios realizados.
- Comparar las diferentes políticas europeas con la política suiza en el transporte ferroviario.

En la segunda parte, se realizó un trabajo más de investigación y de cálculo, con el fin de alcanzar los siguientes objetivos:

- Proponer una posible red de alta velocidad para Suiza.
- Analizar la idoneidad de la política ferroviaria aplicada por el Gobierno Suizo, teniendo en cuenta varios indicadores para la introducción de la red de alta velocidad.
- Analizar el efecto que tendría la construcción de la alta velocidad para diversos países europeos en el marco de la Unión Europea.
- Calcular el coste generalizado entre Zúrich y diversas ciudades de estudio.

2. La alta velocidad en el ferrocarril

2.1. Definición general de Alta Velocidad

Se debe tener en cuenta que no hay una única definición específica para la Alta Velocidad ferroviaria. Un primer principio a considerar en la alta velocidad es que no se trata únicamente de la infraestructura que permite una gran capacidad y altas prestaciones en el sistema ferroviario, sino que hay que considerarlo como un sistema. Numerosos elementos conforman este complejo sistema: infraestructura, material rodante, gestión, estaciones, señalización de la línea... Todos ellos desarrollados al más alto nivel y teniéndolos en cuenta todos juntos como un sistema.

Según la definición de la Unión Europea definida en el marco de la Directiva 96/48, las líneas de alta velocidad se pueden considerar como:

- Líneas especialmente construidas para la alta velocidad, equipadas para velocidades generalmente iguales o superiores a 250 km/h.
- Líneas especialmente acondicionadas para la alta velocidad, equipadas generalmente para velocidades del orden de 200 km/h.
- Líneas especialmente acondicionadas para la gran velocidad, que por razones específicas de topografía, relieve o contexto urbano, sus velocidades se deben adaptar a cada caso.

2.2. La red ferroviaria en Europa

La evolución de las líneas de ferrocarril en Europa está sufriendo un constante crecimiento desde la creación de las primeras líneas de alta velocidad en Europa. Según (UIC High Speed Department, 2011) actualmente hay 6637 km de vías de alta velocidad operativas en Europa. Un importante número (2427 km) están siendo construidas en estos momentos, mientras que están planificadas la construcción de 8705 km de nuevas vías.

Entre los países que más destacan en cuanto al número de km. de líneas de alta velocidad en explotación se encuentran España, Francia, Alemania e Italia. Entre estos cuatro países representan actualmente el 92,81 % de la totalidad de las vías en servicio en Europa. Muy representativo es también el gran número de trayectos con velocidades iguales o superiores a 300 km/h. Un total del 70,75 % de la longitud total de las vías de alta velocidad supera dicha velocidad en Europa.

Dichos datos se pueden observar en la tabla 2-1 , en la que se muestran los km de líneas en servicio por países, mostrando el porcentaje de líneas de alta velocidad respecto la longitud total en Europa, así como también las longitudes con velocidades iguales o superiores a 300 km/h.

	Líneas operativas (km)	%	Líneas (km) con $v \geq 300$ km/h	%
Alemania	1285	19,36	286	22,26
Bélgica	209	3,15	173	82,78
España	2056	30,98	1480	71,98
Francia	1896	28,57	1896	100
Holanda	120	1,81	120	100
Italia	923	13,91	628	68,04
Reino Unido	113	1,70	113	100
Suiza	35	0,53	0	0
Total Europa	6637	100	4696	70,75

Tabla 2-1. Líneas de alta velocidad en los diferentes países europeos. Elaboración propia según datos de (UIC High Speed Department, 2011).

En el gráfico 2-1 se muestran el porcentaje de líneas de alta velocidad por países y posteriormente los kilómetros de líneas en construcción y planificadas en diferentes países europeos (véase tabla 2-2).

Porcentaje de líneas de alta velocidad en Europa según países

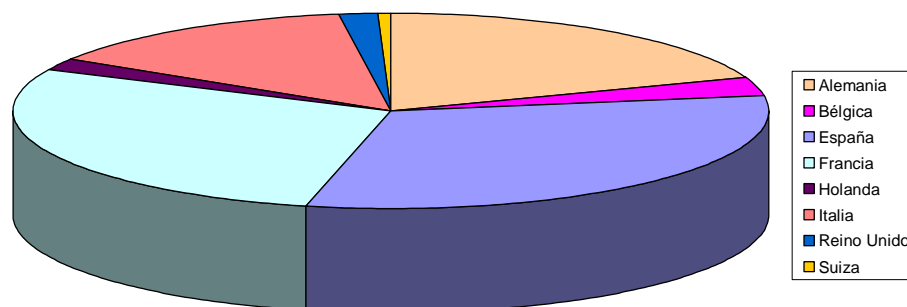


Gráfico 2-1. Porcentaje de líneas de alta velocidad en Europa según países. Elaboración propia según datos de (UIC High Speed Department, 2011).

	Líneas en construcción (km)	Líneas planificadas (km)
Alemania	378	670
España	1767	1702
Francia	210	2616
Italia	-	395
Polonia	-	712
Portugal	-	1006
Reino Unido	-	204
Rusia	-	650
Suecia	-	750
Suiza	72	-
Total en Europa	2427	8705

Tabla 2-2. Líneas en construcción y planificadas en los diferentes países europeos. Elaboración propia según datos de (UIC High Speed Department, 2011).

A continuación se puede observar en la ilustración 2-1 las actuales líneas de alta velocidad en Europa con las diferentes velocidades y los trayectos en construcción en el año 2011.



Ilustración 2-1. Red europea de alta velocidad. Año 2011. Fuente: (www.wikipedia.org)

3. La política de alta velocidad en los principales países europeos

Con la primera línea de alta velocidad construida por primera vez en Japón en el 1964 entre Japón y Osaka, se convertía en realidad este nuevo concepto, que presentaba numerosas ventajas respecto otros modos de transporte, como el transporte aéreo o por carretera. Estas numerosas ventajas fueron determinantes para la política que se ha llevado a cabo en Europa en los últimos años. La comodidad, su gran velocidad y consiguiente reducción de tiempo le hacen poder competir con el avión en distancias de hasta 600 km. aumentando con el tiempo la cuota de mercado del ferrocarril.

El primer país europeo que construyó la primera línea fue Francia en 1981. El trayecto París – Lyon tenía en aquellos momentos unas velocidades máximas de 260/270 km/h. En junio de 1986, la Comunidad Europea expresó el deseo para implementar una red europea de alta velocidad y un año más tarde el Parlamento Europeo lo aprobó.

A continuación, se procederá a explicar las políticas de los diferentes países europeos con una importancia en la creación de la red europea de alta velocidad.

3.1. Francia

3.1.1. Red ferroviaria actual

Francia ha sido la pionera de la alta velocidad en Europa. En 1941 los trayectos comerciales tenían una velocidad de 140 km/h. Fue a finales de la década de los 50 cuando se incrementó la velocidad a 150/160 km/h y en unos tests realizados entre 1961 y 1964, fueron posibles trayectos de entre 200 y 250 km/h.

En 1976 el gobierno francés fundó el proyecto TGV y poco después se comenzó la construcción de la LGV - Sud-Est, la primera línea de alta velocidad. LGV es el acrónimo francés *Ligne à Grande Vitesse* usado para las líneas de alta velocidad. Esta primera línea fue inaugurada el 27 de septiembre de 1981 entre Paris y Lyon. El viaje rápido y práctico entre estas ciudades tuvo una amplia y rápida aceptación en el mercado del transporte de viajeros, de manera que este tren empezó a volverse popular muy pronto, incluso fuera de su objetivo de mercado inicial. En un principio, fueron los hombres de negocios los que en su mayoría utilizaban este medio de transporte para desplazarse entre estas dos importantes ciudades francesas. Esta popularidad y un balance económico siempre positivo durante los primeros años ayudaron a la ampliación de nuevas líneas y ver como un gran acierto la implementación de esta línea.

El gobierno francés ordenó a SNCF la preparación de un plan ferroviario de alta velocidad. El plan ferroviario fue aprobado finalmente por el gobierno francés en mayo

de 1991, con el cual se pretendía encontrar soluciones a la progresiva congestión en el transporte ferroviario y asegurar la cohesión y satisfacción de las diferentes regiones al utilizar la alta velocidad.

Se planeó extender el uso de la alta velocidad a otros corredores: el TGV – Atlántico y el TGV – Norte. Fue finalmente en el año 1989, cuando se inauguró el TGV – Atlántico. Esta línea, de 285 kilómetros de longitud, consta de dos ramales, hacia Tours y Le Mans, que dan cobertura a casi la totalidad del Oeste y Suroeste del país.

Entre 1992 y 1994 entraron en servicio tres nuevos ambiciosos proyectos. El TGV – Norte que discurre entre París, Lille y Calais (Túnel del Canal) y otra parte hasta la frontera belga. También fue importante la inauguración del TGV de interconexión, de 102 km que conecta el TGV – Norte, Sudeste y Atlántico, así como una primera prolongación del TGV del Sudeste hacia el Sur de 122 km (Pita, 1998).

En junio de 2001 se inauguró la segunda prolongación hacia el Sur, denominado como TGV – Mediterráneo. Cuenta con dos ramales hacia Marsella y Nimes, reduciendo el tiempo de viaje entre París y Marsella (750 km) a 3 horas.

La política de SNCF ha tratado de sacar el máximo de provecho de la ocupación de cada tren sin aumentar la longitud del tren ni el número de trenes. Es por ello, que el TGV Duplex fue construido, en el que cada remolque tiene dos pisos, con un único acceso a través de las puertas de la parte baja que se aprovechan de la baja altura de los andenes franceses.

Se debe comentar también, la existencia de 3 estaciones construidas expresamente para dar cobertura a las ciudades cercanas a la línea TGV – Mediterráneo. Las estaciones de Valence, Aviñón y Aix- en- Provence están situadas cerca de poblaciones de más de medio millón de habitantes. La intención del Gobierno francés es que estas estaciones tengan un carácter intermodal, contando con un gran aparcamiento en cada una y que los viajeros puedan utilizar su vehículo para llegar a las estaciones.

3.1.2. Futura red ferroviaria de alta velocidad

A pesar de las líneas existentes hay algunos tiempos de viaje que siguen siendo relativamente largos. Este es el caso, por ejemplo, de París – Perpignan (4 horas y 45 minutos) y París – Niza (5 horas y 33 minutos).

Está previsto, que en el año 2012 entre en funcionamiento la línea que conectará Francia con Barcelona y con Madrid a través del AVE. El tramo de 44 km entre Perpignan

(Francia) y Figueres (España) está finalizada y será importante para la conexión ferroviaria entre los dos países.

También están siendo construidos tramos de la línea TGV Rhin- Rhône, que circula entre Lyon y Mulhouse, finalizando muy cerca de la ciudad suiza de Basilea. Esta línea tendrá un gran impacto en Francia, cuando se ponga en servicio en 2012, debido a la conexión con países como Alemania o Bélgica con Suiza o Italia, siempre a través de Francia.

Para el año 2020 está planificada la finalización de la línea LTF (Lyon Turin Ferroviare). Actualmente, no hay ninguna conexión ferroviaria entre ambos países, pero la construcción de los 15 km permitirá la unión de las ciudades Lyon y Turin, transcurriendo por el túnel de base de Mont d'Ambin de 52 km de longitud, entre Sain-Jean-de-Maurienne (Francia) y Bruzolo (Italia).

La prolongación del TGV Atlántico desde Tours hasta Burdeos está prevista para los próximos años, conectando ésta última con París en 2h y 10 minutos. Ello ayudará a descongestionar el elevado tráfico en las líneas actuales, así como mejorar la conectividad entre las diversas regiones con la capital del país y otros países como el Reino Unido y Bélgica.

Hay otras líneas planificadas para los próximos años, que son importantes destacar. Se espera conectar Burdeos con Toulouse y Narbonne, al sureste del país, así como también la conexión con el País Vasco y la posibilidad de poder viajar al resto de España con el AVE.

A parte de las nuevas líneas planificadas, que se acaban de comentar, la SNCF y la compañía Alstom iniciaron un proyecto para desarrollar un nuevo tren, denominado AGV (Automotrice à Grande Vitesse). Tiene la característica de ser un tren de alta velocidad articulado con tracción distribuida. Las razones para este nuevo proyecto fueron la necesidad de aumentar la velocidad máxima del tren, de 300 a 350 km/h, pero manteniendo los mismos resultados y costes. Así, el AGV conservará del TGV la articulación, que demostró ser un sistema muy seguro en los descarrilamientos de trenes TGV, en los que los trenes permanecieron en posición vertical y alineados con la vía.

A continuación, se muestra en la ilustración 3-1 un mapa con la red ferroviaria francesa. Los trayectos azules son los que están actualmente en servicio, mientras que los recorridos grises están planeados en los años próximos y se han comentado brevemente anteriormente.



Ilustración 3-1. Red francesa de alta velocidad. Año 2011. Fuente: (www.wikipedia.org)

3.2. Alemania

3.2.1. Red ferroviaria actual

La red ferroviaria alemana no presenta una forma radial, como la de otros países europeos (España o Francia), sino que consiste en una red mallada. Ello se debe a que desde la Segunda Guerra Mundial y hasta 1989 Alemania estaba dividida en dos: la República Federal Alemana y la República Democrática Alemana. De esta manera con la caída del muro de Berlín y la reunificación alemana, la DB ('Deutsche Bahn' el operador alemán de ferrocarril) pudo formular un plan para la reconstrucción y modernización de la red ferroviaria.

En junio de 1991, Alemania introdujo el concepto InterCityExpress (ICE) en sus líneas de alta velocidad. Se inauguró la línea Hannover - Würzburg de 327 km., así como la línea Mannheim – Stuttgart de 99 km. De esta forma, se consiguió reducir el tiempo de viaje entre norte y sur en 2 horas y que la competitividad del transporte ferroviario respecto el transporte aéreo fuese mayor.

En 1998 entró en funcionamiento la línea Hannover – Berlín, uniendo este con oeste a través de 263 km. de los cuales 170 km. son de alta velocidad. El tiempo de viaje entre estas dos ciudades se redujo 2 horas, pasando el tiempo de viaje de 3h y 45 min a 1h y 45 min.

La Deutsche Bahn (DB) ha optado por acondicionar las infraestructuras existentes, modificando las características de vía en algunas zonas, y sobre estas actuaciones se utilizó un material ferroviario de última tecnología, capaz de superar los 300 km. por hora. Únicamente las líneas Hannover – Würzburg y Mannheim – Stuttgart fueron nuevas construcciones.

Las principales rutas de red ferroviaria en Alemania son las siguientes:

- Hamburgo - Bremen – Düsseldorf – Köln – Bonn – Mainz – Mannheim – Karlsruhe, y desde aquí Friburgo – Basilea y hacia Stuttgart – Múnich.
- Kiel – Hamburgo – Hannover – Kassel – Würzburg – Nuremberg – Munich.
- Hamburgo – Berlín – Dresden.
- Hannover – Düsseldorf.
- Berlín – Leipzig, y desde aquí Eisenach – Frankfurt y hacia Núremberg.
- Mannheim - Stuttgart.

A continuación se muestra en la ilustración 3-2 la actual red de alta velocidad alemana:



Ilustración 3-2. Red alemana de alta velocidad. Año 2011. Fuente: (www.bahn.de)

3.2.2. Futura red ferroviaria de alta velocidad

El gobierno alemán pretende la construcción de nuevas líneas que se unirán a la red actual de líneas de alta velocidad. Destacan las siguientes líneas:

- Karlsruhe – Basilea (Suiza) de 112 km.
- Stuttgart – Ulm – Augsburg de 166 km.
- Hamburgo – Hannover de 114 km.
- Frankfurt – Würzburg de 126 km.

Alemania proyectó la construcción de una línea Maglev de levitación magnética entre Berlín y Hamburgo. El tren estaba dispuesto para circular a 400 km/h, pero este proyecto sufrió un aumento de costes, así como los cambios en el gobierno y en la dirección de la Deutsche Bahn (DB) provocaron el abandono de dicho proyecto.

3.3. Italia

3.3.1. Red ferroviaria actual

La accidentada orografía italiana, especialmente para los servicios de alta velocidad, ha causado que no haya una importante red de alta velocidad en este país. Si bien es cierto, que Italia cuenta con una de las redes más extensas de Europa (1320 km de redes de trenes de alta velocidad), únicamente la línea Florencia – Roma fue expresamente construida para albergar la alta velocidad. En el resto de casos se ha intentado adecuar las líneas existentes para poder permitir la alta velocidad.

En el norte la red ferroviaria es más densa que en dirección Sureste, en parte debido a las dificultades geográficas del sur y también por ser una región bastante menos desarrollada que en el norte.

Después de la Segunda Guerra Mundial empezó a coger forma la construcción de una línea ferroviaria entre las ciudades de Florencia y Roma. La nueva línea Roma - Florencia (Direttissima) tenía por objetivo sustituir la antigua línea, para hacerla más recta, veloz y corta. La línea existente de 314 km presentaba un trazado muy sinuoso, que obligaba a circular como máximo a 90 o 100 km/h. El proyecto fue aprobado en 1968 y las obras comenzaron en 1970. Por razones presupuestarias, la línea se puso en funcionamiento progresivamente entre 1976 y 1992. Actualmente, el trayecto entre Roma y Florencia se hace en poco más de una hora, por las 3 horas de hace unos años.

A finales de 2009 se concluyó la línea Torino – Milán – Bolonia – Florencia – Roma – Nápoles – Salerno. De este modo, el tiempo de viaje entre Milán y Roma es de 3h y 30 minutos, mientras que entre Roma y Nápoles se tarda 1h y 21 minutos.

3.3.2. Futura red ferroviaria de alta velocidad

Italia ha elaborado un plan de transporte ferroviario a largo plazo con la implementación de la alta velocidad en dos grandes ejes en forma de T. Por un lado, Milán – Florencia – Roma – Nápoles, donde se integra el tramo de la Direttissima ya en servicio, y por otro lado Turín – Milán – Verona – Venecia, con un ramal a Génova.

Actualmente las principales líneas planificadas son:

- Verona – Venecia
- Milán - Génova
- Nápoles- Bari
- Nápoles – Reggio Calabria
- Venecia - Trieste
- Línea transalpina Lyon- Chambéry – Turín entre Francia e Italia

En la ilustración 3-3 se muestra la futura red italiana de alta velocidad, en la que se pueden observar los dos grandes ejes en forma de T. Por un lado la Direttissima, transcurriendo de Milán a Nápoles y por otro, las líneas de alta velocidad en el norte, conectando Turín con Venecia con salidas internacionales a otros países.

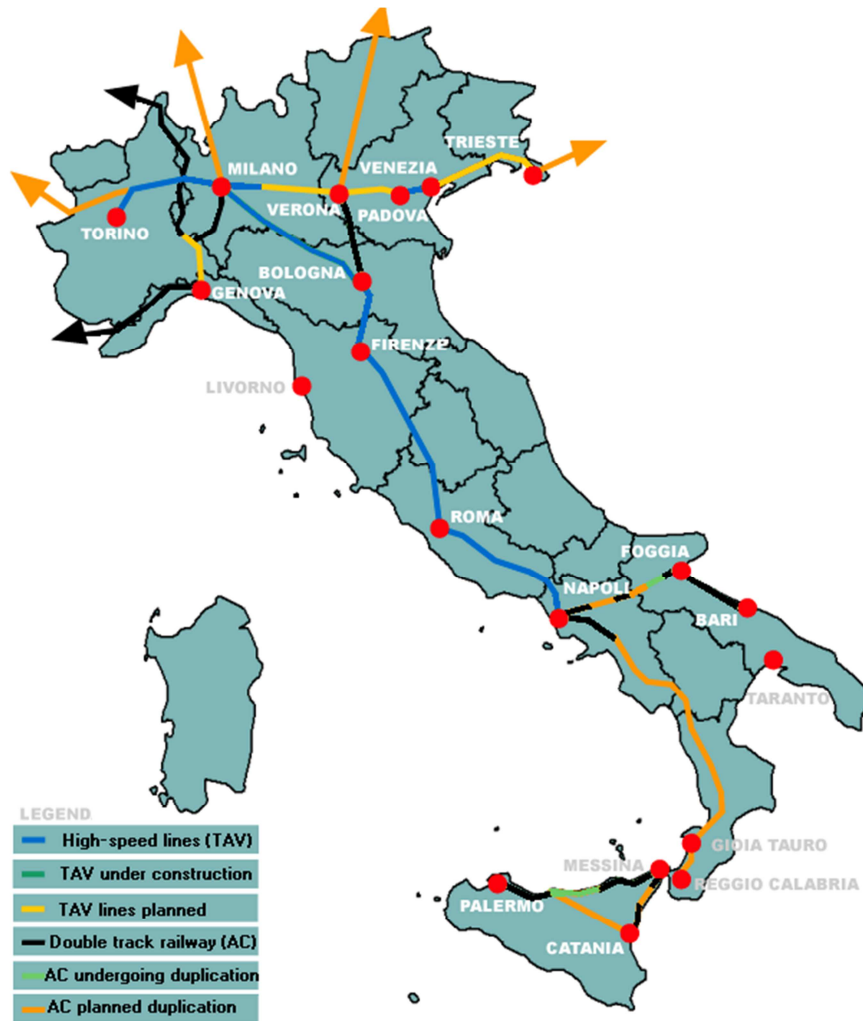


Ilustración 3-3. Red italiana de alta velocidad. Fuente: (www.trenitalia.com)

3.4. España

3.4.1. Red ferroviaria actual

La alta velocidad en España se compone en la actualidad de cuatro corredores principales de alta velocidad, por los que circulan diversos servicios, y numerosas líneas en construcción o en proyecto. Con más de 2.600 km en servicio, esta red de alta velocidad es la más extensa de Europa y, detrás de China, la segunda en todo el mundo.

La red ferroviaria española tiene una configuración radial, con centro en la capital Madrid y conexión con las ciudades periféricas más importantes. Ello es debido a un modelo político centralista. La red española se distingue también por ser muy accidentada debido a la orografía española.

La primera línea de alta velocidad en España entre Madrid y Sevilla se construyó por los graves problemas de congestión que presentaba el paso de Despeñaperros. La nueva

línea de 471 km. se construyó en un tiempo récord y en 1992 fue inaugurada, permitiendo conectar Madrid y Sevilla en 2h y 15 min sin paradas intermedias (Puebla, 2005).

Como consecuencia del deseo de cada población de disponer en su entorno de una línea de alta velocidad, la evolución de la red ferroviaria española ha sufrido un desarrollo muy importante y rápido sin comparación en Europa. Este deseo de incorporar una amplia red de alta velocidad en el estado español se refleja claramente en el 'Plan de Infraestructuras 2000-2007'. Los objetivos de dicho Plan de Infraestructuras son los siguientes (López, y otros, 2001):

- Reducir a la mitad los tiempos actuales de recorrido entre las grandes ciudades, con que las capitales de provincia quedarán a menos de 4h y media de Madrid y ninguna provincia estará a más de 6h y media de Barcelona
- Aumentar la participación del ferrocarril en la demanda global del transporte y hacerlo competitivo frente a carretera y avión, de tal manera que capte el 30 % del tráfico.
- Incrementar la demanda de viajeros, tanto en servicios de larga distancia como en los regionales. Se pretende un incremento de la demanda de larga distancia de 10 millones de viajeros al año a 30 millones y de 24 millones a 38 millones de viajeros en servicios regionales.
- Mejora del resultado económico de explotación de los servicios de larga distancia.

La red ferroviaria española se ha ido ampliando en los últimos años según lo establecido en el Plan de Infraestructuras 2000-2007, pasando en el caso español de prácticamente una única línea entre Madrid y Sevilla, a dar cobertura a casi todas las grandes y medianas ciudades. De esta manera hay 2.665 km. en servicio y 17 provincias y 25 ciudades españolas conectadas directamente a la red española de alta velocidad.

El 19 de diciembre de 2010 se producía un hecho histórico para la alta velocidad española, al conectar a Barcelona con París en siete horas y 25 minutos, incluyendo trasbordo en la estación de Figueres-Vilafant. Este hito se produjo al llegar trenes de ancho internacional (TGV, trenes franceses de alta velocidad) procedentes de la frontera, y hacer un trasbordo a trenes convencionales con destino a Girona y Barcelona, salvando por primera vez los Pirineos por la parte catalana y el túnel del Pertús.

3.4.2. Futura red ferroviaria de alta velocidad

Tras la puesta en servicio en 2010 de los 438 kilómetros del recorrido entre Madrid, Albacete y Valencia, España se ha situado, después de China, como el segundo país del mundo y el primero de Europa en número de kilómetros de alta velocidad en explotación, por delante incluso de países de gran tradición en este modo de transporte como son Japón y Francia.

Adif 'Administrador de Infraestructuras Ferroviarias' continua avanzando en las obras y proyectos encomendados por el Gobierno acortando distancias y uniendo los diversos territorios de la geografía española por medio de la alta velocidad.

Actualmente se están construyendo casi 4.500 km de alta velocidad con los que se pretende alcanzar los 7.200 km de líneas de alta velocidad según lo establecido en el Plan de Infraestructuras 2000-2007. Algunas de estas líneas en construcción son:

- Madrid - Barcelona - Frontera Francesa. Tramo Barcelona Sants - Figueras. Longitud: 131,4 km.
- Venta de Baños - Palencia - León - Asturias. Longitud: 225 km (excluido Variante de Pajares)
- Venta de Baños - Burgos - Vitoria. Longitud: 200,4 km
- Vitoria - Bilbao - San Sebastián. Longitud: 176,5 km (incluido accesos a ciudades)
- Madrid - Galicia. Tramos Olmedo - Zamora - Lubián - Ourense. Longitud aproximada: 363 km
- Tramo Ourense - Santiago de la línea Madrid - Galicia. Longitud: 87,1 km
- Madrid - Castilla la Mancha - Comunidad Valenciana - Región de Murcia. Longitud: 955 km (438 en servicio y 517 en construcción)
- Corredor Mediterráneo de alta velocidad. Tramo Murcia - Almería. Longitud: 184,4 km (sin incluir la Red Arterial Ferroviaria de Murcia)
- Antequera-Granada. Longitud: 125,7 km
- Madrid - Extremadura - Frontera Portuguesa. Longitud estimada: 450 km
- Madrid: Conexión Atocha - Chamartín. Longitud: 8,2 km

En el marco de la crisis de 2008-2011, los objetivos de reducción del déficit público han retrasado el proyecto o la ejecución de algunos tramos de AVE. El gobierno de España

Con esta decisión el Corredor Mediterráneo entrará finalmente en la Red Transeuropea de Transportes, con lo que se garantiza la financiación a través de fondos comunitarios y la supervisión de Bruselas para garantizar que el corredor esté concluido en 2020.

Con el Corredor Mediterráneo plenamente operativo se conectarán todas las grandes ciudades españolas, con una importante reducción de tiempos en los trayectos. Así, el trayecto Barcelona-Valencia pasará de tardar las tres horas actuales a 1,50 horas y el de Barcelona-Almería pasará de las 12,5 horas que se tarda ahora a 4,15.

En mercancías permitirá conectar todos los puertos y las instalaciones logísticas ferroviarias, el paso de trenes de hasta 750 metros de longitud e independizar los tráfico de mercancías con los de viajeros y multiplicará por más de dos la actual cuota de transporte de mercancías por ferrocarril.

La importancia de este corredor, tanto en viajeros como en mercancías, radica en dos características:

- El acceso ferroviario a los puertos mediterráneos españoles, permitiendo una política de ahorro de costes y beneficio medioambiental al aunar los dos medios más eficientes, y beneficiando la creación de redes de transporte mundial. Se compite con Amberes, Rotterdam y Hamburgo a través de los puertos de Valencia, Tarragona o Barcelona.
- La unión de un eje donde se encuentran concentrados habitantes y actividad industrial. El eje Algeciras-Estocolmo alcanza los 3.500 kilómetros, conectando a 245 millones de ciudadanos (el 54% de habitantes de la Unión Europea) y el 66% del producto interior bruto europeo.

Además, se dio dado también luz verde a la conexión de Madrid y Lisboa, dentro del eje Atlántico que unirá Francia y Portugal pasando por el País Vasco y Castilla y León, con ramales a A Coruña, Gijón y Madrid.

Para el corredor central se incluye sólo el eje Algeciras-Madrid-Zaragoza, desde donde se conectaría con los otros dos corredores por Bilbao y Tarragona. Este corredor central supondrá una salida competitiva desde Algeciras en un plazo corto con la alternativa a medio plazo por el eje mediterráneo.

Un mapa del posible corredor mediterráneo se enseña en la ilustración 3-5, en el que vemos como discurrirá paralelo a la costa mediterránea, viajando desde Algeciras hasta la frontera francesa por Girona a través de las comunidades autónomas de Cataluña, Valencia, Murcia y Andalucía.



Ilustración 3-5. Mapa del corredor mediterráneo. Fuente: (www.fomento.es)

4. La política de transportes por ferrocarril en Suiza

Antes de hacer un estudio sobre la política que ha seguido Suiza respecto al transporte ferroviario en los últimos años es importante conocer información general sobre Suiza como país, así como el estado actual de las infraestructuras, profundizando en el ferrocarril para poder valorar después las actuaciones del gobierno suizo.

4.1. Información general de Suiza

Suiza, oficialmente conocida como Confederación Helvética es un país ubicado en la Europa Central. El país limita al norte con Alemania, al oeste con Francia, al sur con Italia y al este con Austria y Liechtenstein. Berna es la sede de las autoridades federales, mientras que los centros financieros del país se encuentran en las ciudades de Zúrich, Basilea, Ginebra y Lugano. Suiza tiene cuatro idiomas principales: alemán (65%), francés (18%), italiano (10%) y romanche (1%) y el país se podría dividir según el idioma que se habla. En la ilustración 4-1 se puede distinguir la diferente distribución de idiomas en el país.



Ilustración 4-1. Mapa geográfico de la distribución de idiomas en Suiza. Fuente: (www.bfs.admin.ch)

El país tiene un área de 41.290 kilómetros cuadrados con una densidad de población de 186 habitantes/km². En los Alpes la densidad es de 30 habitantes/km² mientras que en el cuadro suizo la densidad es de 250 habitantes/km². La confederación suiza se compone de 26 cantones y la población total son aproximadamente 7.700.000 habitantes, de los

cuales aproximadamente 377.000 viven en Zúrich, 163.000 en Basilea, 186.000 en Ginebra, 126.000 en Lausana y 123.000 en la capital Berna.

Cantón	Capital	Población	Superficie [km ²]	Densidad [hab/km ²]
Zúrich	Zúrich	1.332.727	1.729	771
Berna	Berna	969.299	5.959	163
Vaud	Lausana	688.245	3.212	214
Argovia	Aarau	591.632	1.404	421
San Galo	San Galo	471.152	2.026	233
Ginebra	Ginebra	446.106	282	1.582
Lucerna	Lucerna	368.742	1.493	247
Tesino	Bellinzona	332.736	2.812	118
Valais	Sion	303.241	5.224	58
Basilea-Campiña	Liestal	268.537	518	518
Friburgo	Friburgo	268.537	1.671	161
Soleura	Soleura	251.830	791	318
Turgovia	Frauenfeld	241.811	991	244
Grisones	Coira	190.459	7.105	27
Basilea-Ciudad	Basilea	186.672	37	5.045
Neuchâtel	Neuchâtel	170.924	803	213
Schwyz	Schwyz	143.719	908	158
Zug	Zug	110.384	239	462
Schaffhausen	Schaffhausen	75.303	298	253
Jura	Delémont	69.822	838	83
Appenzell Rodas Exteriores	Herisau ²	53.054	243	218
Nidwalden	Stans	40.737	276	148
Glaris	Glaris	38.370	685	56
Uri	Altdorf	35.162	1.077	33
Obwalden	Sarnen	34.429	491	70
Appenzell Rodas Interiores	Appenzell	15.549	173	90

Tabla 4-1. Cantones de Suiza ordenados según población. Fuente: (www.wikipedia.org)

Suiza se puede dividir en tres áreas topográficas básicas: los Alpes suizos en el sur, la meseta suiza en el centro, y las montañas de Jura en el norte. Los Alpes son una cordillera de montañas altas que corren a través del centro y sur del país, ocupando cerca del 60% de la superficie total. Hay alrededor de cien cumbres de 4000 metros de altura. Entre los picos más altos de los Alpes suizos, siendo el mayor la Punta Dufour (*Dufourspitze*) con 4.634 msnm, se encuentran múltiples valles, con cascadas y glaciares. Estos conforman la cabecera de algunos de los ríos más importantes de Europa, como el Rin, el Ródano, el Eno, el Aar y el Tesino. Otros ríos corren por el país y desembocan en los grandes lagos que hay en el territorio nacional como el lago Lemán, el lago de Zúrich, el lago de Neuchâtel o el lago de Constanza. El lugar más bajo se encuentra en Ascona (Ticino) a 196 metros, lo que pone de manifiesto la accidentalidad de la orografía suiza.

4.2. Infraestructuras suizas

Suiza tiene una densa y eficiente red ferroviaria, así como una extensa red de carreteras con muchos túneles para compensar el abrupto paisaje suizo. El cruce de los Alpes es una importante ruta para el transporte europeo. Actualmente, hay 5.180 km. de vías ferroviarias y 71.345 km. de carreteras. Los turistas deben comprar anualmente una *vignette* con la que contribuyen a pagar los impactos negativos del transporte. La administración de las vías terrestres suizas es financiada a través de estas *vignette* y con los impuestos sobre los vehículos. La red de autopistas de Suiza tiene una longitud total de 1.638 km con una superficie de 41.290 kilómetros², una de las redes de autopistas más densas en el mundo.

Hay dos aeropuertos internacionales importantes como Zúrich y Ginebra y otros aeropuertos más pequeños que cuentan también con conexiones internacionales. Alrededor de 22 millones de pasajeros viajaron desde el aeropuerto de Zúrich, mientras que 11.5 millones lo hicieron desde Ginebra y 4,3 millones de pasajeros desde el Aeropuerto de Basilea-Mulhouse, ambos aeropuertos compartidos con Francia.

Sin litoral Suiza también cuenta con una red marina moderna, con unos 30 buques de alta mar en el extranjero, y lleva a cabo los servicios de carga con conexiones fluviales al Mar del Norte a través del río Rin. El puerto de Basilea sobre el Rin es un centro de comercio importante con conexiones eficientes entre ferrocarril, carretera y vías de agua.

En la ilustración 4-2 se muestran la red de carreteras y autopistas de Suiza, pudiéndose observar la buena conexión en el eje Este – Oeste.

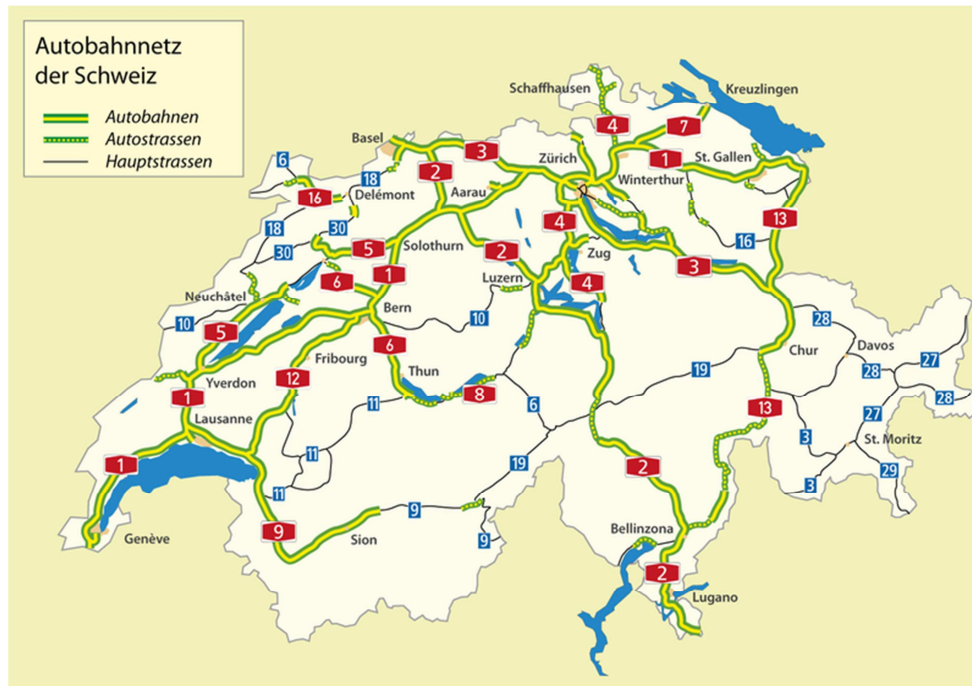


Ilustración 4-2. Mapa de la red de carreteras y autopistas de Suiza. Fuente: (Giovanni Danielli, 2007)

4.3. Infraestructuras ferroviarias suizas

La intensidad del tráfico suizo es una de las más altas del mundo. Los trenes suizos son el modelo prototipo de precisión y puntualidad. Todo ello a pesar de un relieve desfavorable, marcado por las montañas y las quebradas.

Los suizos son los viajeros de tren más apasionados del mundo. En 2005 hicieron de media 42 viajes en tren y recorrieron hasta 1.929 km por persona y año. El único país competidor del mundo que puede con Suiza en este sentido es Japón.

La red ferroviaria suiza es una red muy densa. Se puede observar las principales vías se encuentran en la parte norte del país y van de este a oeste. Las principales líneas son Ginebra – Lausana – Berna – Olten - Zúrich – St. Gallen, así como también Basilea – Olten – Lucerna y Zúrich –Chur. En los Alpes es posible observar la disminución de los kilómetros de vías debido a la dificultad geográfica, así como la sinuosidad de algunos tramos para poder soportar las diferencias altimétricas. En el siguiente mapa se muestra la red ferroviaria suiza (véase ilustración 4-3).

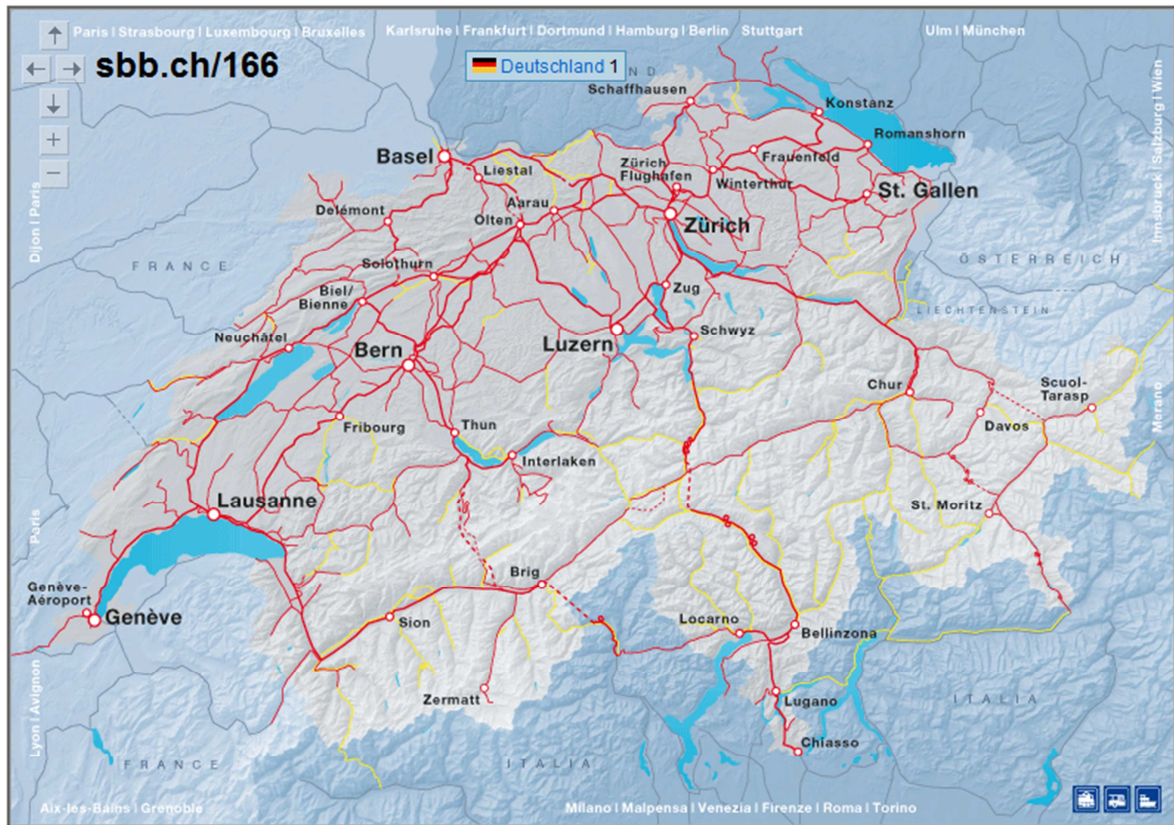


Ilustración 4-3. Mapa de la red ferroviaria suiza. Fuente: (SBB)

Actualmente hay 5.180,4 km de vías ferroviarias de las cuales solamente el 1.8 % (95,2 km) pertenecen a vías para trenes cremallera. Los 5.085,2 km restantes son vías ferroviarias entre los que hay que distinguir 3.700,8 km con ancho de vía internacional y 1.384,5 km de ancho de vía de hasta 1000 mm. En el gráfico 4-1 se muestran los datos anteriormente explicados.

Porcentaje de vías ferroviarias según tipo

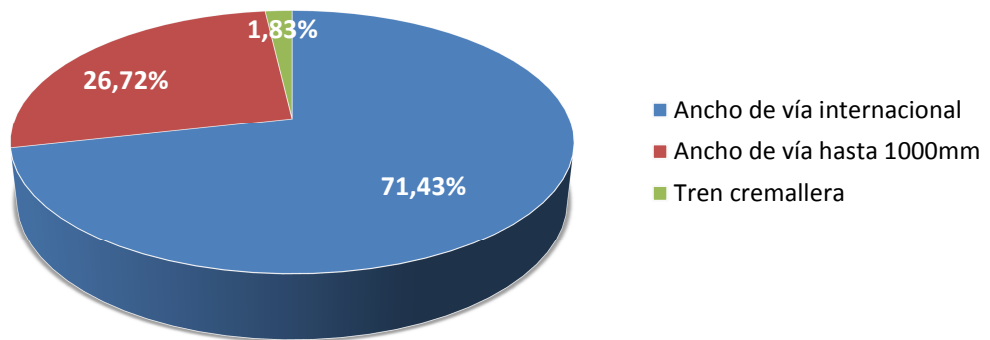


Gráfico 4-1. Porcentaje de km. de vías ferroviarias según tren cremallera o trenes circulando por ancho de vía internacional o ancho de vía hasta 1000mm. Elaboración propia según datos de (www.bfs.admin.ch).

4.4. Política del Gobierno Suizo

4.4.1. Proyecto Bahn 2000

‘Bahn 2000’ es un proyecto a gran escala de la SBB (*Schweizerische Bundesbahn* principal empresa ferroviaria suiza) creado en 1987 para mejorar la calidad del transporte ferroviario suizo. Con dicho proyecto se densifica todavía más la red ferroviaria, aumentando la velocidad entre los trayectos y modernizando el material rodante. La decisión del gobierno suizo de apoyar dicho proyecto en 1986, fue aprobada en un referéndum en 1987 por la población suiza. De esta manera, la primera fase para la construcción de 130 proyectos con un presupuesto de 5.9 billones de CHF fue completada en 2004.

4.4.1.1. Prehistoria de la Bahn 2000

Después de la Segunda Guerra Mundial, en Suiza como otros países europeos del Este hubo un progresivo aumento en el uso del automóvil. Este movimiento produjo el colapso en las grandes ciudades y las carreteras, por lo que el tren era el transporte más rápido y eficiente. En 1950 alrededor del 52 % de los viajes según (Litra)(*servicio de información del transporte público suizo*) se realizaban en tren.

Para superar dicha sobrecarga de la red viaria se aprobaron la construcción de numerosas carreteras y autopistas con un presupuesto de 2.054 millones de CHF. Así, el transporte por ferrocarril fue perdiendo cuota respecto al transporte privado en la década de los 60.

Al principio de los 70 aparecieron las primeras consecuencias de esta política de transporte. El auge económico del país aumentó las necesidades de movilidad de las personas, mientras que la capacidad de la red ferroviaria, especialmente en los pases por los Alpes y en las regiones centrales, no era suficiente, así como también se producían aglomeraciones en el transporte por carretera. La sociedad suiza tomó conciencia de los aspectos negativos del uso privado del automóvil, debido a las caravanas y la disminución de la calidad del aire.

Para cambiar esta tendencia, se estrenaron locomotoras con mayor potencia y un horario de trenes mucho más denso. Pero, pese a la construcción de nuevas carreteras no se podían evitar los atascos en la red viaria, lo que hizo que entre 1971 y 1983 se buscaran soluciones para el sistema ferroviario para este problema de movilidad. Fue en 1982, cuando se introdujo bajo la dirección de Samuel Stähli el ‘Taktfahrplan’ (*horario de tiempo*). El Taktfahrplan se basa en que en una estación entre o salga el tren cada hora en el mismo minuto. Estación principal de este horario, es la estación de Zúrich. En ella, los trenes llegan o salen a en punto o a y media. Esta idea se la denominó como ‘conexión de araña’ y fue importante en el proyecto posterior de Bahn 2000.

En la ilustración 4-4 se puede observar el concepto introducido del *Taktfahrplan* en el caso de la estación de Zúrich HB. Se observa como la totalidad de los trenes de larga distancia llegan a Zúrich minutos antes de en punto o y media, mientras que van hacia otras ciudades pocos minutos después, pasada esta hora en punto o y media.

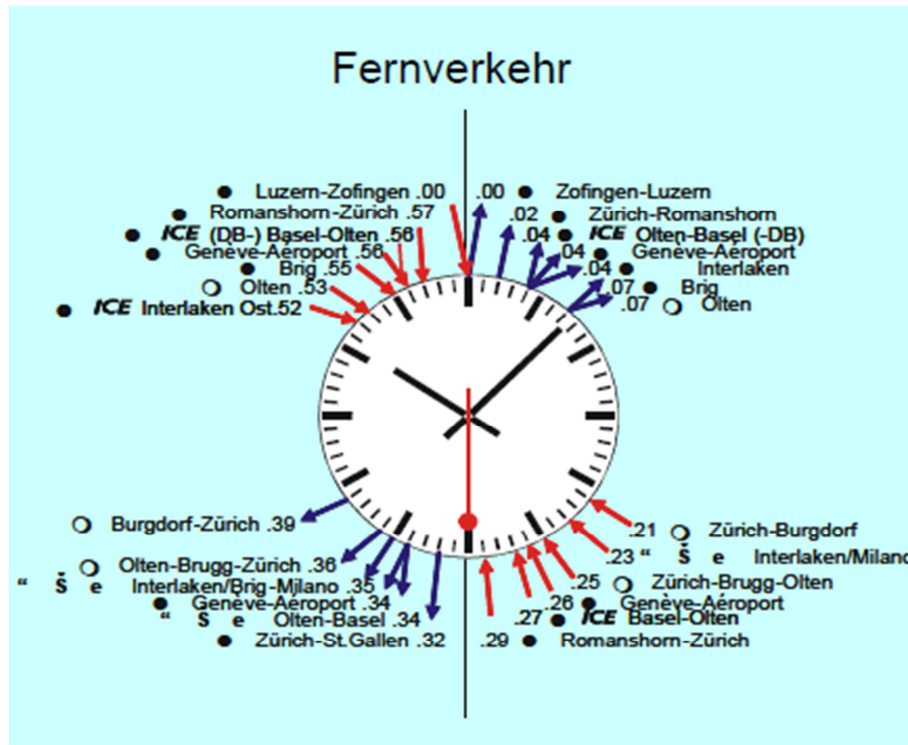


Ilustración 4-4. Llegada y salida de trenes de larga distancia a la estación de Zúrich HB. Fuente: (It10Rail)

La planificación de trenes hasta 1996 se disponía de la siguiente manera según se observa en la ilustración 4-5. Los servicios regionales y de mercancías tenían un abanico de tiempo de 50 minutos entre tren y tren de larga distancia para salir de la estación y completar sus trayectos.

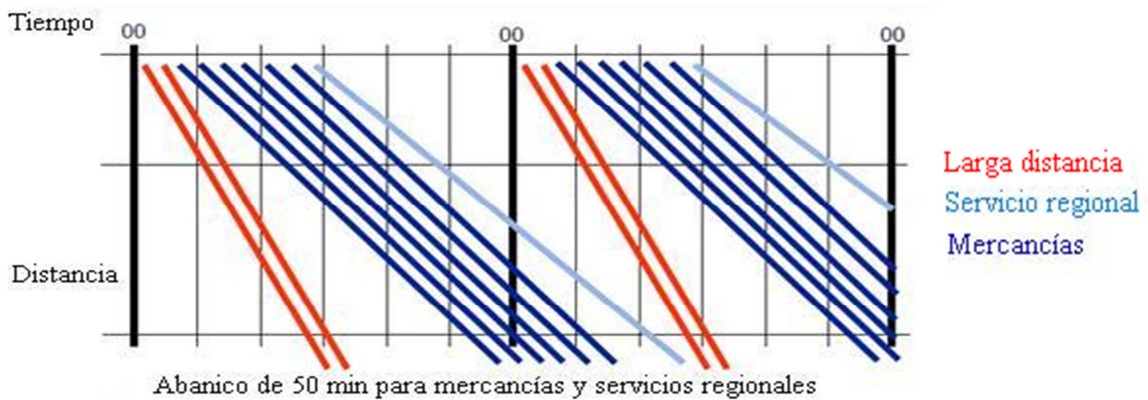


Ilustración 4-5. Planificación de trenes hasta 1996. Fuente: (SBB)

En el momento que empezaron a tener problemas de capacidad incorporaron nuevos trenes de larga distancia, para que hubiese mayor frecuencia y poder aumentar la capacidad, como se puede observar en la ilustración 4-6.

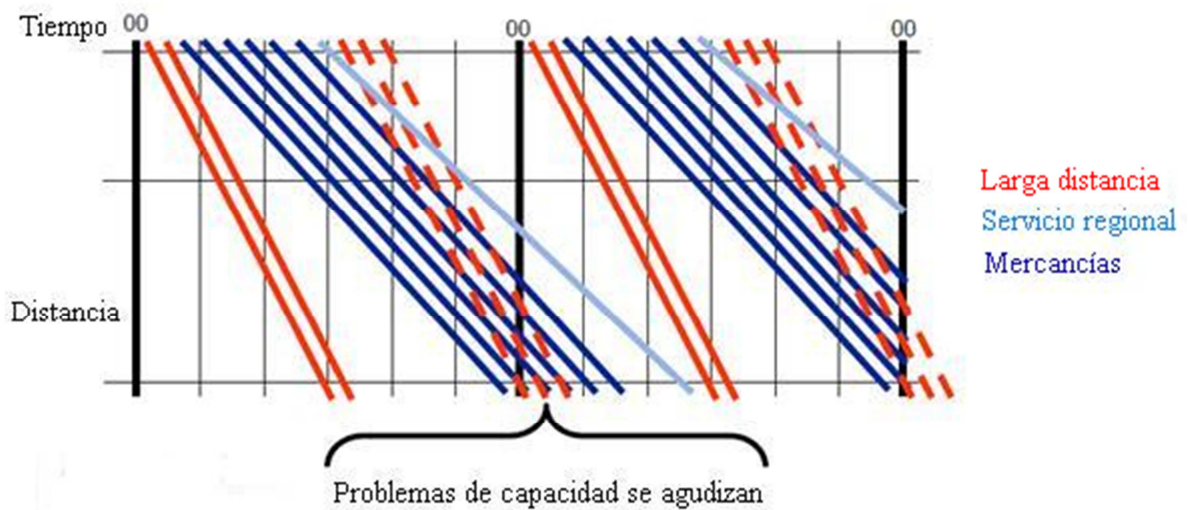


Ilustración 4-6. Incorporación de trenes adicionales de larga distancia debido a problemas de capacidad. Fuente: (SBB)

Por consiguiente lo que se decidió, fue hacer que los trenes de mercancías permaneciesen inmóviles en algún punto intermedio del trayecto, para que pudieran ser superados por los trenes de larga distancia que iban a mayor velocidad y así compatibilizar y aprovechar al máximo el uso de la vía (véase Ilustración 4-7). De esta manera, había trenes cada 30 minutos hacia los destinos más demandados y en ese trayecto salían trenes regionales y mercancías alternándose y dejándose adelantar por los trenes de larga distancia.

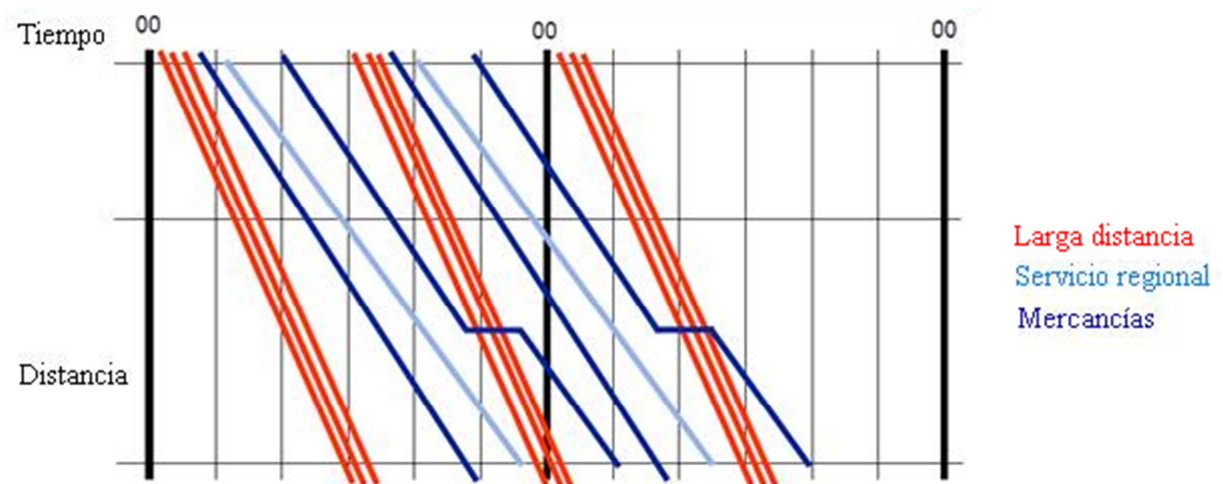


Ilustración 4-7. Nueva planificación para aprovechar al máximo el uso de las vías. Fuente: (SBB).

4.4.1.2. Nuevo eje transversal

A finales de 1960 la SBB elaboró una propuesta para una nueva línea transversal de este a oeste en el país. Esto fue considerado por la GVK Gesamtverkehrskommission (*Comisión Suiza de transporte*). En 1977, después de casi seis años, la GVK presentó un informe de 400 páginas, que recomendó la construcción de una nueva línea de ferrocarril entre Ginebra y el lago de Constanza y por otra parte entre Basilea y Olten. Esto proporcionaría una reducción de tiempo entre Lausana y St. Gallen, así como entre Basilea y Olten. Un total de 120 kilómetros deberían ser construidos y permitiría el funcionamiento de los trenes a velocidades de hasta 200 kilómetros por hora, similar al TGV francés (véase ilustración 4-8).

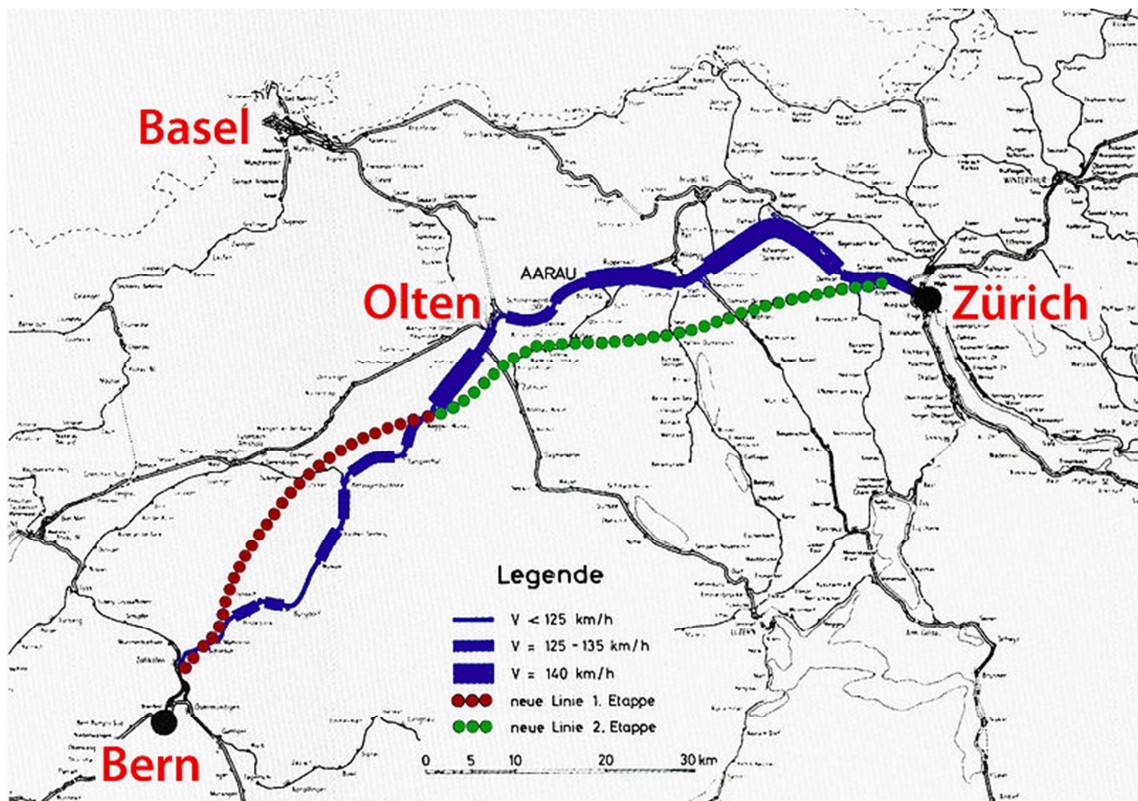


Ilustración 4-8. Mapa del proyecto del nuevo eje transversal. Fuente: (Christian Kräuchi, 2004)

El departamento económico de energía y transporte elaboró un estudio en el que consideraba que la inversión se debía concentrar en los tramos entre Basilea, Olten y Berna. Por el contrario, el cantón de Solothurn se quejó de que la nueva línea sólo beneficiaría a los grandes centros y que las zonas rurales se verían perjudicadas. Un comité de acción fue creado para oponerse al proyecto, amenazando con proponer un referéndum entre la población suiza.

A dicho referéndum no se llegó. El proyecto se desestimó ya que se consideró que no estaba explicado lo suficientemente detallado y que se centraba especialmente en el eje este – oeste, no mejorando suficientemente el sistema ferroviario suizo. A mediados de 1984, la SBB estableció un grupo de expertos bajo el nombre de ‘Bahn 2000’ con la

misión de desarrollar un nuevo concepto que no sólo mejorara los ejes principales, sino que desarrollara toda la red ferroviaria de Suiza a medio y largo plazo.

4.4.1.3. *Bahn 2000*

El 27 de Marzo de 1985 presentó el departamento de tráfico presentó un nuevo boceto. Una respuesta vista como positiva por los partidos políticos, asociaciones, y la *Neue Zürcher Zeitung* (*periódico suizo*), escribió que el proyecto era atractivo, flexible y capacidad de desarrollo. El objetivo de la idea era vincular las principales estaciones en menos de una hora en tren (principalmente entre Lausana, Berna y Zúrich): los trenes debían entrar en la estación poco antes de en punto o a y media y poco después volver a circular. Los eslóganes del proyecto decían: ‘los trenes no deben ser lo más rápido posible, sino tan rápido como sea necesario’.

El proyecto ‘*Bahn 2000*’ se aprobó por el Gobierno en mayo de 1986. Se complementó con el trayecto Mattstetten-Rothrist (Olten-Berna) para conectar Herzogenbuchsee-Solothurn.

En las regiones, en dónde se construyó la nueva línea, se creó una oposición. Esta oposición no se dirigía contra el proyecto ferroviario, sino contra el trazado y la pérdida de tierras cultivables. Un referéndum se produjo el 6 de diciembre de 1987, en el que todos los partidos del gobierno habían apoyado en los lemas de la campaña el Sí. Con una mayoría de 57,0%, los votantes finalmente aceptaron el proyecto.

4.4.1.4. *Objetivo Bahn 2000*

El principal objetivo por el cual se hizo el proyecto *Bahn 2000* fue para cubrir las crecientes necesidades de movilidad de la población mediante el ferrocarril. Los servicios de transporte de pasajeros y mercancías se debían enfocar por ferrocarril en lugar de por carretera.

La idea con la que se desarrolló e implementó el proyecto fue con el lema: ‘Más rápido, más frecuente y más cómodo.’

Rapidez:

El concepto de ‘rapidez’ en el proyecto *Bahn 2000* no se refiere a las conexiones entre dos estaciones principales, sino a una mayor velocidad en toda la red ferroviaria, que también incluyen las conexiones entre dos estaciones más pequeñas a mayores distancias. Ello representa una gran diferencia en comparación con la construcción de las vías ferroviarias de alta velocidad de otros países, cuyo objetivo era principalmente reducir el tiempo de viaje entre las principales ciudades.

Guiados por la visión de un tren de velocidad más directo y rápido en Suiza se quería reducir los tiempos de cambio de tren en las estaciones principales con el fin de mejorar las conexiones entre sí. Para ello, todos los trenes debían llegar a las estaciones principales un poco antes de en punto o y media, y abandonar la estación poco después de en punto o y media. De esta manera, los tiempos para el cambio de tren eran inferiores, ya que todos los trenes llegan a la misma hora a la estación principal y en pocos minutos salen de ella (*obsérvese Ilustración 4-4.*)

Así, el punto más difícil establecer los tiempos de viaje entre nodos a 30 o 60 minutos para intentar que todo esto funcionase. En el trayecto entre Zúrich y Berna no era este caso. Por este motivo, se tuvo que construir una línea nueva entre ambas ciudades y renovar ciertas estaciones para permitir el paso de los trenes sin cruzarse.

Frecuencia:

La segunda palabra del lema ‘frecuencia’ representa la mejora en la frecuencia de las conexiones, no sólo entre dos ciudades sino en las aglomeraciones para mejorar la atractividad del transporte público, ampliando la capacidad y con material rodante adicional.

Comodidad:

La tercera parte del lema, ‘comodidad’ se consiguió con trayectos directos en los que no se debían hacer trasbordos. A parte de esto último, se compraron nuevos trenes con los que el confort en el tren se vio reforzado, siendo obligatorio que los trenes de larga distancia sean climatizados. Para ello, se adquirieron nuevos trenes de dos plantas (IC2000) y trenes Intercity pendulares (ICN) con los que además se redujo el tiempo de trayecto.

En el siguiente mapa (ilustración 4-9), se puede observar el ejemplo de lo explicado anteriormente. Vemos que un tren sale de la estación de Zúrich a en punto o y media (como se explicó anteriormente con el Taktfahrplan). De esta manera, pasará por Olten en 30 minutos y a Berna en 1 hora, llegando a en punto o y media, según salga el tren de la estación de Zúrich. El tiempo hasta Lausana es el mismo viajando por Berna, que viajando más al norte por Biel y Neuchâtel. De Lausana es posible desplazarse finalmente a Ginebra en poco tiempo.

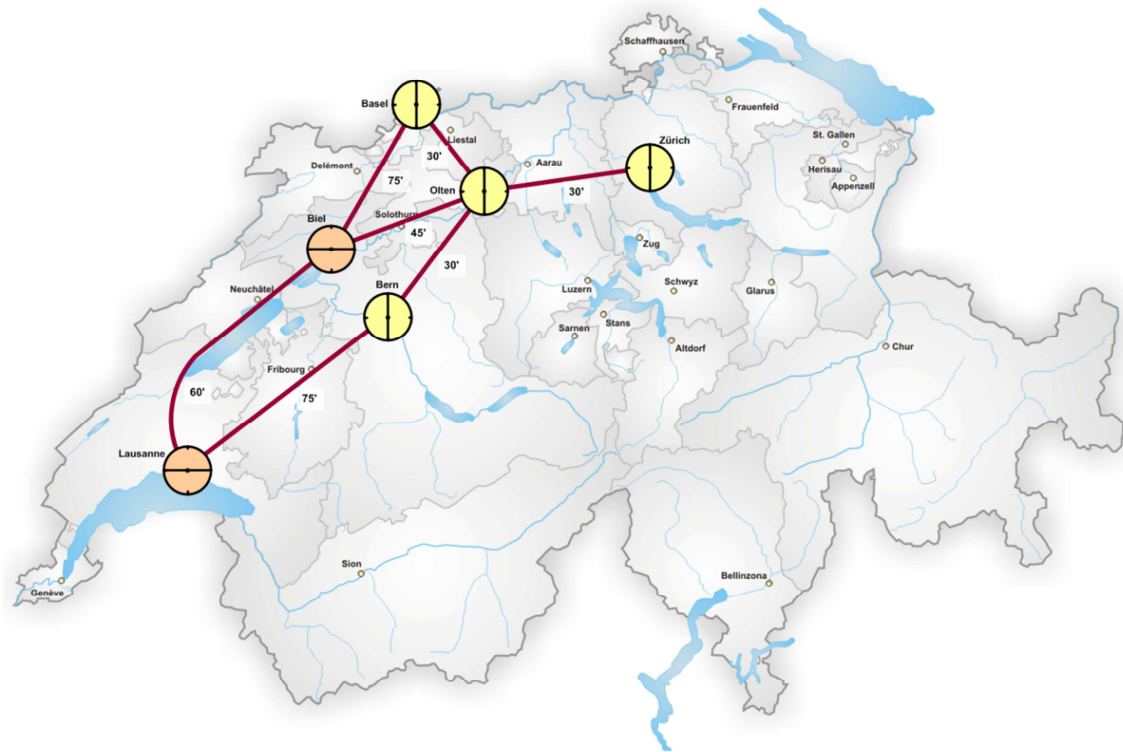


Ilustración 4-9. Implementación de la primera etapa del proyecto Bahn 2000. Fuente: (Christian Kräuchi, 2004).

Para conseguir dichos objetivos se ejecutaron los siguientes subproyectos:

- Modernización del material rodante
- Horarios más densos y principales trayectos en media o una hora
- Mejora de la conexiones directas
- Mejora de la oferta entre trayectos demandados
- Aumento de la capacidad debido a vías dobles o cuádruples
- Mejoras en la oferta en la aglomeración urbana y en el transporte regional
- Renovaciones y ampliaciones en el nodo de Zúrich
- Línea nueva entre Mattstetten-Rothrist y consecuente reducción de tiempo de viaje entre Zúrich y Berna de 69 minutos a 58 min

4.4.1.5. Desarrollo e implementación

Ya en 1991 que el coste calculado había sido subestimado. Una implementación completa del proyecto *Bahn 2000* en el año 1985 había sido presupuestado con un crédito límite de 16.000 millones de francos suizos (nivel de precios de 1991). El

Gobierno ordenó en 1992 una reestructuración, haciendo por etapas el proyecto. El presupuesto para la primera etapa era un máximo de 7.400 millones de francos suizos.

Esta revisión tuvo las siguientes consecuencias:

- Renuncia a la nueva línea entre Winterthur y el aeropuerto de Zúrich.
- Aplicación parcial de las nuevas líneas Sviriez-Villars-sur-Glâne y Muttentz Olten (reducción del túnel Vauderens y Adler)
- El uso de trenes pendulares en lugar de una extensión de la línea al pie del Jura.
- Evitar extensiones de plataformas muy largas con el uso de trenes de dos pisos con una densidad mayor de asientos.

Otro cambio en el proyecto fue el nuevo trayecto de doble carril entre Zúrich-Thalwil en lugar de rehabilitar la línea existente necesaria para el tráfico de larga distancia (conexiones a Lucerna y Gotthard).

Este proyecto fue la primera etapa del *Bahn 2000* y se puso en funcionamiento el 12 diciembre de 2004 con un coste final de 5.900 millones de francos suizos.

4.4.1.6. Implementación de la primera etapa

En la implementación del proyecto, cada 2 años a partir de 1997 fueron puestos en funcionamiento partes del proyecto. La novedad más importante fue la puesta en marcha de la nueva línea, a partir del 12 Diciembre de 2004. Las innovaciones fueron las siguientes:

- Trenes cada media hora en trayectos de larga distancia.
- Mismo tiempo de viaje entre Ginebra y Zúrich vía Berna que por el trayecto entre Neuchâtel.
- Reducción del tiempo de viaje entre Zúrich y Berna 13 minutos.

Debido a la introducción tardía del nuevo sistema de control europeo ETCS (*European Train Control System*), las nuevas líneas y las líneas renovadas se complementaron con sistemas convencionales de señalización para soportar inicialmente la velocidad máxima de 160 kmh. A partir de marzo de 2007, todas las líneas nuevas funcionan con el sistema ETCS, permitiendo un aumento de la velocidad máxima a 200 km / h. La consiguiente reducción del tiempo de viaje hace que el Taktfahrplan (programa en el

que los trenes salen poco antes de en punto o y media de una estación principal) sea más eficiente en caso de retrasos de los trenes.

Como parte del proyecto ferroviario *Bahn 2000*, con el fin de introducir uniformidad en el lenguaje, los antiguos trenes regionales locales se pasaron a llamar con el nombre de *Regio* (abreviatura *R*) y los trenes regionales rápidos fueron renombrados *RegioExpress* (abreviatura *RE*) o *InterRegionales* (en forma abreviada *IR*).

4.4.1.7. Efectos en los tiempos de viaje

Como se ha comentado anteriormente, el proyecto *Bahn 2000* redujo los tiempos de viaje considerablemente, permitiendo llegar algunas ciudades más rápidamente. A continuación se pueden observar la mejora en dicho aspecto entre diversas ciudades suizas:

- Olten-Berna de 40 min a 26 min
- Zúrich-Berna de 69 min a 56 min
- Basilea-Berna de 67 min a 55 min
- Lucerna-Berna de 81 min (a través de Wolhusen-Langnau) a 60 min (a través de Sursee-Zofingen (línea nueva))
- Olten-Biel/Bienne de 41 min a 32 min (a través de línea nueva y renovación de la línea Inkwil-Derendingen)
- Zúrich-Berna-Ginebra de 2h 56min a 2h 43min
- Zúrich-Biel/Bienne-Ginebra de 3h09min a 2h 42min

A continuación se muestra un resumen de las intervenciones del proyecto *Bahn 2000* con el objetivo que tuvieron y el coste que ello implicó (véase tabla 4-2).

Trayecto	v _{máx}	Longitud	Construcción	Coste	Objetivo
<i>Basilea–Olten</i>	160 km/h	7 km	1992–2000	387 millones CHF	2min de ganancia de tiempo (Basilea–Zúrich en menos de 60min) Aumento capacidad
<i>Berna–Lausana</i>	140 km/h	2 km	1998–2001	84 millones CHF	Posibilidad trenes de doble altura
<i>Biel/Bienne–Lausana</i>	160 km/h	11 km	1993–2001	355 millones CHF	10min ganancia de tiempo (Biel/Bienne-Lausana en menos de 60min) doble carril
<i>Olten–Biel/Bienne</i>	200 km/h	11 km	1996–2003	107 millones CHF	9min ganancia de tiempo (Zúrich–Biel/Bienne en menos de 75min)
<i>Zúrich–Thalwil</i>	160 km/h	9 km	2002–2003	945 millones CHF	3min ganancia de tiempo Aumento de capacidad
<i>Bern–Olten</i>	200 km/h	52 km	1996–2004	1679 millones CHF	13min ganancia de tiempo (Berna–Zúrich en menos de 60min) Aumento capacidad
<i>Lausana–Visp</i>	160 km/h	7 km	1998–2004	270 millones CHF	2min ganancia de tiempo Doble carril
<i>Ginebra–Lausana</i>	140 km/h	14 km	1994–2004	264 millones CHF	Aumento de capacidad
<i>Lenzburg–Wohlen</i>		2 km	2008–2010	80 millones CHF	3a vía para conseguir trayectos regionales en 30min
<i>Wettingen–Spreitenbach</i>		1 km	2011–2013	72 millones CHF	Trayecto en 30 min para larga distancia

Tabla 4-2. Intervenciones realizadas por el proyecto Bahn 2000. Fuente: (SBB)

4.4.2. Proyecto NEAT

El nuevo enlace ferroviario a través de los Alpes llamado ‘*Neue Eisenbahn-Alpentransversale*’ (NEAT) es un gran proyecto ferroviario, que sirve para mejorar el enlace ferroviario en dirección Norte-Sur a través de los Alpes mediante la construcción de túneles. Los túneles tienen la finalidad de facilitar el paso de los Alpes y establecer una ruta directa apta para trenes de alta velocidad. Las siglas NEAT fueron reemplazadas más tarde por ‘Alptransit’.

El proyecto está compuesto por dos secciones principales, el eje San Gotardo (más al este) y el eje Lötschberg (más al oeste) (véase ilustración 4-10).

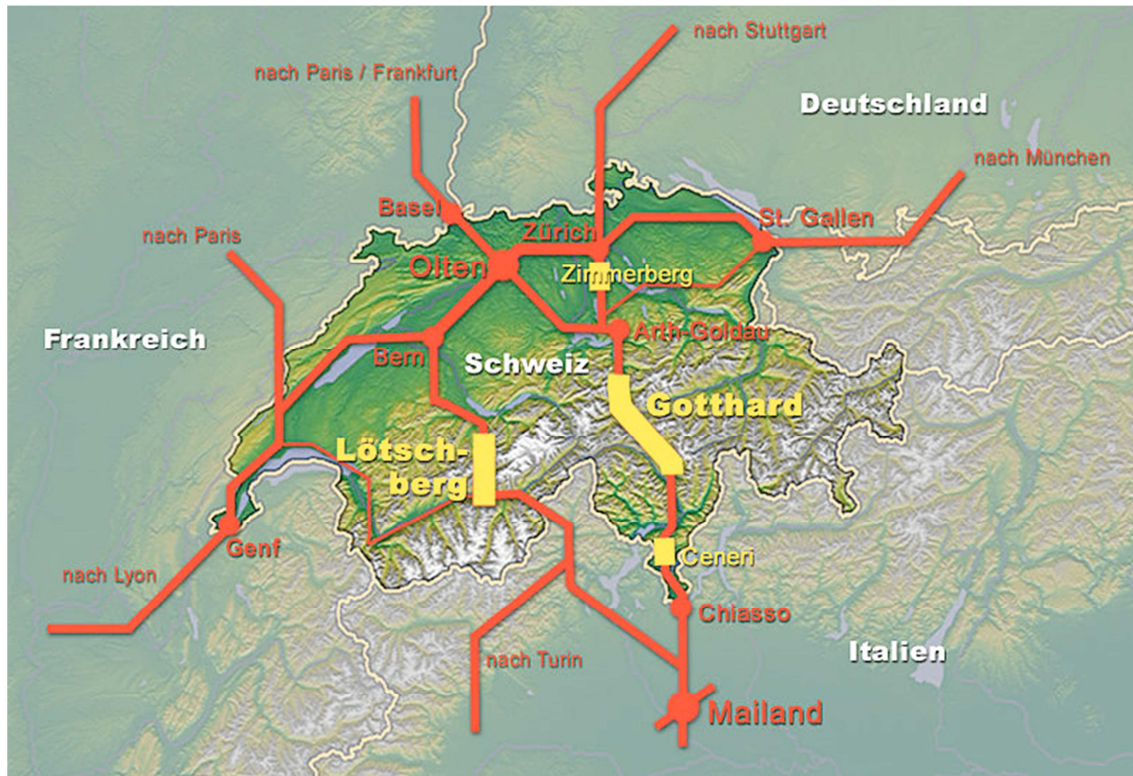


Ilustración 4-10. Esquema del proyecto NEAT. Fuente: (Verkehr)

4.4.2.1. Eje San Gotardo

El eje San Gotardo compuesto por los túneles de base de Zimmerberg (en el norte), de San Gotardo (en el centro) (véase ilustración 4-11) (57 km, 2017), y de Monte Ceneri (en el sur) (15 km, 2019) está siendo construido por la empresa Alptransit AG.

La ruta a través del paso de San Gotardo es una de las más importantes para atravesar los Alpes en el eje norte-sur de Europa.

El tránsito a través de esta ruta ha aumentado de manera exponencial desde 1980 y los trazados ferroviarios han llegado a su límite. A fin de solucionar estos problemas y de lograr una forma de atravesar los Alpes de una manera más rápida, la población suiza decidieron mediante un referéndum construir este túnel a través del Macizo de San Gotardo a nivel del suelo, 600 m por debajo del túnel ferroviario existente.



A través del trazado ferroviario actual los trenes de mercancías tienen limitado el peso máximo a 2.000 t usando dos o tres locomotoras. Una vez completado el nuevo túnel los trenes de

Ilustración 4-11. Eje de San Gotardo. Fuente: (Löw, 2006)

mercancías de hasta 4.000 t podrán atravesar los Alpes sin locomotoras adicionales y los trenes de pasajeros podrán circular hasta 250 km/h reduciendo sensiblemente los tiempos de viaje de los recorridos transalpinos.

Con el túnel de base San Gotardo se conectará Erstfeld con Bodio, construyéndose así el túnel más largo del mundo con 57 km. Hasta entonces, el récord lo tenía el túnel de Seikan en Japón con 53,9 km. Con la ejecución de dos túneles separados y todos los túneles de acceso, el túnel tendrá una longitud total de 153,5 km. La perforación concluyó el 15 de octubre de 2010. La infraestructura constará de dos túneles paralelos con una sola vía cada uno con túneles menores entre ellos que los comuniquen

El túnel de base de Zimmerberg tendrá una longitud de aproximadamente 20 km y una vez finalizado conectará Zúrich y Zug. El proyecto está dividido en dos partes. La primera, de aproximadamente 10 km, ya se encuentra habilitada al tránsito desde 2003 y conecta Zúrich (al norte) y Thalwil (al sur). La segunda parte del túnel nace como una ramificación de la primera cerca de la boca sur, en Nidelbad (cerca de Thalwil) y continúa hacia el sur hasta Zug.

El túnel de base de Monte Ceneri tendrá una longitud de aproximadamente 15,4 km y es la continuación hacia el sur del túnel de base San Gotardo. Los trabajos de construcción comenzaron el 2 de junio de 2006. La excavación de los túneles está prevista que finalice en 2018 y la apertura al tránsito ferroviario en 2019.

El proyecto tiene un coste de 9.830 millones de francos suizos y una vez construido, el tiempo de viaje entre Zúrich y Milán se reducirá de 4 horas 10 min a 2 horas y 40 min, mejorando de esta manera el tráfico entre Alemania e Italia. A continuación se muestra en la ilustración 4-12 el esquema del trayecto Basilea – Milán con los túneles que se van a construir.

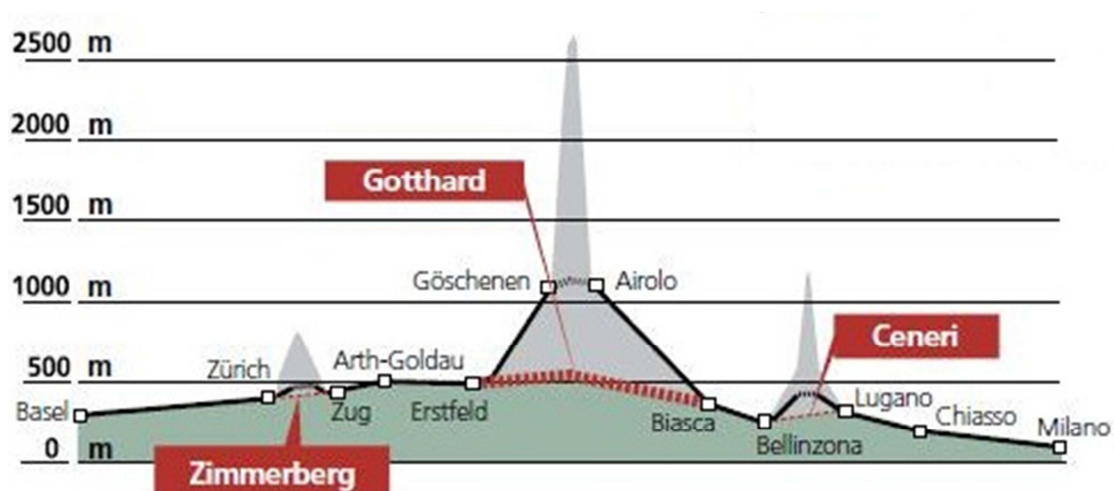


Ilustración 4-12. Esquema del trayecto Basilea-Milán con los túneles del proyecto NEAT. Fuente: (AG)

4.4.2.2. Eje Lötschberg

El eje Lötschberg incluye el nuevo túnel de base de Lötschberg. Este túnel de base tiene una longitud de 34,6 km y fue abierto al tráfico de mercancías el 16 de junio de 2007 y al de pasajeros el 9 de diciembre del mismo año, convirtiéndose en la primera infraestructura del proyecto AlpTransit en ser finalizada. El túnel reemplaza viejo túnel construido de 14,6 km construido en 1913 a mucha mayor altitud. La longitud total del túnel (con los túneles de acceso) es de 88,1 km. y el coste total se ha estimado 4.300 millones de CHF.

El viaje de Berna-Brig -(Italia) se ha reducido en un cuarto de hora con este túnel y las conexiones entre la Suiza de habla alemana y el Valais central se han reducido a través de mejores conexiones en más de una hora. En la tabla 4-3 se muestran las intervenciones realizadas

Trayecto	V _{máx}	Longitud	Construcción	Coste	Objetivo
<i>Landquart–Sedrun</i>		30 km	1998–2002	112 millones CHF	Aumento de la capacidad
<i>Túnel de base Lötschberg</i>	250 km/h	35 km	1995–2007	4302 millones CHF	15min ganancia de tiempo (Bern–Visp en menos de 60') Tráfico de mercancías
<i>Túnel de base San Gotardo</i>	250 km/h	57 km	1996–2016	11700 millones CHF	50min ganancia de tiempo (Zúrich–Milán en menos de 2h40min) Tráfico de mercancías
<i>Túnel de base Ceneri</i>	250 km/h	15 km	2006–2019	2000 millones CHF	10min ganancia de tiempo (Zúrich–Milán en menos de 2h40min) Tráfico de mercancías
<i>Construcción St. Gallen–Arth-Goldau</i>			2002–2014	83 millones CHF	Aumento de capacidad debido a doble carril

Tabla 4-3. Intervenciones realizadas por el proyecto NEAT. Fuente: (SBB)

4.4.3. Ley para la conexión a la red de alta velocidad ferroviaria europea

La ley para la conexión de Suiza a la red europea ferroviaria de alta velocidad del 18 Marzo de 2005 es un paquete de medidas para vincular la red ferroviaria suiza a Europa según un tratado entre Suiza y Alemania del 6 de Septiembre de 1996 y un tratado entre Suiza y Francia del 5 de Noviembre de 1999. El coste total de este paquete de medidas es de 1.300 millones de CHF. Los objetivos de dicha ley son los siguientes:

- La ley para la conexión a la red de alta velocidad debe fortalecer a Suiza como un lugar para los negocios y el turismo y para cambiar gran parte del transporte por carretera y tráfico aéreo al ferrocarril.

- La conexión debe servir para acortar los tiempos de viaje a Múnich, Ulm y Stuttgart, por un lado, y a París, Lyon y el sur de Francia por el otro.

4.4.3.1. Paquete de medidas

El paquete de medidas para la conexión de red ferroviaria suiza a la red de alta velocidad europea es el siguiente (véase tabla 4-4).

Trayecto	Medidas	Construcción	Ganancia de tiempo	Frecuencia de trenes
Zúrich – St. Gallen – Bregenz – Lindau – Geltendorf – Múnich	- Construcción entre St. Gallen y St. Margrethen: (80 millones de CHF) - Vía doble St. Fiden - Engwil (3,3 km) - Vía doble en Goldach - Aumento de velocidad por construcción para trenes pendulares - Aumento de capacidad entre Zúrich-Winterthur (77 millones de CHF) - Electrificación entre Lindau - Geltendorf (144 km, 75 millones de CHF) - 4 carriles en el tramo Múnich - Pasing - Büchenau	2010–2015	Múnich – Zúrich: 60min	2h en lugar de 4h
Zúrich – Bülach – Schaffhausen – Singen – Stuttgart	- Construcción de vía doble entre Hüntwangen - Rafz - Construcción de vía doble entre Jestetten - Fischerhölzlitunnel	2009–2011 2010–2012		30min en lugar de 60min
St. Gallen – Constancia – Singen	- Estructuras que cruzan la infraestructura, mejora de conexiones	2008–2015	St. Gallen–Stuttgart: 30min (mejores conexiones)	
Sargans – St. Margrethen	- Aumento de la velocidad Sargans - St. Margrethen	2011–2014	Sargans–St. Gallen: 5min	
Basilea – Mülhausen	- Conexión de un tren con el Euroairport	No se sabe		
Biel/Bienne – Belfort	- Reapertura de la ruta Biel / Bienne - Dent - Belfort para la conexión con la línea de alta velocidad Rhin-Rhône con coste de 40 millones de CHF	2006–2012	Biel/Bienne–París: 60min	
Mulhouse – Dijon	- Contribución de Suiza con 100 millones de CHF para el nuevo tren francés de alta velocidad entre Mulhouse - Dijon (línea de alta velocidad Rhin-Rhône)	2010–2011	Basilea–París: 30min Basilea–Lyon: 60min	
Lausana – Frasné – Dijon	- Cofinanciación del 50% del costo de 37 millones de euros para la construcción del trayecto en suelo francés Vallorbe / Pontarlier - Dole - Dijon.	2007–2009	Lausana – París: 15min	
Berna – Neuenburg – Pontarlier – Frasné – Dijon			Berna – París: 15min	
Ginebra – Bellegarde – Nurieux – Bourg-en-Bresse – Mâcon	- Contribución de 110 millones de euros de Suiza para la reapertura de la ruta francesa Bellegarde - Nurieux - Bourg-en-Bresse	2007–2010	Ginebra – París: 30min	

Tabla 4-4. Paquete de medidas para la conexión ferroviaria suiza a la alta velocidad europea. Fuente: (SBB)

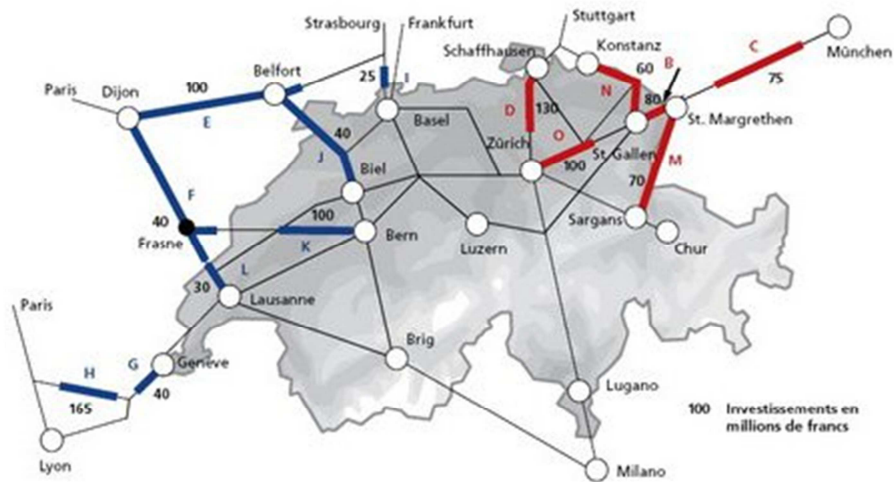


Ilustración 4-13. Inversión y trayectos para la conexión con la red de alta velocidad europea. Fuente: (SBB)

4.4.4. Futuro desarrollo de las infraestructuras ferroviarias ZEB

El Parlamento suizo aprobó en diciembre de 2008, el proyecto '*Zukunfite Entwicklung der Bahninfrastruktur (ZEB)*' (futuro desarrollo de la infraestructura ferroviaria). El proyecto *ZEB* llevará a cabo muchas de las medidas que tuvo que ser aplazadas en el otro proyecto *Bahn2000* por razones financieras. Los costes son relativamente bajos (5,2 millones de CHF), porque los proyectos caros y polémicos se han aplazado a una segunda etapa denominada *Bahn2030* (Ferrocarril 2030). La aplicación del proyecto *ZEB* debe comenzar en 2014, pero la fecha de finalización no está fijada todavía.

El proyecto *ZEB* está destinado a aumentar la capacidad en larga distancia de pasajeros y tráfico de mercancías, mejorando el rendimiento, aumentando el número de nodos, acortando los tiempos de viaje en el eje Este-Oeste y eliminando las limitaciones de capacidad en el eje Norte-Sur. De esta manera, se puede decir que el proyecto *ZEB* persigue objetivos similares al proyecto *Bahn2000*. Dichos objetivos son los siguientes:

- Los tiempos de viaje se verán reducidos, el sistema de nodos tendrá buenas conexiones y se mejora la oferta de trenes.
- El transporte de larga distancia es sistematizado y queda todavía espacio libre para los trayectos regionales.
- Mejora de la capacidad necesaria para el transporte ferroviario de mercancías a través de los Alpes, mediante la reducción de tiempo entre dos trenes consecutivos en San Gotardo.
- La capacidad del tráfico de mercancías en el eje Este-Oeste se mejora y el tráfico más rápido.

El proyecto *ZEB* completa el concepto de los nodos de *Bahn 2000*. Objetivo de *ZEB* es disminuir el tiempo de viaje entre el Este y el Oeste de Suiza en media hora y garantizar la capacidad suficiente. Por lo tanto, la atractividad del eje Oeste-Este aumentará considerablemente y establecerse como columna vertebral del transporte ferroviario suizo. Con el proyecto *ZEB* será posible unas reducciones de tiempo de viaje en Suiza de hasta un 25 por ciento del tiempo de viaje.

4.4.4.1. Paquete de medidas

Para alcanzar los objetivos se van a tomar medidas en todas las partes del país para mitigar las limitaciones de capacidad, densificar el transporte ferroviario, acortar los tiempos de viaje, reducir el intervalo de tiempo entre dos trenes y aumentar la capacidad de los nodos. Los costes van a ser financiados con recursos del Fondo de Financiamiento Público de Transporte. Estas medidas se pueden observar en la siguiente tabla 4-5, con su coste y el objetivo con el cual se harán.

Trayecto	Construcción	Coste	Objetivo
Basilea–Italia (Línea de San Gotardo)	2012-2019	560 millones CHF	Aumento de la capacidad (Transporte de mercancías): Reducción de tiempo entre trenes, mejora de cruces, doble vía
Olten–Aarau	2012-2020	400 millones CHF	Aumento de capacidad (trenes cada 15 min Zúrich-Bern), reducción tiempo de viaje
Bellinzona–Luino	2014-2016	210 millones CHF	Aumento de capacidad (Transporte de Mercancías): Reducción de tiempo entre trenes, doble carril (Locarno)
Basilea–Olten	2015-2025	150 millones CHF	Aumento de capacidad: Cruce Liestal
Zúrich–Olten	2016-2017	300 millones CHF	Aumento de capacidad: Cruce Olten, 4a vía entre Dulliken–Däniken
Zúrich–Kreuzlingen/Romanshorn	2016-2019	90 millones CHF	3 minutos ganancia de tiempo (por debajo de 75min), Aumento de capacidad (Mejora en los cruces)
Lausana–Ginebra (Lausana-Renens)	2016-2020	270 millones CHF	Mejora de la capacidad mediante una 4a vía
Berna–Interlaken	2016-2021	190 millones CHF	Mejora de la capacidad: Cruce Wylerfeld
Berna–Interlaken	2016-2021	100 millones CHF	4min de ganancia de tiempo (tiempo de viaje: 49min), aumento de capacidad (doble carril Thunersee)
Zúrich–St. Gallen (por Winterthur)	2023-2025	140 millones CHF	Reducción de tiempo de viaje (Zúrich-St. Gallen en 57 min)

Tabla 4-5. Intervenciones que se van a realizar en el proyecto *ZEB*. Fuente: (FinöV)

Algunas de las medidas son una vía de cuatro carriles entre Olten y Zúrich, así como la mejora diferentes estructuras de cruce, la mejora de la capacidad para el transporte de mercancías a través de los Alpes, en particular mediante la reducción de tiempo entre

dos trenes consecutivos en San Gotardo o la reducción de los tiempos de viaje, haciendo posible la conexión de los nodos entre en Biel / Bienne, Lausana y Delémont en hora en punto.

4.4.5. Proyecto FABI y proyecto STEP (Bahn 2030)

En principio estaba previsto que el proyecto *Bahn2030* (Ferrocarril 2030) se dividiese en dos variantes de 12.000 y 21.000 millones de CHF continuando con el proyecto *ZEB*. Sin embargo, esta idea se dejó de lado y se optó por medidas más pequeñas. La mayoría de las posibles medidas se han incluido en el programa *STEP* (*Strategisches Entwicklungsprogramm Bahninfrastruktur*) (Programa de desarrollo estratégico de la infraestructura ferroviaria), en el que aproximadamente cada cinco años las medidas más urgentes son seleccionadas. Como contrapropuesta de la iniciativa popular "Por el transporte público", el Consejo Federal acaba de presentar un primer catálogo de medidas: conocido como *FABI* (*Finanzierung und Ausbau Bahninfrastruktur*) (financiación y expansión de la infraestructura ferroviaria) y tiene un presupuesto de 3.500 millones de CHF. Las principales mejoras son un tren interregional IC cada 15 minutos entre Ginebra-Lausana, trenes cada 30 min. entre los trayectos Lausana- Biel, Berna-Lucerna, Zúrich-Chur, Zúrich-Lugano y Landquart-St.Moritz. Los proyectos que se quieren hacer son los siguientes (véase tabla 4-6):

Trayecto	Coste	Objetivo
<i>Zúrich–Chur</i>	130 millones CHF	Capacidad para un tren cada 30min mediante carriles para adelantamientos
<i>Lugano–Locarno (Contone–Tenero)</i>	150 millones CHF	Capacidad para un tren cada 30min mediante carril doble
<i>Zúrich–Lugano</i>	100 millones CHF	Capacidad para un tren cada 30min mediante vía en Lugano
<i>Berna–Lucerna</i>	60 millones CHF	Capacidad para un tren cada 30min mediante diversas medidas de pequeña índole
<i>Berna–Zúrich</i>	620 millones CHF	Capacidad para un tren cada 15min, aumento de trenes regionales
<i>Basilea–Liestal</i>	490 millones CHF	Capacidad para tren con 3 horas de duración hacia Liestal mediante construcción de estación Basilea Este
<i>Lausana–Biel (Túnel de Ligerz)</i>	390 millones CHF	Capacidad para un tren cada 30min y de tráfico de mercancías mediante doble carril
<i>Ginebra–Lausana</i>	330 millones CHF	Capacidad para un tren cada 15min mediante carriles para adelantamientos
<i>Zermatt–Fiesch</i>	20 millones CHF	Capacidad para un tren cada 30min Zermatt-Fiesch como para un tren cada 15 min entre Zermatt-Täsch
<i>Giswil/Stans–Lucerna</i>	90 millones CHF	Capacidad para un tren cada 15min mediante doble carriles y mejora de cruces
<i>Rapperswil–St. Gallen</i>	55 millones CHF	Aumento de la capacidad mediante trenes más largos
<i>Chur–Davos/St. Moritz</i>	150 millones CHF	Capacidad para un tren cada 30min

Tabla 4-6. Proyectos planeados en el proyecto FABI. Fuente: (www.bfs.admin.ch)

Por *STEP* (Programa de desarrollo estratégico de infraestructuras ferroviarias) se entiende a todos los proyectos que serán recogidos y son elegibles para la su construcción pero que todavía no se han acordado. Se tratan de medidas con un coste de casi 40.000 millones de francos suizos.

De esta manera, se pretende que a la larga el sistema ferroviario suizo tenga el aspecto de la ilustración 4-14, en el que se puede observar el sistema de nodos explicado con anterioridad. Se muestra la duración entre los diversos trayectos y a qué hora deben salir y llegar los trenes a las estaciones. Todos los trenes llegan a las estaciones principales un poco antes de en punto o y media, y abandonan la estación poco después de en punto o y media (algunas estaciones es a y cuarto o menos cuarto, véase Schaffhausen o Kreuzlingen). De esta manera, los tiempos para el cambio de tren son inferiores, ya que todos los trenes llegan a la misma hora a la estación principal y en pocos minutos salen de ella

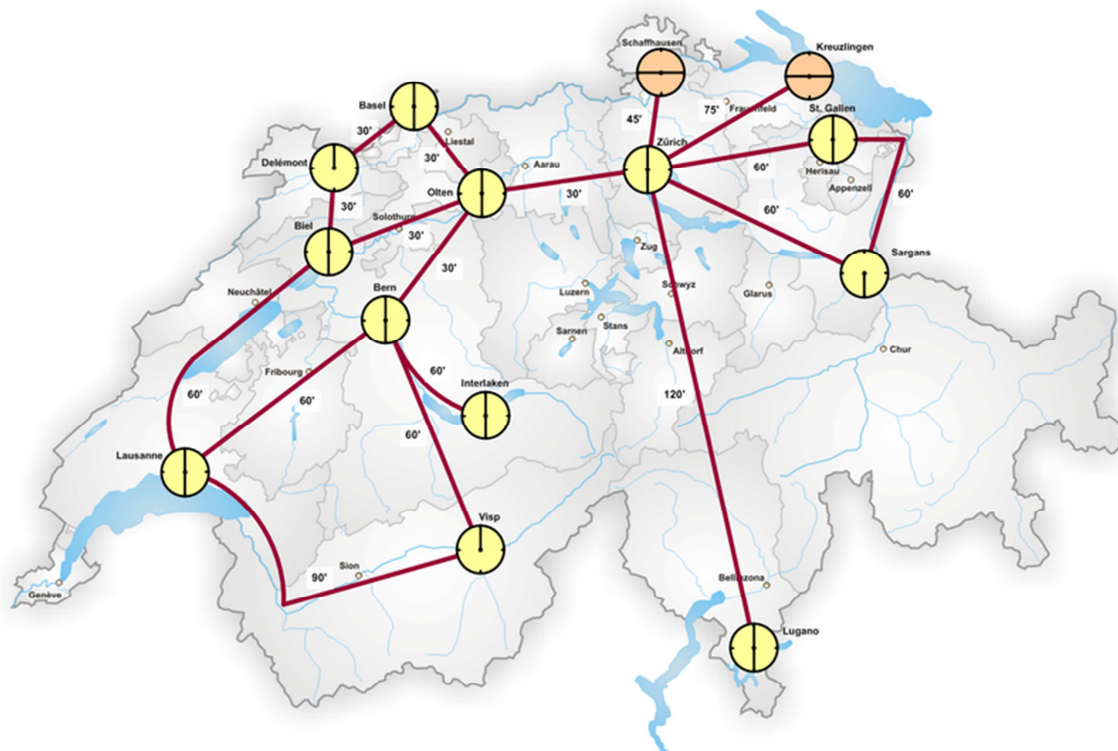


Ilustración 4-14. Sistema ferroviario suizo y de nodos en el año 2030. Fuente: (Christian Kräuchi, 2004)

4.4.6. Suiza con el transporte sostenible

Desde los años 80, Suiza ha desarrollado un marco para reducir los impactos negativos del transporte y hacer un sistema de transporte más sostenible para la economía, sus ciudadanos y su medio ambiente. Cuando estas políticas se adoptaron, sus países vecinos europeos se mostraban escépticos en cuanto a estas medidas para el transporte. Pero en los últimos años esto ha cambiado de tal manera que los mandatarios europeos están convencidos que este es el modelo a seguir en la Unión Europea, de tal manera que se cita como un ejemplo positivo en el Libro Blanco de 2001 de la Comisión.

La política de transporte suiza tiene tres objetivos clave:

- Los impactos negativos del transporte, como las emisiones de CO₂ o la polución, se deben reducir.
- El transporte debe ser eficiente y asequible. El valor del ferrocarril se reconoce logrando este objetivo, aunque se acepta que su mantenimiento y modernización son costosos.
- El transporte no para en las fronteras. Por ello, el transporte suizo debe estar integrado en la política de transporte europeo.

Desde 1987, los ciudadanos suizos han confirmado repetidamente sus obligaciones para estos objetivos y aprobaron la política de transporte suiza en referéndum. Los objetivos se basaron en cinco medidas: reforma del ferrocarril, acuerdo bilateral entre UE y Suiza, políticas de cambio modal, modernización de la infraestructura ferroviaria, y tarifas para vehículos pesados.

Las tarifas para los vehículos pesados están basadas en la distancia, el peso y las emisiones aplicadas a todos los vehículos por encima de 3,5 toneladas y en todas las carreteras dentro de Suiza. Los vehículos domésticos se tratan de la misma manera que los de fuera para seguir un principio de no-discriminación. El propósito de esta tarifa es el de asegurar que los vehículos pesados paguen la verdadera infraestructura y los costes externos. El 1 de enero de 2001, Suiza introdujo la primera etapa de esta tarifa. Al mismo tiempo se incrementaba el límite de peso a 34 toneladas (en 2005 pasó a 40 toneladas). La primera tarifa en 2001 fue de 1 cent Euro por tonelada/km con una emisión media. Después de la apertura del túnel ferroviario de Lötschberg en 2007, la tarifa alcanzó su máximo nivel de 0,0275 CHF por tonelada/km. Esto equivale a un precio de 325 CHF (290 € aprox.) para un trayecto con un vehículo pesado de 40 toneladas entre la frontera alemana y la italiana.

4.5. Análisis comparado de la política europea suiza y la política suiza

Anteriormente se han explicado las políticas de principales países de la unión europea. Se puede observar que la estrategia de estos países europeos ha sido diferente a la de Suiza.

Países como Alemania o Italia han intentado adecuar las vías existentes a la alta velocidad. En el caso de Alemania, la Deutsche Bahn (DB) ha optado por acondicionar las infraestructuras existentes, modificando las características de vía en algunas zonas, y sobre estas actuaciones se utilizó un material ferroviario de última tecnología, capaz de superar los 300 km. por hora. Únicamente dos líneas fueron nuevas construcciones:

Hannover – Würzburg y Mannheim – Stuttgart. En el futuro sí que se pretende la construcción de nuevas vías para unir las a la red de alta velocidad.

Si observamos Italia, únicamente la línea Florencia – Roma fue expresamente construida para albergar la alta velocidad. En el resto de casos se ha intentado adecuar las líneas existentes para poder permitir la alta velocidad. Italia ha elaborado un plan de transporte ferroviario a largo plazo con la implementación de la alta velocidad en dos grandes ejes en forma de T. Por un lado, Milán – Florencia – Roma – Nápoles, donde se integra el tramo de la Direttissima ya en servicio, y por otro lado Turín – Milán – Verona – Venecia, con un ramal a Génova.

En el caso de Francia y España, se optó por la construcción de vías nuevas para incluir la alta velocidad en el territorio. El éxito de la primera línea de alta velocidad en Francia hizo que el gobierno francés optase por la densificación de las líneas de alta velocidad, mientras que en España la alta velocidad es relativamente nueva. En los últimos años, el Gobierno español ha destinado muchos recursos para completar la red ferroviaria, tan deseada. De esta manera, España ha pasado a tener la red de alta velocidad más extensa de Europa, pese a tener una orografía claramente accidentada.

La política que han seguido todos estos países ha sido la de aumentar la velocidad comercial, disminuyendo así considerablemente los tiempos de viaje entre las ciudades. Para ello, han intentado en algunos casos acondicionar las vías existentes o en otros casos, por la construcción de vías nuevas.

No es el caso de Suiza, que desde un principio no quiso apostar por la alta velocidad, pero sí por mejorar la calidad de la red ferroviaria existente para cubrir las crecientes necesidades de movilidad de la población mediante el ferrocarril. Para ello, se hicieron intervenciones para hacerlo más rápido, más frecuente y más cómodo.

Con rápido no nos referimos a la conexión entre dos estaciones, sino a un aumento de la velocidad en toda la red ferroviaria y no únicamente reducir el tiempo de viaje entre dos puntos. Ello se logró en parte, reduciendo el tiempo en los cambios de tren con el nuevo sistema, en el que todos los trenes llegan minutos antes de en punto o y media, y salen minutos después.

Se ha intentado mejorar la frecuencia de las conexiones, no sólo entre dos ciudades sino en las aglomeraciones para mejorar la atractividad del transporte público, ampliando la capacidad y con material rodante adicional. Horarios más densos y principales trayectos en media o una hora, como mejorar la oferta en trayectos demandados han copado los esfuerzos del Gobierno Suizo en los últimos años.

Mediante la introducción del nuevo sistema de control europeo ETCS, se pudo aumentar la velocidad en las vías existentes, así como mejorar la capacidad al poder reducir el tiempo entre dos trenes consecutivos.

En el caso de los Alpes, ha sido necesario la construcción de túneles con el que se ha reducido considerablemente el tiempo de viaje entre el norte y el sur, así como haciendo posible el transporte ferroviario de mercancías a través de los Alpes.

Es por ello, que es interesante analizar si esta política seguida por el Gobierno Suizo ha sido acertada, si consideramos únicamente la postura de Suiza. En el caso, que consideremos a Suiza en el conjunto de la Unión Europea, analizar si beneficia al resto de países europeos o no. Dichos temas se tratarán de explicar en los siguientes apartados, recopilando datos interesantes y que ayudarán a comprender el porqué de esta política.

5. Reflexión personal sobre lo acertado o no de la política suiza

5.1. Proyecto propio de la alta velocidad

No existe ningún estudio previo en Suiza para la construcción de una red de alta velocidad. Nunca se ha determinado ningún trazado, pero para reflexionar sobre si la política suiza ha sido acertada o no, deberíamos considerar la posibilidad de construir una red ferroviaria en Suiza de alta velocidad y lo que ello aportaría a los ciudadanos y el coste que eso supondría. Dicha red de alta velocidad debería discurrir entre los trayectos más demandados y las ciudades con una mayor población. A continuación, se muestran las ciudades con mayor población en el territorio suizo:

- Zúrich, 353.485 habitantes, cantón de Zúrich
- Ginebra, 179.019 habitantes, cantón de Ginebra
- Basilea, 160.663 habitantes, cantón de Estado de Basilea
- Berna, 121.242 habitantes, cantón de Berna
- Lausana, 118.606 habitantes, cantón de Vaud
- Winterthur, 96.851 habitantes, cantón de Zúrich
- Sant Gallen, 69.713 habitantes, cantón de Sant Gallen
- Lucerna, 57.913 habitantes, cantón de Lucerna
- Lugano, 55.907 habitantes, cantón de Ticino
- Biel, 49.089 habitantes, cantón de Berna

Como se puede observar, las ciudades no son de gran tamaño. Sólo Zúrich supera los 300.000 habitantes, pero existe una amplia red de ciudades medias. Se puede observar que la mayoría de grandes ciudades en Suiza se encuentran en el eje Este-Oeste. Únicamente Basilea (al norte en la frontera con Francia y Alemania) y Lugano (al sur, cerca de Italia) están alejadas del eje Este-Oeste. El resto se encuentran en la zona media del país y por la que actualmente discurren la mayoría de viajes en el país. Es importante fijarse en la escasa población en la zona de los Alpes, en la que las adversidades en esta zona del país debido a las montañas son importantes.

El uso de la población suiza del eje Este-Oeste se puede apreciar especialmente en los dos siguientes mapas. En el primero (ilustración 5-2), se observa el uso de la red ferroviaria, viendo de una manera clara los trayectos más viajados en el país. En cambio, en el segundo (ilustración 5-3) se pueden contemplar los trayectos por carretera de una manera visual también. En estas dos ilustraciones, se ve de una manera clara la

gran importancia del eje Este-Oeste, debido al gran número de ciudades importantes en ese eje.

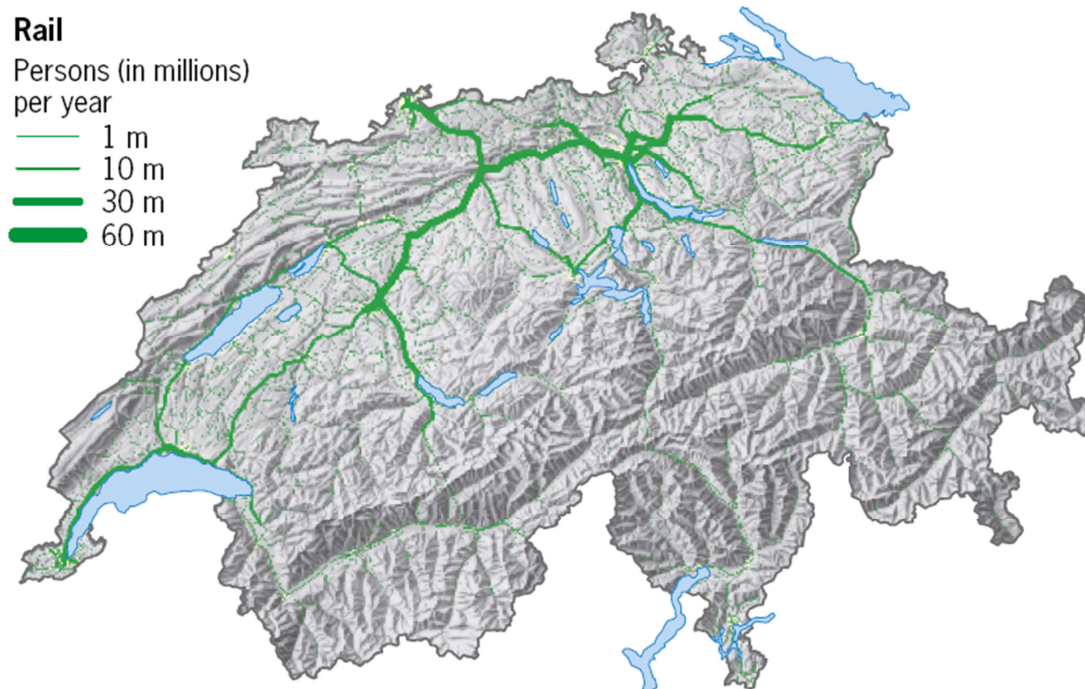


Ilustración 5-1. Mapa que muestra el uso de la red ferroviaria en cuanto al número de pasajeros. Fuente: (www.bfs.admin.ch).

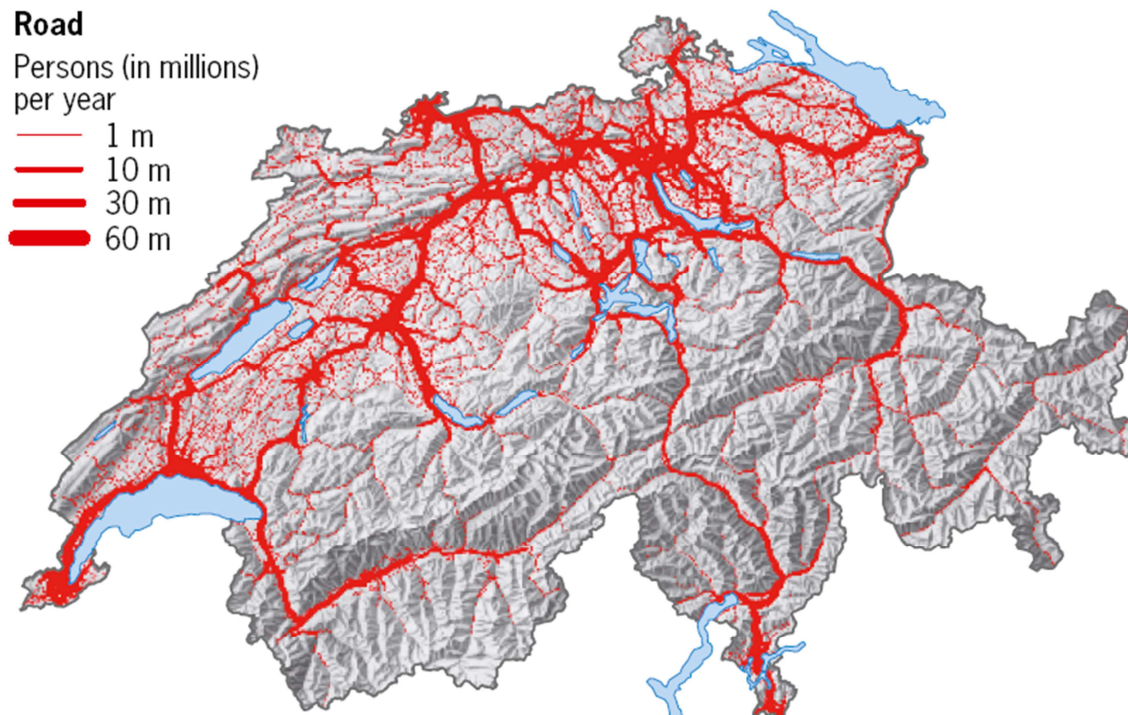


Ilustración 5-2. Mapa que muestra el uso de la red de carreteras suiza. Fuente: (www.bfs.admin.ch).

De esta manera, nuestro proyecto para la red de alta velocidad transcurriría básicamente a través de dos ejes. Un eje Este-Oeste desde Ginebra (con Conexión a Francia) hasta Sant Gallen (con conexión a Austria) y otro eje Norte- Sur desde Basilea (con conexión a Alemania y Francia) hasta Lugano (con conexión a Italia).

Debería pasar por las principales ciudades suizas, empezando al Oeste por Ginebra hacia el Este pasando por Lausana, Berna, Olten, Zúrich y St. Gallen. En este eje se ha incluido Olten al ser un punto clave entre el eje Este- Oeste y Norte-Sur. Se debería también estudiar la posibilidad de hacer parada en la ciudad de habla franco alemana de Fribourg, ya que también es una ciudad media importante en Suiza.

El eje Norte-Sur empezaría en Basilea y transcurriría hacia el Sur a través de Olten, Lucerna y posteriormente Lugano. Cabe remarcar que en el trayecto entre Lucerna y Lugano se deberían cruzar los Alpes y que actualmente, entre las ciudades de Zúrich y Lugano se están construyendo los túneles base de Zimmerberg, San Gotardo y Ceneri. Vemos entonces la importancia que obtendría Olten en el transporte ferroviario, ya que sería ahí, en dónde se produciría la unión de ambos ejes y los trasbordos de trenes.

A partir de Ginebra se podría seguir la alta velocidad hacia Francia y poder llegar a ciudades francesas como Lyon o París en poco tiempo. De igual manera, desde Basilea tendríamos salida a Francia y Alemania y desde Lugano estaríamos muy cerca de Milán, pudiendo así disponer de una conexión rápida entre Italia y Francia y Alemania. Al Este sería posible la comunicación con Austria al igual que con Alemania para poder llegar a Múnich con una considerable reducción de tiempo. En el siguiente mapa se puede observar nuestra propuesta de alta velocidad en Suiza (véase ilustración 5-4).

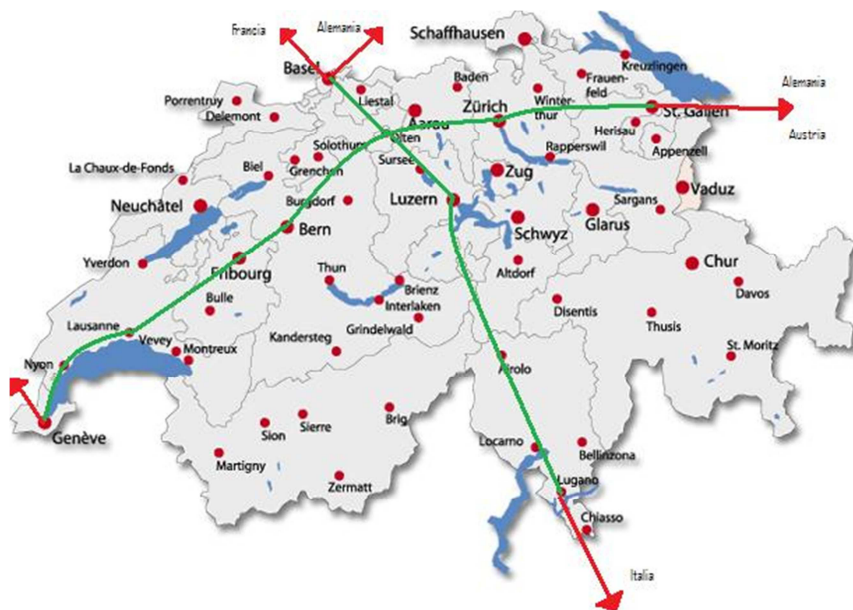


Ilustración 5-3. Mapa de la posible red de alta velocidad suiza. Elaboración propia.

5.1.1. Distancias de la red de alta velocidad propuesta

A continuación procederemos a calcular las distancias de la red de alta velocidad propuesta. Con dichas distancias, se podrá calcular de una manera aproximada el coste que supondría la construcción de estas infraestructuras.

Los kilómetros entre las distintas ciudades se han obtenido mediante la página web (www.viamichelin.com). De esta manera, se han obtenido los kilómetros entre las distintas ciudades mediante carretera. Se ha observado que las distancias por carretera y mediante la red de alta velocidad entre las diferentes ciudades europeas unidas por la alta velocidad no difieren demasiado. En las siguientes tablas (tabla 5-1 y tabla 5-2) se detallan las distancias entre ciudades del eje Este – Oeste y eje Norte – Sur respectivamente.

Eje Este-Oeste	Distancia (km)
<i>Frontera francesa - Ginebra</i>	6
<i>Ginebra - Lausana</i>	65
<i>Lausana - Berna</i>	102
<i>Berna - Olten</i>	69
<i>Olten - Zúrich</i>	75
<i>Zúrich - St Gallen</i>	84
<i>St. Gallen - Frontera Austriaca</i>	27
Total	428

Tabla 5-1. Distancia entre ciudades del eje Este – Oeste.

Eje Norte - Sur	Distancia (km)
<i>Frontera francesa - Basilea</i>	3
<i>Basilea - Olten</i>	52
<i>Olten - Lucerna</i>	54
<i>Lucerna- Lugano</i>	168
<i>Lugano - Frontera italiana</i>	26
Total	303

Tabla 5-2. Distancia entre ciudades del eje Norte – Sur

5.1.2. Coste de la red ferroviaria propuesta

Un estudio publicado por la Unión Europea en el año 2003 señalaba que la inversión necesaria para la construcción de una línea de alta velocidad se situaba en el intervalo comprendido entre 10 y 50 millones de euros por kilómetro. En el límite inferior se sitúa la línea TGV-Este (que no tenía ningún túnel) y en el límite superior debemos nombrar a las líneas Seúl – Pusan (40 millones de euros por kilómetro) y la HZL frontera belga – aeropuerto de Schiphol) con un coste de 50 millones de euros por kilómetro (Pita, 2010).

En el año 2009, I.Coucher, director de Network Rail, aprovechando la realización de los estudios de evaluación del coste de las líneas de alta velocidad entre Londres y Glasgow y Edimburgo, mostró los costes unitarios por kilómetro de diversas líneas de alta velocidad ya realizadas en diversos países como España, Francia, Alemania, Japón, Italia, Taiwan y Holanda (véase ilustración 5-4).

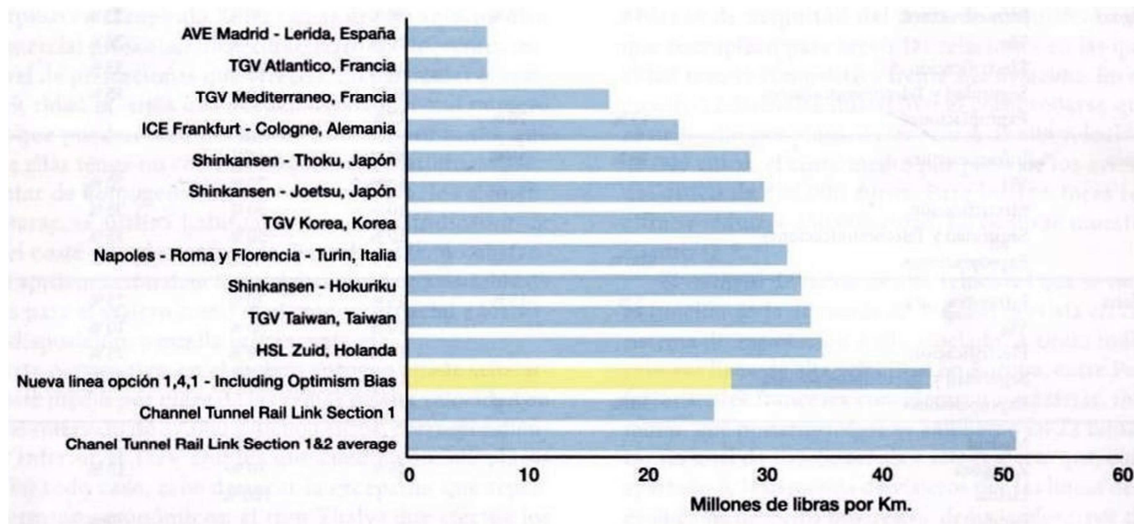


Ilustración 5-4. Coste medio por kilómetro de líneas de alta velocidad. Fuente: (Coucher, 2009)

Como ya se ha comentado con anterioridad, Suiza es un país muy montañoso y ello provoca que los costes para la construcción de la red ferroviaria sean mayores a la de otros países. Las curvas tienen que ser de radio alto para evitar excesivas fuerzas centrífugas que incomoden a los pasajeros. En los primeros trazados esta limitación era de curvas de un mínimo de 4 km de radio, pero actualmente la limitación está en radios de 7 km para poder circular a velocidades de 350 km/h. Otro aspecto importante es la pendiente máxima que pueden tener los trazados pudiendo ser de hasta un 3,5%. Estas características que debe tener la vía hacen que el proyecto se encarezca, ya que más puentes y túneles son necesarios para salvar las diferencias geográficas en los trayectos.

Como ejemplo, cabe destacar el túnel de Lötschberg que ha sido construido hace pocos años e inaugurado en 2007, en el que el proyecto total costó 4.300 millones de CHF para un túnel de 34,6 kilómetros. Aproximadamente el coste por kilómetro asciende a unos 125 millones de CHF (aprox. 102 millones de euros). A parte de este proyecto se están realizando otros proyectos como el túnel base de Zimmerberg, San Gotardo y Ceneri con costes unitarios similares. Es posible observar dicha diferencia orográfica entre los países europeos en la ilustración 5-5, en la que se muestran las dificultades geométricas de las líneas de ferrocarril en algunos países comparando las vías ferroviarias de algunos países europeos.



Ilustración 5-5. Dificultades geométricas de las líneas de ferrocarril en algunos países europeos.
Fuente: (Plan de transporte ferroviario)

De esta manera, se podría establecer que el coste para la construcción de la alta velocidad estaría en los límites superiores establecidos por la Unión Europea en 2003 y la consideraremos de aproximadamente unos 45 millones de euro por kilómetro. Se tendría que tener en cuenta también, los costes para la adquisición de material. El número de ramas de alta velocidad que se adquirirá será en función de la demanda prevista de viajeros previsto en cada línea y del sistema de explotación a ella asociado. Aproximadamente el número de ramas de alta velocidad oscila entre 18 y 25 millones de euros cada una.

De esta manera, podríamos decir que el coste aproximado de la construcción del eje Este – Oeste sería de unos 19.300 millones de euros, mientras que el eje Norte – Sur tendría un coste aproximado de 13.700 millones de euros, que da un total de 33.000 millones de euros para poder construir la red de alta velocidad en el país, a lo que se le tendría que sumar el coste de adquisición de material.

5.1.3. Reducción de tiempos entre trayectos

La introducción de la red nueva traería consigo un aumento de la velocidad comercial de los trenes en el país, que provocaría una reducción de los tiempos de viajes entre ciudades y así aumentar la atractividad del tren respecto otros medios de transporte.

Se han calculado los tiempos de viaje para una velocidad comercial de 200 km/h y se han comparado con los tiempos de viaje realizados por carretera en automóvil (www.viamichelin.com) y con los de los trenes convencionales actuales en Suiza (SBB).

En la tabla 5-3 se muestran los diferentes trayectos con la comparación de los tiempos de viaje y el ahorro de tiempo, respecto el tren convencional.

De	A	Tiempo de viaje por carretera	Tiempo de viaje por ferrocarril	Tiempo de viaje con alta velocidad	Reducción de tiempo respecto tren convencional
Zúrich	Basilea	1h4m	53m	39m	14m
Zúrich	St Gallen	1h 2m	1h	26m	34m
Zúrich	Berna	1h 25m	56 min	43m	13m
Zúrich	Lugano	2h 21m	2h 45m	1h 30m	1h15m
Zúrich	Lucerna	35m	45m	39m	6m
Berna	Lucerna	1h 13m	1h	37m	23m
Berna	Basilea	1h09m	58m	37m	19m
Berna	Lausana	1h11m	1h06m	31m	35m
Lausana	Ginebra	46m	33m	20m	13m
St Gallen	Ginebra	3h 32 m	3h 58m	1h 47m	2h 11m
Basilea	Lugano	2h 57 m	3h 38m	1h 20m	2h 18m

Tabla 5-3. Comparación de tiempos de viajes entre los distintos modos de transporte. Elaboración propia.

Se puede observar como los tiempos entre el automóvil y el tren convencional no difieren mucho en la actualidad. Con la alta velocidad en cambio, se conseguirá en algunos trayectos una mejora considerable del tiempo de viaje. Considerando todo el eje Este – Oeste, desde Ginebra hasta St. Gallen, actualmente se tarda en tren 3h y 58 min, que con una velocidad comercial de 200 km/h se podría reducir este tiempo hasta llegar en 1h y 47 min, reduciendo ese trayecto 2h y 11 min. En el eje Norte – Sur sucede algo similar. Actualmente, entre Basilea y Lugano se tarda 3h y 38 min en tren, mientras que con la alta velocidad se podría reducir en 2h y 18min este viaje, pudiéndose desplazarse entre ambas ciudades en 1h y 20 min.

Es especialmente interesante observar, la mejora en las comunicaciones hacia el sur del país (Lugano). A día de hoy se tarda mucho en viajar hacia el sur debido a los Alpes. Es por ello, que el actual Gobierno Suizo también se decidió por el proyecto NEAT, que mejorará las relaciones a través de los Alpes.

5.2. Características del transporte ferroviario suizo

5.2.1. Número de viajes

El año pasado en 2010 en el sector de pasajeros, las redes ferroviarias suizas obtuvieron un registro diario de 951.000 pasajeros para un total de 347,1 millones de pasajeros anuales. El número de viajes de pasajeros ha ido aumentando progresivamente en los últimos años como se puede observar en el gráfico 5-1:

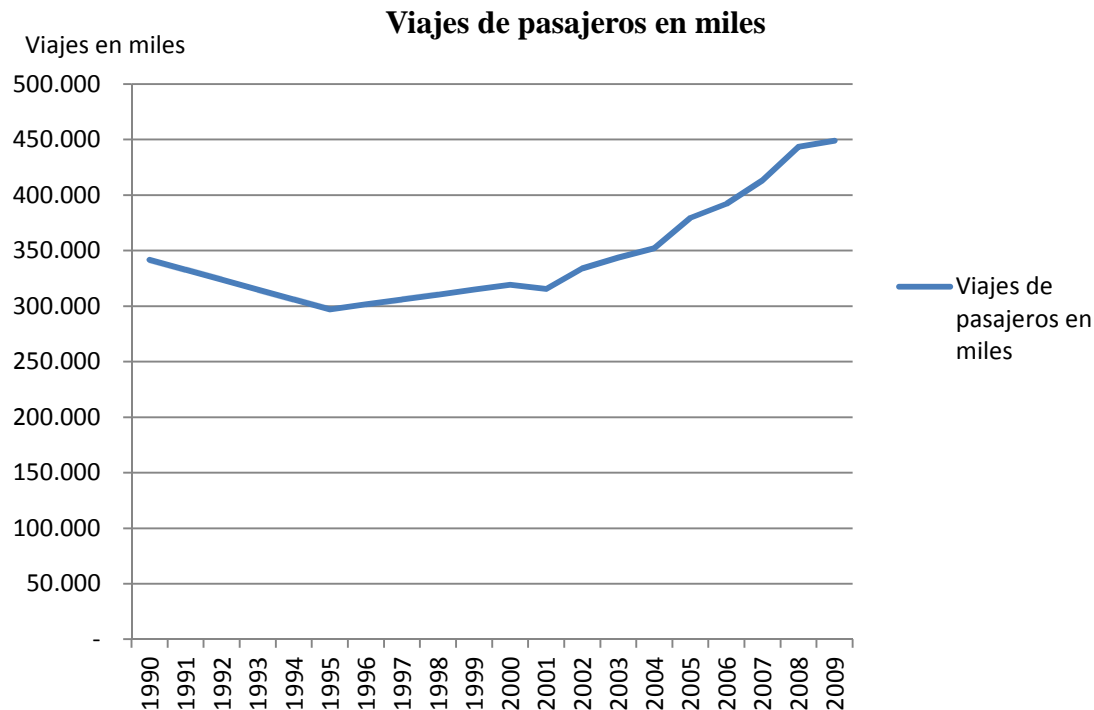


Gráfico 5-1. *Viajes de pasajeros en Suiza en miles. Elaboración propia según datos de (www.bfs.admin.ch).*

Suiza está situada en una zona estratégica en Europa debido a su situación geográfica. Se sitúa en medio de países con un gran potencial en el marco europeo y mundial. En el ámbito del tráfico de viajeros, los suizos se desplazan principalmente en tren hacia los países vecinos de Alemania, Italia y Francia en su mayoría, al igual que reciben un gran número de viajeros de dichos países. En menor medida se encuentra Austria en este aspecto. El número de viajes desde Suiza hacia otros países, al igual que desde otros países hacia Suiza se pueden observar en el gráfico 5-2, en el cuál se puede ver la gran diferencia de viajes entre los países fronterizos y los otros países.

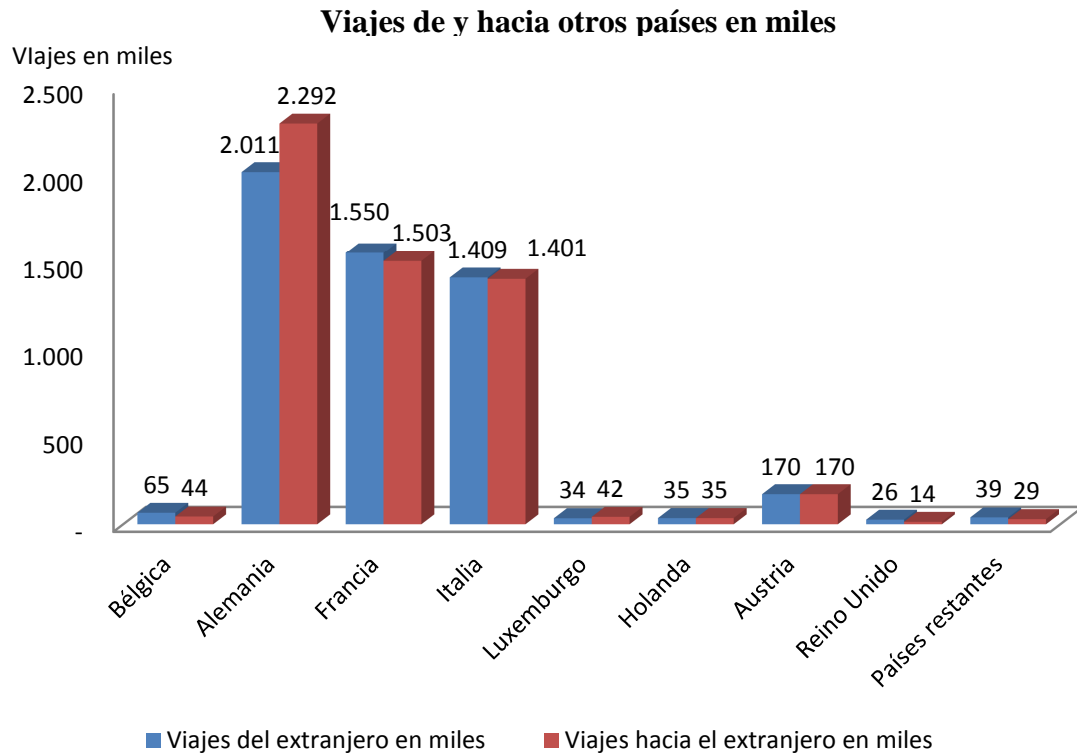


Gráfico 5-2. *Viajes de otros países hacia Suiza y de Suiza hacia otros países. Elaboración propia según datos de (www.bfs.admin.ch).*

Según el organismo de estadística suizo, el país contaba en 2010 con el siguiente número de vehículos que se muestran en la siguiente tabla. En los últimos años, Suiza se ha caracterizado también por el aumento constante del número de vehículos, como se puede observar en el gráfico 5-3 posterior a la tabla 5-4.

Vehículo	Número
<i>Automóvil</i>	4.075.825
<i>Vehículo para transporte de personas</i>	52.751
<i>Vehículo para transporte de mercancías</i>	335.200
<i>Ciclomotores</i>	651.202
<i>Motocicletas</i>	164.541

Tabla 5-4. *Número de vehículos en las diferentes categorías en 2010. Fuente: (Statistik)*

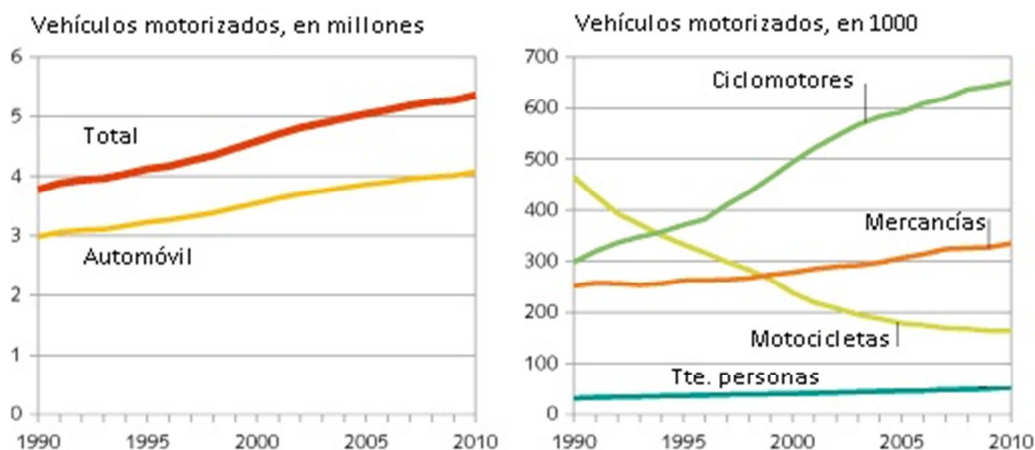
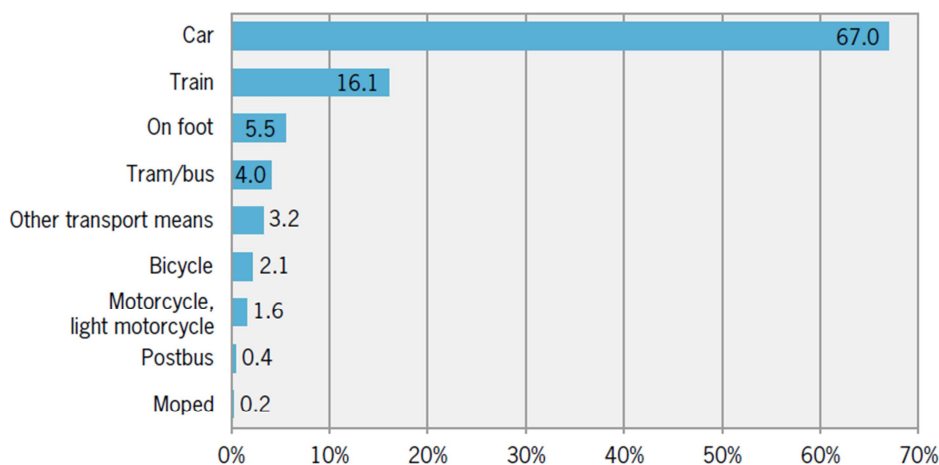


Gráfico 5-3. Número de vehículos y progresión en los últimos años. Fuente: (Statistik)

5.2.2. Distribución modal

La población suiza se ha caracterizado por estar concienciada con el medio ambiente y un gran número de personas utilizan el transporte público. Según la Oficina Federal de Estadística, el 67 % de las distancias son recorridas diariamente con vehículo privado, mientras que el 16.1% de los km. son recorridos en tren (véase gráfico 5-4). Si comparamos estos datos con España, observamos claramente que este reconocimiento es verdad. Según ((OSE), 2010), el 90% de los españoles se desplazan en vehículo privado, mientras que únicamente el 5% utilizan el tren en sus desplazamientos.



Average daily distance per person in Switzerland: 37.3 km

Gráfico 5-4. Distribución modal suiza en distancia recorrida. Fuente: (www.bfs.admin.ch)

De media, cada suizo recorrió 19.100 km. en 2005. Dependiendo del propósito de sus viajes y de la región en que nos encontremos, la distribución modal varía. Es decir, hay una diferente distribución modal según si un ciudadano va a comprar o va a trabajar; o si por ejemplo se encuentra en Zúrich o en Ticino. Este hecho se puede observar en los siguientes gráficos 5-5 y 5-6:

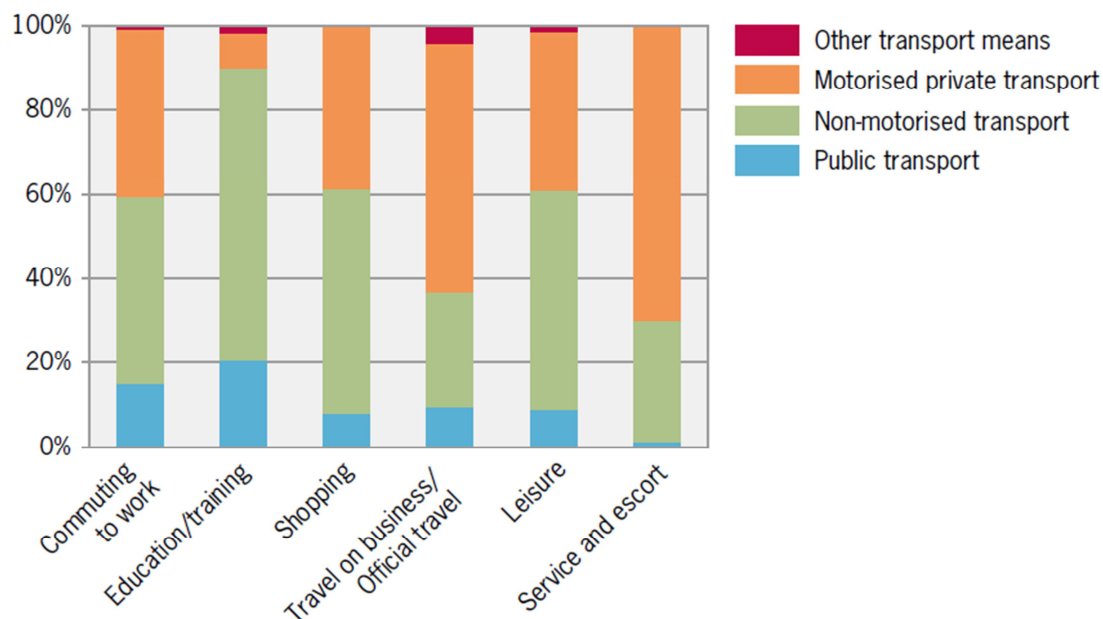


Gráfico 5-5. Distribución modal según el propósito del viaje. Fuente: (Office, 2011)

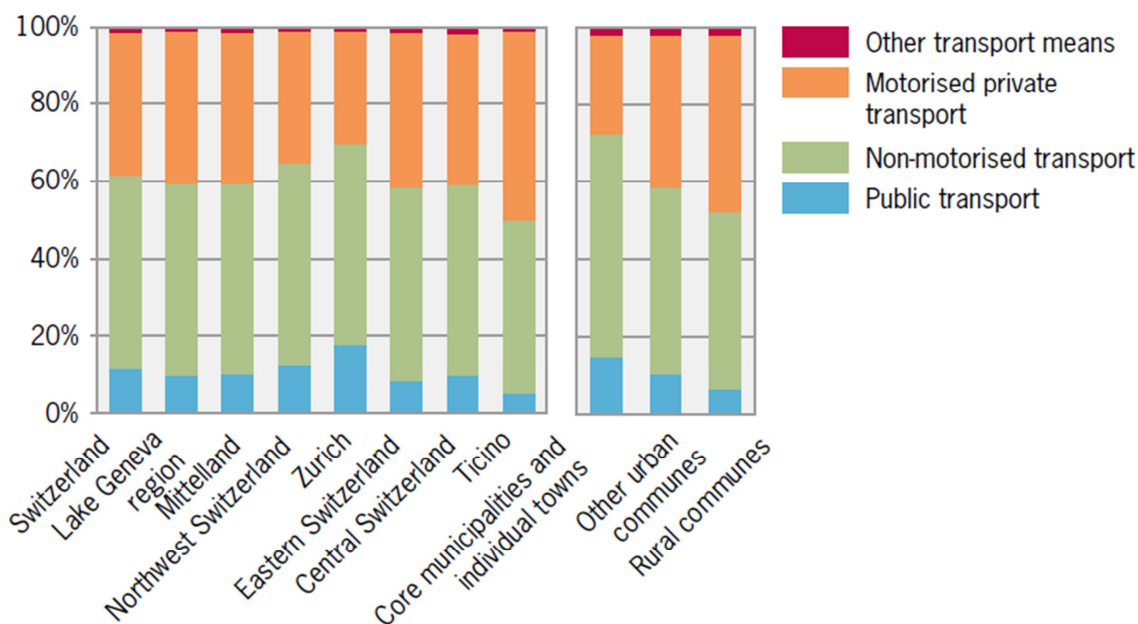


Gráfico 5-6. Distribución modal según el lugar. Fuente: (Office, 2011)

Los gráficos expuestos anteriormente hacen referencia a la distribución modal de la totalidad de desplazamientos en el país (gráfico 5-4) o los desplazamientos para distintos fines y en las diferentes regiones de Suiza (gráfico 5-5 y 5-6). Se debería saber entonces, la cuota de mercado que tiene el ferrocarril entre las distintas ciudades del país, con el que podremos tener una idea de la satisfacción de este modo de transporte por parte de los ciudadanos suizos según la utilización que tenga este modo de transporte.

En el gráfico 5-7 se muestra la cuota de mercado entre las ciudades suizas más importantes.

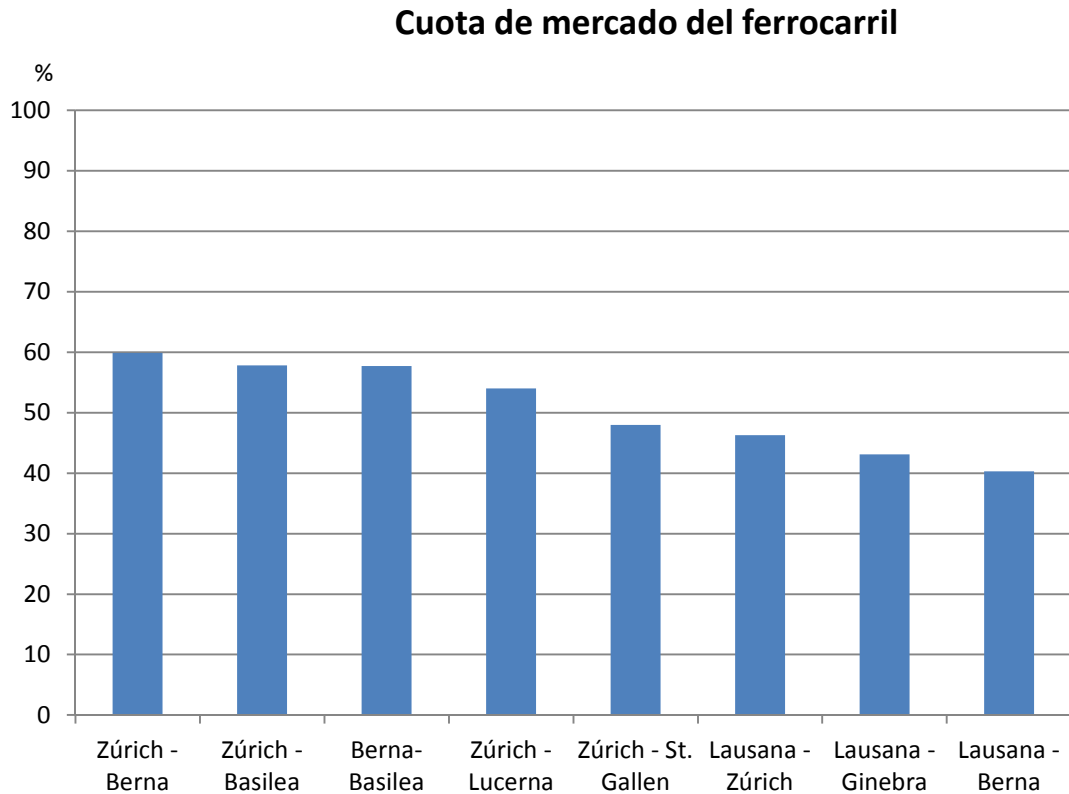


Gráfico 5-7. Cuota de mercado en ferrocarril entre las ciudades suizas más importantes. Elaboración propia según datos de (ITV, 2011)

Se puede observar la gran aceptación que tiene el ferrocarril en la población, en el que las 41 conexiones más importantes del país son realizadas en un 51,1% con el ferrocarril actualmente. Los principales trayectos entre Zúrich y otras ciudades como Berna, Basilea o Lucerna superan el 50% de cuota de mercado, que hace difícil poder superar dichos registros y a la vez muestra, la calidad con la que el ferrocarril suizo es percibido por los usuarios, que utilizan prioritariamente el tren convencional y no el automóvil para el desplazamiento entre las principales ciudades.

5.2.3. Puntualidad

Un aspecto muy importante del transporte ferroviario suizo y por el cual muchos pasajeros se deciden por utilizar este medio de transporte es la puntualidad suiza. En los últimos años, la SBB (*Schweizerische Bundesbahn* principal empresa ferroviaria suiza) no se ha conformado con la gran puntualidad que tenían los trenes suizos, sino que en los últimos años la han mejorado. De esta manera, el 96,6 % de los viajes en 2009 no se retrasaron más de 5 minutos. En el gráfico 5-8 se puede observar el inconformismo de la SBB y la consiguiente mejora en este aspecto en los últimos años.

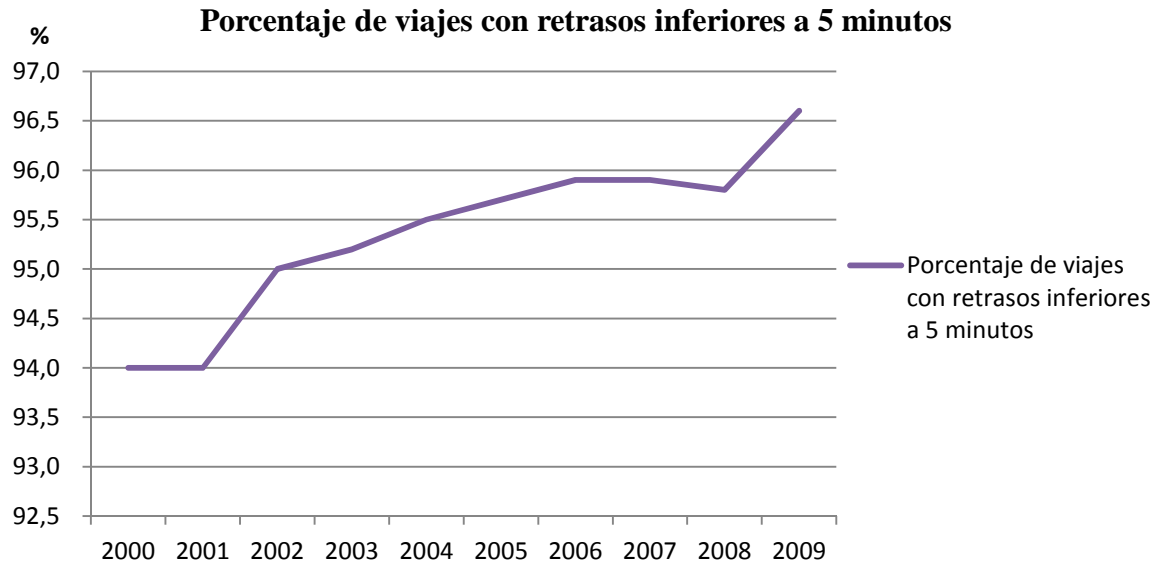


Gráfico 5-8. *Porcentaje de viajes con retrasos inferiores a 5 minutos. Elaboración propia según datos de (www.bfs.admin.ch)*

En este apartado, se pretende así mostrar la gran calidad del transporte ferroviario suizo. Como se ha comentado, el 96,6 % de los trenes convencionales suizos llegaron con menos de 5 minutos de retraso. Si comparamos este dato con la estadística expuesta por Renfe (gráfico 5-9) respecto al grado de puntualidad de los trenes de alta velocidad en algunos países, observamos que la puntualidad del tren convencional suizo no tiene nada que envidiar a la de otros países con alta velocidad e incluso es mejor que la de muchos países, como por ejemplo Corea, Francia o los trenes Eurostar que conectan Londres, París y Bruselas con alta velocidad.

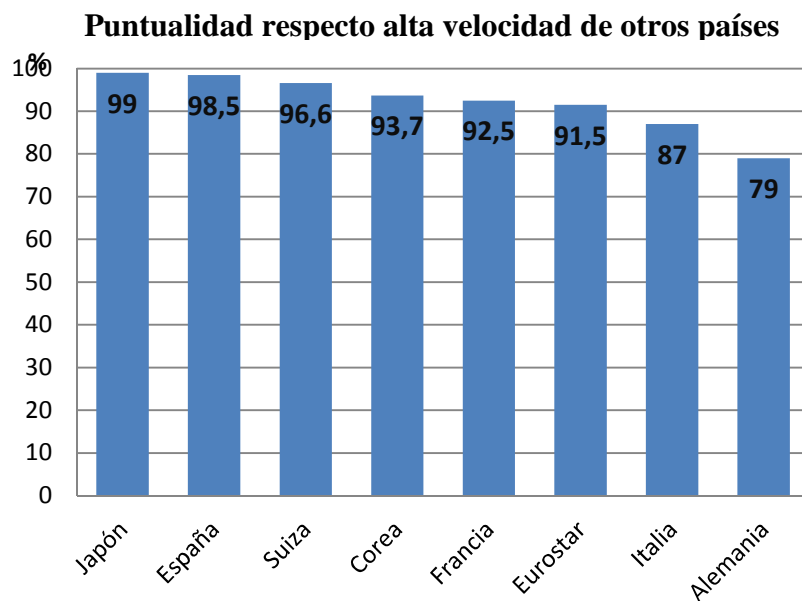


Gráfico 5-9. *Puntualidad de los trenes convencionales suizos respecto a la alta velocidad de otros países. Elaboración propia según datos de (Renfe, 2010)*

5.3. Criterios para la construcción de alta velocidad

5.3.1. Comparación de la densidad con otros países europeos

En este apartado se comparará la densidad de Suiza respecto otros países europeos, que han adoptado la alta velocidad. Con ello podremos observar si hay alguna relación entre la densidad de un país y sus ciudades con respecto la construcción de la alta velocidad en dicho país. En la ilustración 5-6 se muestra la densidad de población en Suiza.

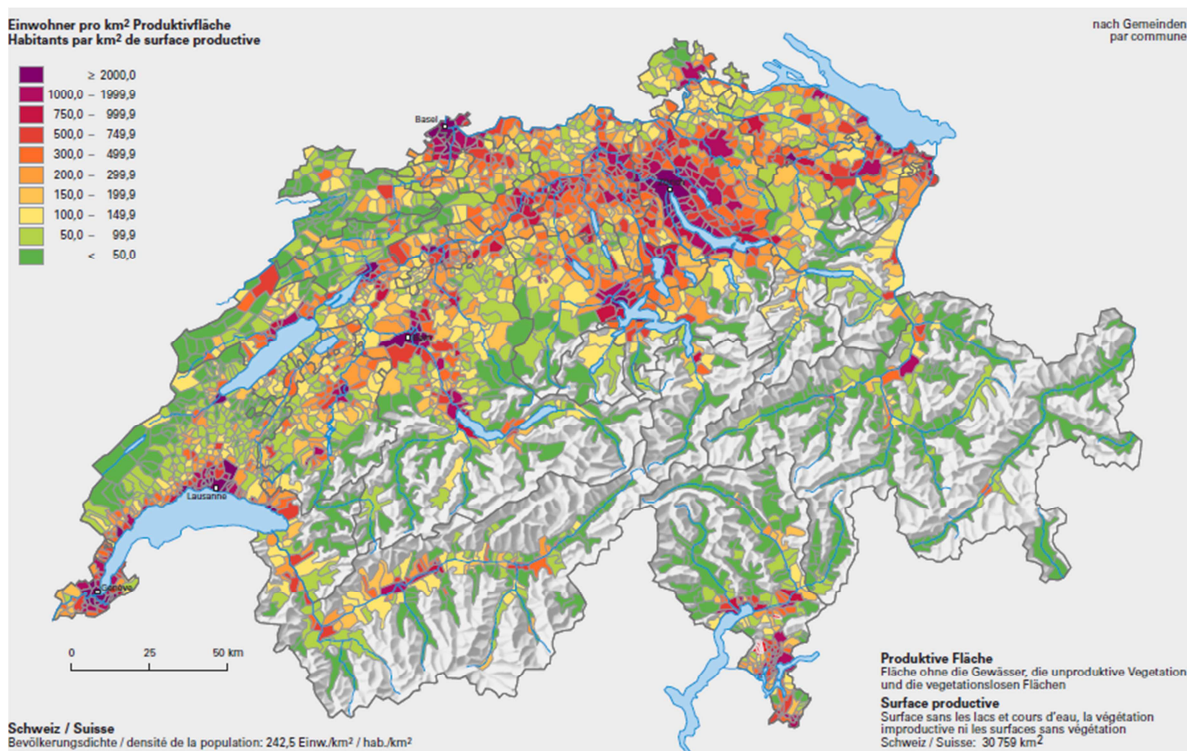


Ilustración 5-6. Densidad de población en Suiza. Fuente: (www.bfs.admin.ch)

Todos los tipos de ferrocarril - convencionales y de alta velocidad - son mejores en los mercados en que la demanda se encuentra alrededor de los nodos principales densamente. La alta velocidad puede dar una mayor cota de mercado en países como España o Francia con una gran densidad y ciudades más pobladas que en países como Australia o los EE.UU., donde la mayoría de la población urbana vive en suburbios poco poblados. En contraste, la construcción de alta velocidad tiende a ser menos controvertida y costosa en países, donde las áreas entre las principales ciudades son poco pobladas.

En el gráfico 5-10 se comparan diferentes países. Las barras azules por encima del eje muestran la densidad de población de las cinco ciudades más grandes de cada país, las barras de color púrpura muestran la densidad de población del país en su conjunto. La combinación de ambas barras ofrece una guía simplificada de la idoneidad de un país

para el tren de alta velocidad. Cuanto mayor sean éstas, mejor es dicho país para implementar la alta velocidad.

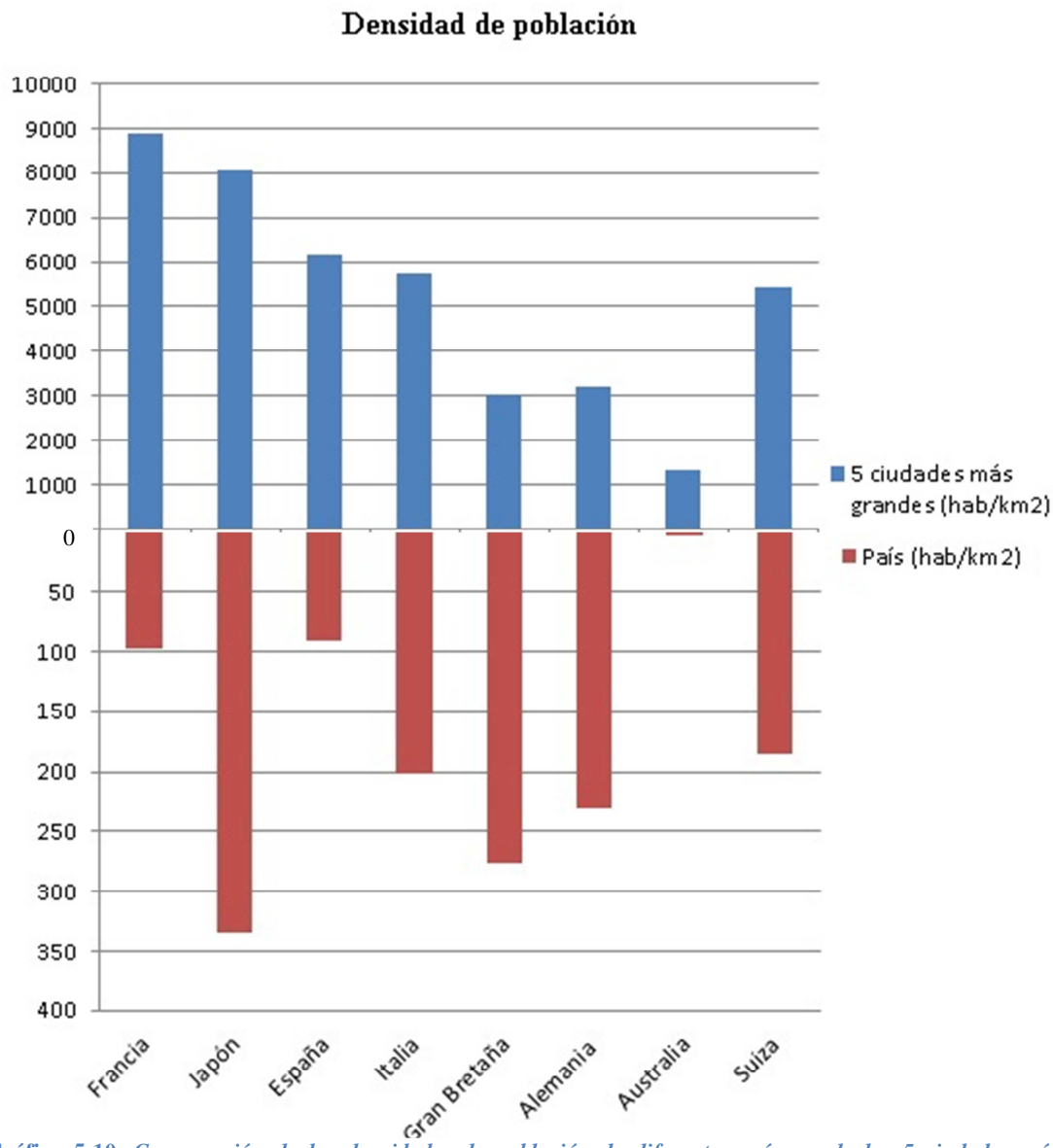


Gráfico 5-10. Comparación de las densidades de población de diferentes países y de las 5 ciudades más grandes. Elaboración propia.

Esto demuestra que las densidades de población son más adecuadas para tren de alta velocidad en Francia o en Japón que no en Alemania o Suiza.

De todas maneras, la población de las ciudades es un factor muy importante, en el que suiza no se puede comparar con otra ciudad europea, debido a la ausencia de grandes ciudades con un importante número de ciudadanos como se puede observar en el gráfico 5-11. La ciudad con mayor población en Suiza es Zúrich con 353.485 habitantes y en segundo lugar Ginebra con 179.019 habitantes. Comparando estas poblaciones con otras

ciudades como París, Madrid, Barcelona, Milán, Roma o Frankfurt nos damos cuenta de la gran diferencia existente entre las ciudades suizas y las de otros países europeos.

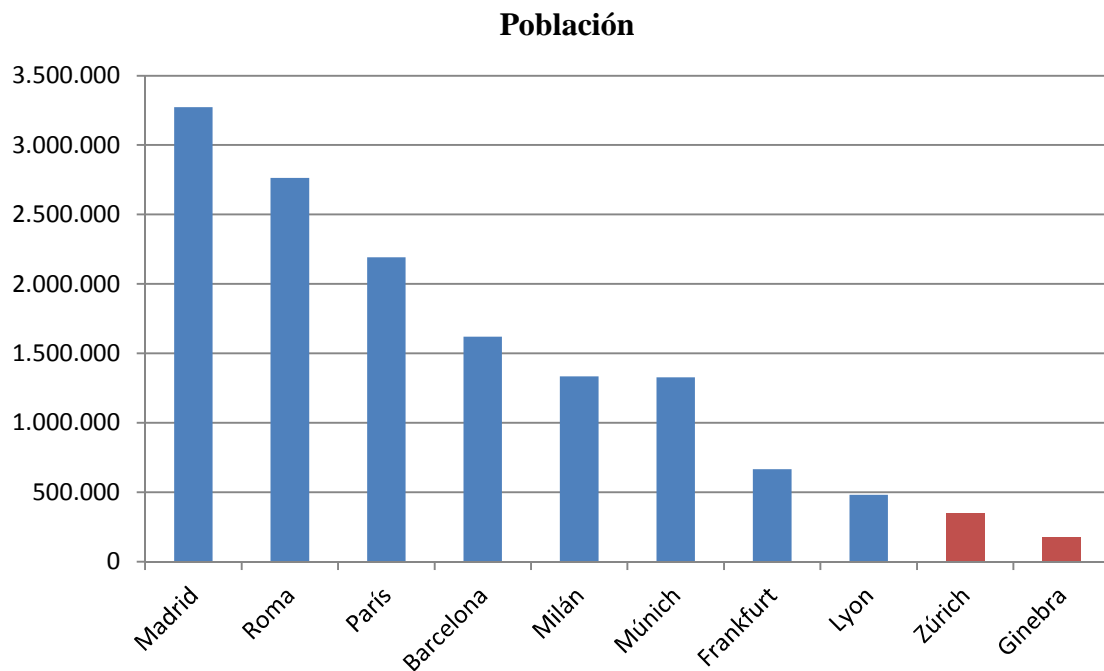


Gráfico 5-11. Población de diferentes ciudades europeas con alta velocidad y de Zúrich y Ginebra. Elaboración propia.

5.3.2. Ubicación de los principales centros de población

Una línea ferroviaria de alta velocidad puede proporcionar una capacidad muy alta y los beneficios de la inversión serán mayores si esta capacidad puede ser bien utilizada. Sería muy inusual que haya una demanda tan grande para viajar entre dos ciudades que una línea dedicada de alta velocidad pueda ser justificada: la línea también debe ser capaz de atraer a pasajeros hacia / desde otras ciudades. La construcción de líneas de alta velocidad es probable que sea más beneficiosa si la población se encuentra en corredores que pueden ser atendidos por una sola línea.

La distribución de la población en algunos países, especialmente Francia e Italia, ha permitido el máximo provecho de la inversión ferroviaria de la alta velocidad. Por ejemplo, cuando la línea TGV París - Lyon fue construida, era posible, utilizando ramales y la red ferroviaria convencional, servir a muchos otros destinos como Lausana, Ginebra, Marsella, Niza y Montpellier. La misma ruta acoge trenes hacia / desde Bruselas y Londres. Italia al ser larga y delgada, la línea de alta velocidad entre Florencia y Roma es beneficiosa para un gran número de diferentes ciudades, no sólo estas dos.

En cambio, en Alemania, la distribución de la población en un gran número de ciudades medianas o pequeñas que se dispersan por todo el país, no permite que trayectos largos tengan un tráfico muy alto, y como resultado, no ha sido posible obtener el mismo uso de la inversión ferroviaria de alta velocidad allí. Cuestiones similares se aplican también en España.

En el caso de Suiza, en el eje Este – Oeste, permitiría conectar las principales ciudades del país, pero cabe destacar, que hay una gran diferencia de población entre las ciudades que se han mencionado en la posible red de alta velocidad suiza y el resto de ciudades, como es observable en la *Ilustración 5.1.* . En cambio en el eje Norte – Sur, no hay grandes ciudades en el camino y el provecho de su construcción residiría en cruzar los Alpes y unir la zona norte del país con la parte italiana de Suiza.

5.3.3. Demanda y capacidad

Hubiese gustado poder calcular la demanda suiza para algunos trayectos de interés en el eje Este – Oeste, pero ha resultado imposible debido a la falta de datos por las organismos gubernamentales, que a pesar de preguntar a éstos por los datos, fue imposible obtenerlas, aduciendo que no tenían constancia de esos datos. No se pudo obtener pues, el tráfico entre las ciudades suizas más importantes. De esta manera, se podría haber obtenido la posible demanda y haber podido calcular la rentabilidad de una red de alta velocidad con el incremento de la demanda después de la construcción de la alta velocidad. De todas maneras, creemos que debido a la gran cuota de mercado del ferrocarril convencional actualmente, esta demanda no hubiese aumentado significativamente respecto la actual, como para poder justificar la gran inversión necesaria.

Un tren de alta velocidad ofrece una capacidad de pasajeros muy alta. Los sistemas de señalización por lo general pueden manejar un tren aproximadamente cada 4-5 minutos, con un máximo de 1.000 plazas por tren en una unidad TGV Duplex. Una línea ferroviaria de alta velocidad, en teoría, puede llevar el mismo número de pasajeros que un Boeing 737 cada 45 segundos o tres autopistas paralelas. Por lo tanto, para que un país obtenga los máximos beneficios en la inversión en alta velocidad ferrocarril, no sólo debe existir demanda para viajes de más de un determinado rango de distancias, sino que esta demanda debe ser muy grande.

La razón principal de que muchos países han construido líneas de alta velocidad ferroviaria ha sido la de proporcionar una capacidad adicional, en lugar de la velocidad. La capacidad era la principal justificación para la construcción de las primeras líneas de alta velocidad ferroviaria, de Tokio a Osaka y de París a Lyon. También en Italia, la capacidad sigue siendo una de las principales razones para construir líneas de alta velocidad, en algunas rutas, como por ejemplo de Roma a Nápoles, en la que la

ganancia en la velocidad será relativamente pequeña. La construcción de alta líneas de alta velocidad proporciona una capacidad adicional para muchos tipos diferentes de trenes, porque libera la capacidad en las rutas convencionales de transporte de mercancías y en los servicios regionales de pasajeros.

Dentro de Europa, la capacidad teórica de las líneas de alta velocidad, que suele ser de 120-160 trenes por sentido al día, nunca se utiliza. De todas maneras, durante las horas pico a menudo se produce una capacidad máxima. Sin embargo, la viabilidad de una ruta ferroviaria de alta velocidad depende claramente de la existencia de una demanda suficiente para emplear una parte significativa de la capacidad disponible.

La carga en la red ferroviaria suiza es muy alta. Hay varios trayectos y nodos, en los que es imposible introducir más oferta para trenes de pasajeros y mercancías ya que la capacidad está casi completa. El Gobierno Suizo está trabajando para mejorar estos puntos conflictivos mediante nuevas o cambios en la infraestructura: rutas nuevas, carriles adicionales o el sistema ETCS...

En 2004, la primera fase del proyecto *Bahn2000* fue puesta en funcionamiento. El nuevo horario de trenes consiguió aportar un 12% de trenes más. Hubo una importante mejora en la capacidad de la red ferroviaria suiza mediante la modernización del material rodante, horarios más densos, construcción de vías dobles o cuádruples, renovaciones o ampliaciones en nodos como la construcción de líneas nuevas. Por ejemplo, en la línea Mattstetten - Rothrist se consiguió descongestionar las vías circundantes.

En los últimos años, el Gobierno Suizo ha decidido con sus políticas que la red ferroviaria no se colapsase y mediante los diferentes proyectos hechos y que en un futuro se harán, pretenden que la capacidad de las líneas ferroviarias suizas no sea un problema, como es posible observar en los diferentes proyectos explicados en el *Capítulo 4*.

El proyecto *Bahn2030* prevé que en el año 2030 habrá algunos trayectos congestionados, si no se tomasen medidas y es por ello que con este proyecto mejorarán la capacidad de muchas vías entre otras cosas. Para ello, mediante trenes de doble piso aumentarán el número de asientos disponibles por tren. También tienen previsto poner a disposición más trenes y trenes más largos, así como mejorar la velocidad. Con ello, conseguirán aumentar el número de asientos en las horas pico en 4.000 asientos en los trayectos más congestionados. En la ilustración 5-7, se muestra los trayectos en los que se mejorará la oferta y los trayectos que contarán con hasta 4.000 asientos más que hasta el momento en hora pico. En otros trayectos la mejora de la oferta será de 1.000 o 2.000 asientos más en hora pico.

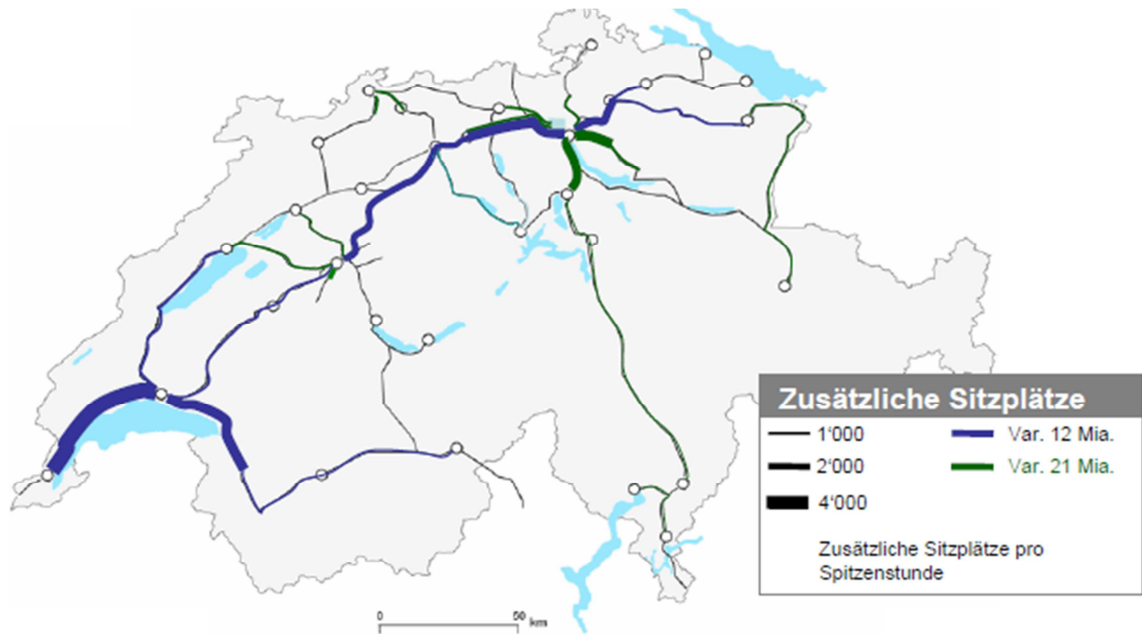


Ilustración 5-7. Incremento de asientos en diferentes trayectos por el proyecto 2030. Fuente: (www.bfs.admin.ch)

5.3.4. Distancia competitiva de la alta velocidad

El tren de alta velocidad permite hacer los viajes de distancias medias rápidamente. Sin embargo, ofrece una ventaja relativamente pequeña para viajes relativamente cortos o largos:

- Para viajes más cortos, incluso del ferrocarril convencional es más rápido que el transporte aéreo para viajes de puerta a puerta y el ferrocarril de alta velocidad ofrece pocas ventajas adicionales debido a la necesidad de acelerar a la velocidad máxima. De hecho, los viajes a través de alta velocidad tren pueden ser más lentos que en tren convencional, porque a menudo los trenes de alta velocidad paran en nuevas estaciones que no están tan bien situados como las del tren convencional.
- Para los viajes largos, el avión es más rápido y el impacto que la alta velocidad ferroviaria hace a los ya existentes viajes en avión es menor.

El rango exacto de los viajes en el que el tren de alta velocidad es competitivo, al menos en términos de tiempo de viaje, varía claramente en función de las hipótesis sobre el tiempo necesario para el acceso a la estación y al aeropuerto, check-in, etc... La ventaja del ferrocarril también varía dependiendo de la velocidad y la fiabilidad de cada modo - en particular, mientras que 300 km/h es bastante típico para la alta velocidad en todo el

mundo, las velocidades en trenes convencionales varían significativamente entre las rutas. Sin embargo, esto demuestra que, en general:

- Para trayectos de menos de 150 kilómetros, el tren de alta velocidad ofrece pocas ventajas respecto ferrocarril convencional y puede, dependiendo de la ubicación de las estaciones, ser menos conveniente para la mayoría de los pasajeros.
- Para los trayectos de aproximadamente entre 150-400 kilómetros, el ferrocarril es más rápido que el transporte aéreo, incluso si no hay una línea de alta velocidad.
- En los trayectos de más de 400 kilómetros, la alta velocidad es necesaria para el ferrocarril para convertirse en el modo más rápido de todos y de esta manera, que el cambio de modo de transporte respecto carretera o avión sea una realidad.
- Para viajes de más de 800 km, a pesar de disponer de una infraestructura de alta velocidad para toda la ruta, el transporte aéreo es más rápido. La competitividad del mercado ferroviario está más enfocado a servicios nocturnos, transporte de automóviles...

En el gráfico 5-12 expuesto por Gleave en 2004, nos podemos hacer una idea del rango de distancias, en los que el ferrocarril de alta velocidad es competitivo con el avión y la poca diferencia de tiempo que tiene en según qué distancias respecto al ferrocarril convencional.

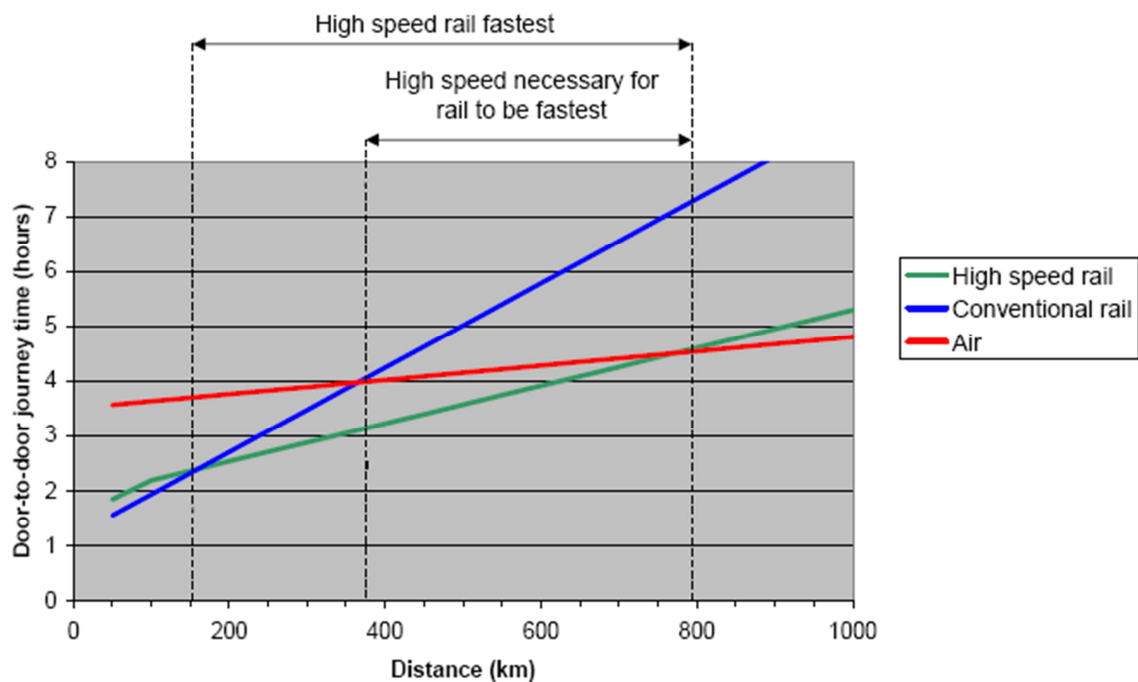


Gráfico 5-12. Ventaja competitiva de la alta velocidad. Fuente: (Gleave, 2004)

En Francia, las distancias son ideales para la alta velocidad ferroviaria. La mayoría de los desplazamientos es a o desde París. Ocho de las nueve ciudades principales están a más de 400 kilómetros de distancia, y todas, con excepción de Niza están a menos de 800 kilómetros.

En España, las distancias también son ideales para la alta velocidad ferroviaria. Madrid está en el centro del país y las otras ciudades importantes están por lo general cerca de la costa, a 400-600 kilómetros de distancia.

En Alemania e Italia, hay una serie de ciudades en el rango de distancias de que el ferrocarril de alta velocidad es necesario para ser competitivos, pero muchas otras ciudades están lo suficientemente cerca que el tren de alta velocidad ofrece pocas ventajas.

En el caso de Suiza, podemos observar en la siguiente tabla, que las distancias son más reducidas y el ferrocarril es más rápido que los otros medios de transporte. De todos modos, las ventajas que se obtendrían no justificarían la gran inversión que se necesitaría para construir la red de alta velocidad. Es observable, que ninguna distancia entre ciudades supera los 400 kilómetros. En la tabla 5-5, observamos las distancias entre las principales ciudades suizas:

	<i>Basilea</i>	<i>Berna</i>	<i>Ginebra</i>	<i>Lausana</i>	<i>Lucerna</i>	<i>Lugano</i>	<i>Oltén</i>	<i>St. Gallen</i>	<i>Zúrich</i>
<i>Basilea</i>	-	98	251	207	97	264	49	166	86
<i>Berna</i>	98	-	157	107	117	279	67	206	126
<i>Ginebra</i>	251	157	-	63	265	371	220	359	279
<i>Lausana</i>	207	197	63	-	215	381	170	309	228
<i>Lucerna</i>	97	117	265	215	-	168	55	145	52
<i>Lugano</i>	264	279	371	381	168	-	221	246	205
<i>Oltén</i>	49	67	220	170	55	221	-	148	68
<i>St. Gallen</i>	166	206	359	309	145	246	148	-	86
<i>Zúrich</i>	86	126	279	228	52	205	68	86	-

Tabla 5-5. Distancia entre las principales ciudades suizas. Elaboración propia.

5.3.5. Inversión por minuto ganado

En este apartado se tratará de calcular la inversión necesaria en relación al tiempo de viaje reducido, mostrando algún dato numérico representativo. Para ello, tendremos en cuenta la construcción de la línea Madrid- Sevilla en 1992. Dicha línea tuvo una inversión por kilómetro de 5 millones de euros (en condiciones económicas de 1992). El

ahorro de tiempo con la construcción de esta infraestructura fue de 3h 30 min para el viaje entre ambas ciudades.

En cambio, en el caso suizo, comparándolo con la línea Zúrich- Ginebra cuya longitud sería de 311 km y cuyo coste por kilómetro construido sería aproximadamente de 45 millones de euros debido a su accidentalidad orográfica, obtenemos datos numéricos con los que la justificación económica de la red de alta velocidad suiza queda en entredicho.

De esta manera se ha calculado las inversiones totales de las líneas multiplicando la longitud por la inversión de cada línea por kilómetro. De esta manera y con el ahorro de tiempo, de la construcción de cada línea, se ha obtenido la inversión por minuto ganado de las dos líneas.

La siguiente tabla 5-6. muestra los datos obtenidos:

	Madrid-Sevilla	Zúrich - Ginebra
Longitud (km)	471	311
Inversión por km (meu.)	5	45
Inversión total de la línea (meu.)	2355	13.995
Ahorro de tiempo	3h 30min	1h 37min
Ahorro de tiempo/Longitud (min/km)	0,45	0,31
Inversión por minuto ganado (meu/km)	11,21	144,28

Tabla 5-6. Comparativa de las líneas Madrid-Sevilla y Zúrich-Ginebra. Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior, la inversión por minuto ganado en la línea Zúrich-Ginebra es muy superior a la línea Madrid-Sevilla. Sería también mayor, en el caso de suponer que la inversión por kilómetro de la línea suiza fuese de 5 millones de euros (igual que de la línea española), obteniéndose así una inversión por minuto ganado de 16 meu/km, aunque se debe tener en cuenta que la inversión para la infraestructura suiza será bastante más cara que la española.

Estos datos apoyan la hipótesis de que la gran inversión necesaria no justificaría el salto de calidad ofertado por la alta velocidad, debido en gran parte por la calidad del ferrocarril convencional actual.

6. Suiza en el marco de la red europea de alta velocidad

En el capítulo anterior se han analizado factores determinantes para observar si la política que ha seguido Suiza en los últimos años ha sido acertada para no construir líneas de alta velocidad en el país.

En este capítulo se analizará Suiza en el marco de la red europea de alta velocidad la importancia de su construcción y los beneficios que ello otorgaría a la Unión Europea.

6.1. Principales corredores europeos

La red europea de alta velocidad en Europa está sufriendo un constante crecimiento desde la creación de las primeras líneas de alta velocidad en Europa. Actualmente hay 6637 km de vías de alta velocidad operativas en Europa y un importante número (2427 km) que están siendo construidas en estos momentos.

En el siguiente mapa (ilustración 6-1), se pueden observar las líneas de alta velocidad existentes en Europa, en el que se contempla a Suiza como país clave en el marco de la alta velocidad en la red europea por su posición estratégica y la posibilidad de atravesar una zona tan montañosa como los Alpes, permitiendo la conexión de Italia con Alemania o Francia.



Ilustración 6-1. Mapa de la red de alta velocidad europea. Fuente: (www.johomaps.com)

En cuanto a la oferta ferroviaria europea que afecta a Suiza, los principales corredores ferroviarios en Europa Central se dividen en tres grandes categorías: rutas Norte-Sur, las rutas Este-Oeste y rutas diagonales.

Los principales trayectos Norte-Sur son los siguientes:

- Ámsterdam - Bruselas - Lille - París - Lyon – Marsella
- Ámsterdam / Hamburgo - Colonia - Frankfurt - Basilea - Berna / Zúrich – Milán
- Hamburgo - Hannover – Núremberg - Múnich - Innsbruck – Verona
- Berlín - Leipzig - Erfurt - Núremberg - Múnich - Innsbruck – Verona
- Berlín - Leipzig - Erfurt - Núremberg - Múnich - Salzburgo - Ljubljana – Trieste
- Berlín - Dresden - Praga - Linz - Graz – Zagreb
- Berlín - Dresden - Praga - Viena / Bratislava

Los principales corredores Este-Oeste son los siguientes:

- Londres - Lille - Bruselas - Colonia - Dortmund - Hannover - Berlín - Poznan - Varsovia
- Frankfurt - Erfurt - Leipzig - Dresden - Wroclaw - Katowice – Cracovia
- Núremberg - Linz - Viena – Budapest
- París - Saarbrücken - Mannheim - Frankfurt - Leipzig - Berlín - Poznan - Varsovia
- París - Saarbrücken - Mannheim - Frankfurt - Leipzig - Dresden - Wroclaw - Cracovia
- París - Estrasburgo - Karlsruhe - Stuttgart - Múnich - Salzburgo - Viena - Budapest
- Lyon - Turín - Milán - Verona - Venecia - Trieste – Zagreb

Trayectos diagonales se podrían destacar:

- Varsovia - Katowice - Brno / Bratislava - Viena - Villach – Venecia
- Amsterdam - Colonia - Frankfurt - Nuremberg - Linz – Viena
- París - Dijon - Berna – Milán

- Lyon - Ginebra - Zúrich - Múnich - Regensburg - Praga - Ostrava – Cracovia

6.2. Importancia de la alta velocidad en las relaciones internacionales

Este apartado se dividirá en tres, para analizar la conexión entre las diferentes ciudades con Zúrich, la situación en las relaciones internacionales antes de la posible implementación de la alta velocidad en Suiza y después de ella.

Para dicho estudio, se han analizado las relaciones entre Zúrich y las principales ciudades europeas a menos de 1.200 kilómetros: Barcelona, Bruselas, Frankfurt, Milán, Múnich y París.

6.2.1. Conexión entre las diferentes ciudades de estudio con Zúrich

Se trata de un análisis breve con la intención de dar una idea general de las características de las conexiones de las ciudades anteriormente mencionadas. Los datos, que se han tomado para el estudio se detallan a continuación:

- Población: Los datos demográficos se obtuvieron a través de diferentes fuentes gubernamentales.
- Transporte privado por carretera: La distancia por carretera se ha obtenido siempre a través del mismo programador de rutas (www.viamichelin.com). El coste del viaje incluye combustible y posibles peajes.
- Transporte por ferrocarril: Los tiempos de viaje se han extraído de las diferentes webs de las compañías operadoras. El coste medio se ha obtenido haciendo la media de las 5 tarifas más baratas y las 5 tarifas que llegaban a destino en hora punta (entre las 8 y las 9) para tener una representatividad de los viajes de negocios, que dan importancia a la hora de llegada sin dar tanta importancia al precio y los viajes que buscan un precio mínimo.
- Transporte aéreo: Se ha procedido a calcular el coste medio de la misma manera que en el punto anterior, cogiendo los 5 viajes que llegaban al destino en hora punta y los 5 más económicos, obteniendo el valor medio. En cuanto al tiempo de viaje de centro a centro se ha sumado al tiempo de viaje en avión, el tiempo de acceso desde el aeropuerto al centro y se ha añadido 60 minutos en concepto de check-in y embarque.

Zúrich - Barcelona			
Población			
	Centros urbanos	Densidad origen (hab/km²)	Densidad destino (hab/km²)
	365.098 / 1.619.337	3.974	15.969
Transporte privado por carretera			
Distancia lineal (km)	Distancia por carretera (km)	Tiempo de viaje	Coste medio
846	1062	9h 51min	210 €
Transporte por ferrocarril			
		Tiempo de viaje	Coste medio
		14h 23 min	112 €
Transporte aéreo			
	Tiempo de viaje centro centro	Tiempo de viaje	Coste medio
	3h 28min	1h 45 min	90 €

Tabla 6-1. Características de la conexión Zúrich – Barcelona

Zúrich - Bruselas			
Población			
	Centros urbanos	Densidad origen (hab/km²)	Densidad destino (hab/km²)
	365.098 / 1.125.728	3.974	1.725
Transporte privado por carretera			
Distancia lineal (km)	Distancia por carretera (km)	Tiempo de viaje	Coste medio
492	651	6h 17min	110 €
Transporte por ferrocarril			
		Tiempo de viaje	Coste medio
		8h 19min	170 €
Transporte aéreo			
	Tiempo de viaje centro centro	Tiempo de viaje	Coste medio
	3h 8min	1h 25min	205 €

Tabla 6-2. Características de la conexión Zúrich – Bruselas

Zúrich - Frankfurt			
Población			
	Centros urbanos	Densidad origen (hab/km²)	Densidad destino (hab/km²)
	365.098 / 664.838	3.974	2.595
Transporte privado por carretera			
Distancia lineal (km)	Distancia por carretera (km)	Tiempo de viaje	Coste medio
296	411	3h 51min	73 €
Transporte por ferrocarril			
		Tiempo de viaje	Coste medio
		3h 53 min	95 €
Transporte aéreo			
	Tiempo de viaje centro centro	Tiempo de viaje	Coste medio
	2h 50 min	1h 15min	143 €

Tabla 6-3. Características de la conexión Zúrich – Frankfurt

Zúrich - Milán			
Población			
Centros urbanos		Densidad origen (hab/km²)	Densidad destino (hab/km²)
365.098/ 1.334.077		3.974	7.330
Transporte privado por carretera			
Distancia lineal (km)	Distancia por carretera (km)	Tiempo de viaje	Coste medio
216	280	3h 13min	64 €
Transporte por ferrocarril			
		Tiempo de viaje	Coste medio
		3h 41 min	69 €
Transporte aéreo			
Tiempo de viaje centro centro		Tiempo de viaje	Coste medio
2h 35min		55min	140 €

Tabla 6-4. Características de la conexión Zúrich – Milán

Zúrich - Múnich			
Población			
Centros urbanos		Densidad origen (hab/km²)	Densidad destino (hab/km²)
365.098 / 1.326.807		3.974	4.344
Transporte privado por carretera			
Distancia lineal (km)	Distancia por carretera (km)	Tiempo de viaje	Coste medio
243	318	3h 21 min	72 €
Transporte por ferrocarril			
		Tiempo de viaje	Coste medio
		4h 58min	83 €
Transporte aéreo			
Tiempo de viaje centro centro		Tiempo de viaje	Coste medio
2h 40min		1h	134 €

Tabla 6-5. Características de la conexión Zúrich – Múnich

Zúrich - París			
Población			
Centros urbanos		Densidad origen (hab/km²)	Densidad destino (hab/km²)
365.098 / 2.193.031		3.974	20.806
Transporte privado por carretera			
Distancia lineal (km)	Distancia por carretera (km)	Tiempo de viaje	Coste medio
488	596	6h 25min	110 €
Transporte por ferrocarril			
		Tiempo de viaje	Coste medio
		4h 34 min	115 €
Transporte aéreo			
Tiempo de viaje centro centro		Tiempo de viaje	Coste medio
3h15min		1h 30min	90 €

Tabla 6-6. Características de la conexión Zúrich – París

Se puede observar claramente en estas tablas, que actualmente el transporte aéreo adquiere una especial importancia entre estas ciudades debido a la gran reducción de tiempo que ello supone para el desplazamiento entre las poblaciones. Ello es debido a la ausencia de alta velocidad actualmente en algunos trayectos.

En cuanto a las distancias, vemos que se ajustan al rango de distancias (excepto Barcelona) en el que el tren de alta velocidad puede ser competitivo con el avión. En el caso de viajes largos, a pesar de disponer de una infraestructura de alta velocidad para toda la ruta, el transporte aéreo es más rápido. La competitividad del mercado ferroviario está más enfocada a servicios nocturnos como es el caso del trayecto Barcelona –Zúrich.

Normalmente, los trayectos por ferrocarril son más baratos que el transporte aéreo y el desplazamiento al centro de las ciudades adquiere gran importancia para la comparación entre ambos modos de transporte, en el que hay que tener en cuenta el tiempo para hacer check-in y embarque, así como los trayectos aeropuerto – centro ciudad. De todas maneras, se muestra claramente, que en estos momentos el transporte aéreo es mucho más competitivo que el ferrocarril.

Es interesante destacar la mejor relación en transporte privado que en transporte por ferrocarril en la actualidad en algunas distancias, como por ejemplo Zúrich – Múnich o Zúrich – Bruselas. Esta diferencia reside básicamente en la falta de alta velocidad en los trayectos, así como las difíciles conexiones entre ambas ciudades.

6.2.2. Situación en las relaciones internacionales antes de la posible implementación de la alta velocidad en Suiza

En este apartado se procederá a mostrar la situación actual en las relaciones internacionales entre las ciudades anteriormente citadas y Suiza. Se mostrará de una manera gráfica los diferentes viajes con diversos modos de transporte entre las ciudades antes de la implementación de una posible red de alta velocidad en Suiza.

En la ilustración 6-3 se muestran las distancias por carretera entre Zúrich y las ciudades de estudio. Observamos una gran diferencia entre algunas ciudades, como por ejemplo Barcelona o Bruselas, en comparación con Múnich o Milán.

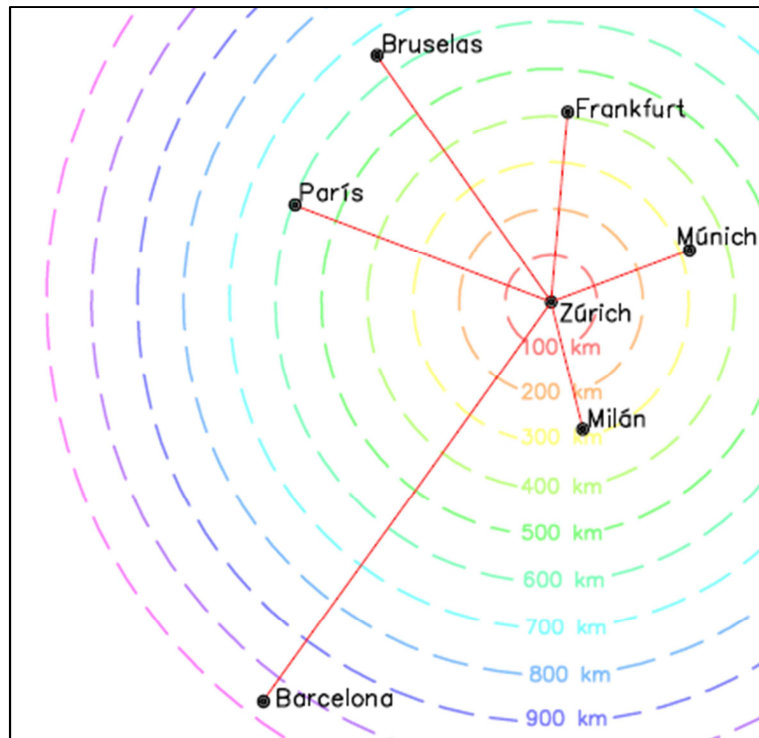


Ilustración 6-2. Distancias entre Zúrich y las ciudades de estudio. Elaboración propia.

Es interesante observar cómo se equiparan los tiempos de viaje entre las diferentes ciudades utilizando el avión. De esta manera se corrobora la importancia del tiempo de acceso a los aeropuertos y embarque y check-in respecto el tiempo de viaje del vuelo. Esta igualdad de tiempos se puede apreciar en la ilustración 6-4.

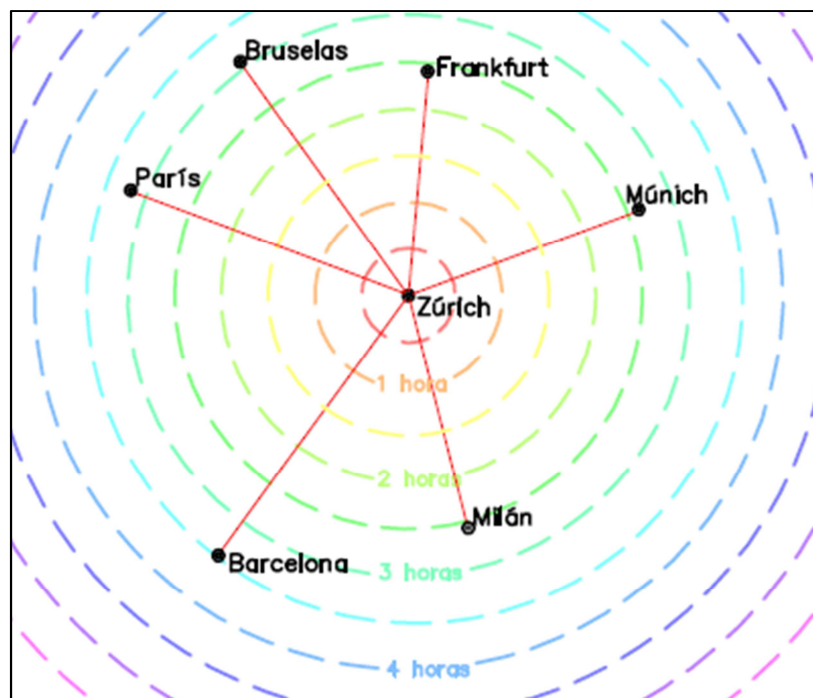


Ilustración 6-3. Tiempo de viaje en avión incluyendo embarque y check-in. Elaboración propia.

En cambio, en el transporte por ferrocarril existe actualmente una gran diferencia de los tiempos de viaje entre las diferentes ciudades. Ello es debido a la ausencia de alta velocidad en algunos trayectos y en el que la distancia y las conexiones entre las ciudades adquieren una gran importancia para la duración del viaje. En la siguiente ilustración 6-4 se muestran los tiempos de viaje por ferrocarril en la actualidad, pudiéndose notar la gran diferencia respecto a los tiempos de viaje en avión. Se observa como París, Frankfurt, Múnich y Milán tienen unos tiempos de viaje relativamente competitivos en la actualidad, mientras que para desplazarse a Bruselas y Barcelona se necesitan muchas horas.

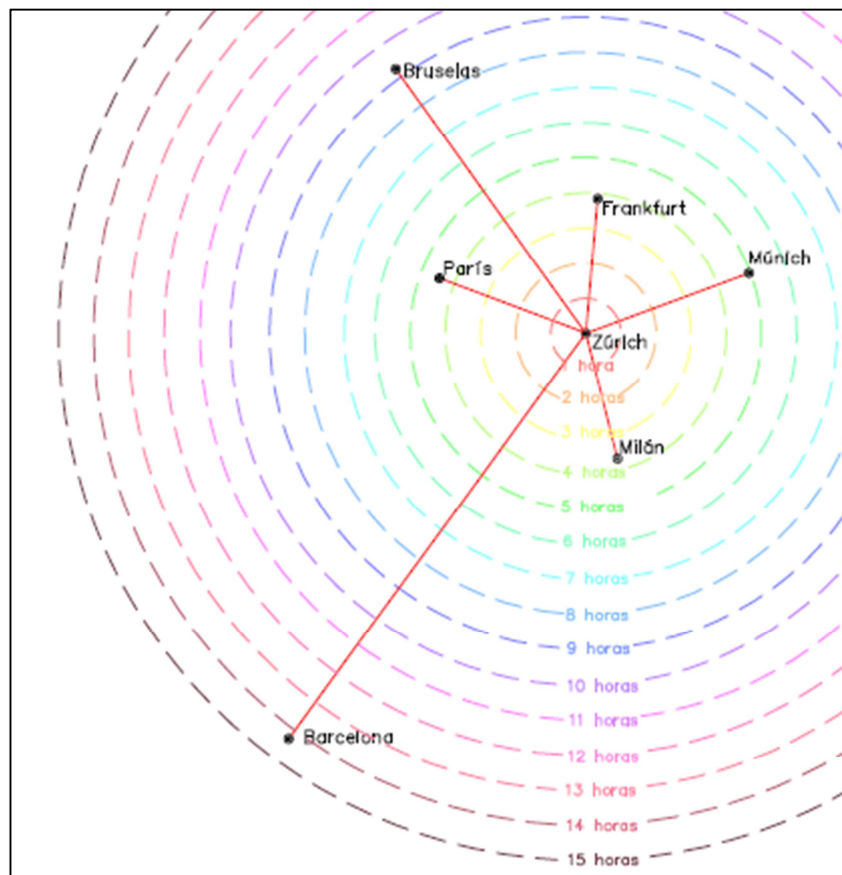


Ilustración 6-4. Tiempo de viaje en ferrocarril entre Zúrich y las ciudades de estudio en la actualidad. Elaboración propia.

6.2.3. Situación en las relaciones internacionales después de la posible implementación de alta velocidad en Suiza

Ante una posible implementación de la alta velocidad en el país, el panorama en las relaciones internacionales cambiaría. Los tiempos de viaje se acortarían, en algunos casos más que en otros y ello haría que en algunos casos, el ferrocarril se acercara a la competitividad del avión.

Se ha procedido a calcular el tiempo de las conexiones entre las diferentes ciudades de estudio con Zúrich, considerando la velocidad comercial de la red suiza 200 km/h. Así mismo, se observó en diferentes fuentes el tiempo de viaje hasta la frontera suiza y a partir de ahí se aplicó la introducción de la alta velocidad únicamente en el país suizo. Los resultados de los tiempos de viaje con una red de alta velocidad en Suiza se muestran en la tabla 6-7.

Trayecto	Con alta velocidad	Actualmente	Reducción de tiempo
Zúrich - Barcelona	11h 34min	14h 23 min	2h 49min
Zúrich - Bruselas	7h 26min	8h 19min	53 min
Zúrich - Frankfurt	3h 29min	3h 53 min	24 min
Zúrich - Milán	2h 10min	3h 41 min	1h 31min
Zúrich - Múnich	3h 6min	4h 58min	1h 52 min
Zúrich - París	4h 11min	4h 34 min	23 min

Tabla 6-7. Comparación tiempos de viaje actualmente y con alta velocidad en Suiza. Elaboración propia.

De todas maneras, todavía quedaría mucho trabajo por hacer, ya que los trayectos entre Zúrich con Barcelona y Bruselas seguirían siendo todavía muy largos y consecuentemente, imposible que pudiesen competir con el avión. En otros trayectos, como Múnich o Frankfurt duraría prácticamente el mismo tiempo en avión que en ferrocarril e incluso duraría menos en el trayecto a Milán.

Se debe tener en cuenta, que en este apartado no se han tenido en cuenta los paquetes de medidas en la Ley para la conexión a la red de alta velocidad europea explicada en el apartado 4.3.3.. Habrá tramos en Francia y Alemania que se mejorarán y en cuanto, dichas obras estén finalizadas, la reducción de tiempo entre las ciudades suizas y ciudades francesas y alemanas será todavía mayor, pudiendo adquirir el ferrocarril una gran cota de mercado entre los trayectos entre Suiza y Alemania y Francia.

En la tabla 6-8 se muestra la comparación entre el tiempo centro-centro en minutos entre Zúrich y las ciudades de estudio en avión y en ferrocarril con red de alta velocidad en Suiza. Se he coloreado la diferencia entre el avión y el ferrocarril para observar de una manera más clara, los trayectos en los que el avión gana al ferrocarril con más de 30 minutos diferencia (rojo), los trayectos en que la diferencia no supera la media hora (naranja) y en los que el ferrocarril es más de 30 minutos más rápido que el avión (verde)(ver también tablas posteriores).

Comparación Avión-Alta velocidad						
	Barcelona	Bruselas	Frankfurt	Milán	Múnich	París
Avión	208	188	170	155	160	195
Alta velocidad	694	446	209	130	186	251
Diferencia	-486	-258	-39	25	-26	-56

Tabla 6-8. Comparación del tiempo centro-centro en avión y ferrocarril entre las ciudades de estudio.

6.2.4. Tiempo percibido

El tiempo de viaje en el sentido estricto temporal no es la variable que caracteriza mejor las características de una conexión. Una variable mucho más adecuada para hacerlo es el tiempo de viaje percibido. Un ferrocarril de calidad, con asientos confortables, buena información a bordo, evitando al máximo los intercambios, con conexiones eléctricas y de Internet para poder trabajar puede hacer que el tiempo percibido por el viajero sea muy inferior a lo que realmente es. Este ahorro de tiempo no se tiene en cuenta en el avión ya que es un medio mucho más incómodo, dónde hacer reuniones no es posible y dónde la implantación de conexiones eléctricas para portátiles y la conexión a Internet al alcance por todo el mundo se hace mucho más difícil.

En la tabla 6-9 y tabla 6-10 se muestra cómo serían las diferencias entre el tiempo de viaje en avión y ferrocarril si se tuviera en cuenta un aprovechamiento del tiempo de viaje en ferrocarril del 25% y del 50%. Es decir, que en los viajes en tren un 25% y un 50% del tiempo de viaje no fuera percibido por el usuario debido a que este aprovecha el viaje para hacer otras tareas que debería haber hecho igualmente en el destino (reuniones de trabajo, trabajo desde el portátil...) o simplemente porque realiza actividades que le hacen el viaje más ameno (ver películas, consultar Internet...).

Comparación Avión-Alta velocidad (Tiempo percibido 25%)						
	Barcelona	Bruselas	Frankfurt	Milán	Múnich	París
Avión	208	188	170	155	160	195
Alta velocidad	520,5	334,5	156,75	97,5	139,5	188,25
Diferencia	-312,5	-146,5	13,25	57,5	20,5	6,75

Tabla 6-9. Comparación del tiempo centro-centro en avión y ferrocarril entre las ciudades de estudio reduciendo el tiempo de viaje percibido un 25%.

Comparación Avión-Alta velocidad (Tiempo percibido 50%)						
	Barcelona	Bruselas	Frankfurt	Milán	Múnich	París
Avión	208	188	170	155	160	195
Alta velocidad	347	223	104,5	65	93	125,5
Diferencia	-139	-35	65,5	90	67	69,5

Tabla 6-10. Comparación del tiempo centro-centro en avión y ferrocarril entre las ciudades de estudio reduciendo el tiempo de viaje percibido un 50%.

Como se puede observar en estas tablas, si las comparamos con la tabla 6-8 en la que no se ha tenido en cuenta el aprovechamiento del tiempo, el esquema de colores cambia. El tiempo percibido cambia considerablemente y en los trayectos entre Zúrich y las ciudades de Frankfurt, Milán, Múnich y París el ferrocarril supera cómodamente al avión.

De todas maneras, cabe destacar, que en los trayectos con muchas horas de viaje, un aprovechamiento del tiempo de más del 50% podría ser excesivo, ya que en trayectos

como por ejemplo a Barcelona o Bruselas en el que los tiempos de viaje superan las 11 y 7 horas respectivamente, suponer que se trabajaría más de 5h 30min y 3h 30min podría considerarse como algo excesivo y no se ajustaría del todo a la realidad. En cambio, en trayectos más cortos, ello sí que podría ser posible.

6.2.5. Coste generalizado

No solamente deberíamos tener en cuenta el tiempo a la hora de escoger uno u otro modo de transporte, ya que el coste del billete también será importante a la hora de elegir entre avión o ferrocarril. Es por ello, que el concepto de coste generalizado puede ser de gran utilidad en la presente tesina para comparar los modos de transporte entre el avión y el ferrocarril y definir qué medio de transporte sería mejor, teniendo en cuenta costes objetivos y subjetivos que percibe el usuario al viajar. De esta manera influirán aspectos como el tiempo, el precio, la comodidad o la transferencia modal en el cálculo del coste generalizado.

De esta manera se ha determinado el coste generalizado en el avión de la presente manera:

$$Coste_{generalizado} = h \cdot (T_{viaje} + T_{acceso} + T_{embarque} + T_{centro}) + Coste_{billete}$$

Será la suma del tiempo de viaje en avión, el tiempo de acceso del centro al aeropuerto y del aeropuerto de destino al centro, el tiempo correspondiente a check-in, embarque y recogida de equipaje multiplicado por el valor del tiempo medio de los viajeros y el precio del billete.

En cambio, el coste generalizado del ferrocarril se calculará de la siguiente manera:

$$Coste_{generalizado} = h \cdot (T_{viaje} \cdot (1 - \%T_{aprovechado})) + Coste_{billete}$$

Será la suma del tiempo percibido en el viaje por ferrocarril y el coste del billete. Se tendrá en cuenta, que el tiempo aprovechado es de un 25 % y por tanto el tiempo percibido, se calculará como un 75% del tiempo de viaje en ferrocarril. A su vez, h será el valor del tiempo medio de los viajeros.

Para calcular el valor del tiempo medio de los viajeros se ha procedido a hacer la media entre el valor del tiempo para los suizos (algo más elevado que el resto de Europa debido a sus sueldos y que la vida en ese país es más cara (20 euros la hora)) y el valor medio para el resto de países en el que se ha tomado como referencia 10 euros la hora. De esta manera, se ha considerado el valor del tiempo medio para los viajeros de 15 euros la hora.

El coste obtenido por el tiempo percibido en ferrocarril de alta velocidad y el del tiempo utilizado para desplazarte de un centro a otro centro en avión, teniendo en cuenta los 15 euros por valor medio del tiempo para los viajeros se muestra en la tabla 6-11.

Coste en euros del tiempo centro - centro						
	Barcelona	Bruselas	Frankfurt	Milán	Múnich	París
Avión	52,00	47,00	42,50	38,75	40,00	48,75
Alta velocidad	130,13	83,63	39,19	24,38	34,88	47,06

Tabla 6-11. Coste en euros del tiempo centro – centro en avión y con alta velocidad en Suiza. Elaboración propia.

En cambio, respecto al coste del viaje en avión y con alta velocidad esta relación cambia. Hay algunos trayectos que salen más baratos en avión como en París y Barcelona debido a las excelentes relaciones y la gran oferta entre estas ciudades. Este factor se puede observar en la tabla 6-12, que se muestra a continuación:

Coste del viaje						
	Barcelona	Bruselas	Frankfurt	Milán	Múnich	París
Avión	90,00	205,00	143,00	140,00	134,00	90,00
Alta velocidad	112,00	170,00	95,00	69,00	83,00	115,00

Tabla 6-12. Coste en euros del viaje en avión y con alta velocidad desde Zúrich a las ciudades de estudio. Elaboración propia.

Sumando los dos factores anteriormente nombrados con el coste generalizado del tiempo centro-centro y el coste del billete entre las ciudades de estudio, obtenemos el coste generalizado entre Zúrich y el resto de ciudades. En la tabla 6-13 se pueden ver los resultados, en los que se destacan en verde con qué modo de transporte viajarían los pasajeros.

Coste generalizado						
	Barcelona	Bruselas	Frankfurt	Milán	Múnich	París
Avión	142,00	252,00	185,50	178,75	174,00	138,75
Alta velocidad	242,13	253,63	134,19	93,38	117,88	162,06

Tabla 6-13. Coste generalizado ente Zúrich y las ciudades de estudio mediante avión y con alta velocidad en Suiza. Elaboración propia.

Se observa que hay algunas distancias en las que una red de alta velocidad en Suiza provocaría que los viajeros utilizarasen la alta velocidad para desplazarse entre estas ciudades, como por ejemplo entre Zúrich y Frankfurt, Milán y Múnich. En cambio, para viajar a Barcelona, Bruselas y París todavía sería siendo más rentable viajar en avión, en algunos caso debido a la gran distancia entre ambas ciudades y su correspondiente duración del tiempo de viaje o en otros caso como a París debido a la gran competitividad del transporte aéreo en este trayecto.

7. Conclusiones

Del estudio realizado sobre la perspectiva suiza respecto a la alta velocidad se extraen las conclusiones, que se explican a continuación:

- La política suiza en el ferrocarril se desmarcó de otras políticas europeas en este tipo de transporte desde un primer momento. Otros países europeos como España, Francia, Alemania o Italia apostaron por una red ferroviaria de alta velocidad. En algunos casos, adecuando las vías existentes a la alta velocidad como en Italia o Alemania y en otros casos, con la construcción de vías nuevas para incluir la alta velocidad en el territorio. La política que han seguido todos estos países ha sido la de aumentar la velocidad comercial, disminuyendo así considerablemente los tiempos de viaje entre las ciudades, intentando aumentar la participación del ferrocarril en la demanda global del transporte y hacerlo competitivo frente a la carretera y el avión, de tal manera que capte un gran porcentaje del tráfico.
- En el caso de Suiza, desde un principio no se quiso apostar por la alta velocidad, pero sí por mejorar la calidad de la red ferroviaria existente para cubrir las crecientes necesidades de movilidad de la población mediante el ferrocarril, haciéndolo más rápido, más frecuente y más cómodo, aumentando la capacidad de dicho modo de transporte y mejorando el enlace ferroviario en dirección Norte-Sur a través de los Alpes.

La ausencia de alta velocidad en Suiza y el acierto de esta política para el país se deben principalmente a los siguientes factores:

- Las pequeñas distancias entre ciudades como es el caso de Suiza, hacen que el beneficio de la alta velocidad sobre otros modos de transporte sea menor que en países de mayor extensión.
- El impacto de la alta velocidad es más fuerte en países, donde existe un gran mercado para viajar a distancias de alrededor de entre 200-800 kilómetros, y particularmente en el rango de 300 a 600 kilómetros. El tren de alta velocidad ofrece muy pocas ventajas para viajes de menos de 150-200 kilómetros, y en la actualidad no es competitivo con el transporte aéreo para viajes de aproximadamente más de 800 kilómetros.
- Una línea de alta velocidad puede ofrecer una capacidad muy alta. Para que haya suficiente demanda para que esta capacidad sea utilizada de forma eficaz, tiene que haber grandes urbes con un rango de distancias adecuado y no es el caso de Suiza.

- La construcción de líneas de alta velocidad es mejor en mercados en que la demanda se encuentra alrededor de grandes nodos principales, densamente poblados.
- La mejor calidad del ferrocarril convencional como es el caso de Suiza, resta importancia al salto de calidad ofertado por la alta velocidad y reduce la justificación económica de la construcción de la red de alta velocidad.
- La accidentalidad orográfica del país está relacionada con el gran coste, que se debería hacer para impulsar una nueva red de alta velocidad en Suiza y la elevada inversión no justificaría la construcción e las líneas de alta velocidad en Suiza.

En cambio, si tenemos en cuenta a Suiza en el marco de la Unión Europea como un conjunto, la política podría haber sido diferente. La introducción de la alta velocidad en el país aportaría numerosos beneficios al resto de países europeos.

La situación geográfica del país en un punto central de Europa, es básica en un eje de comunicaciones Norte-Sur entre Alemania, Francia e Italia y de gran importancia para su conexión, permitiendo franquear la barrera geográfica que suponen los Alpes.

Bajo esta visión, la construcción de una red de alta velocidad podría ser viable, al poder unir grandes ciudades densamente pobladas, como París, Milán, Múnich o Frankfurt, en un rango de distancias, en el que el impacto de la alta velocidad sobre otros modos de transporte sería elevado. Ello permitiría al ferrocarril poder competir con el avión en estos trayectos y teniendo en cuenta la mayor comodidad del ferrocarril se podría prever un cambio favorable en la distribución modal para este modo de transporte según el estudio del coste generalizado entre Zúrich y diversas ciudades de estudio.

Los tiempos de viaje entre Zúrich y otras ciudades como Milán o Múnich se reducirían drásticamente, pero entre otras como desde Zúrich a París o Frankfurt, el impacto de mejora sería menos importante, dada la situación de la conexión existente en la actualidad que ya propicia una cierta rapidez y comodidad en el trayecto.

Sería importante, no sólo la construcción de la red en Suiza, sino que una vez pasada la frontera, esta red de alta velocidad tuviese continuación hasta otras ciudades importantes para poder reducir todavía más los tiempos de viaje y hacer más fluida la comunicación entre los países europeos.

Otro elemento a tener en cuenta sería que si tal como comentamos, el interés de la introducción de la línea de alta velocidad en Suiza partiera del interés de la Unión Europea, sería necesaria una aportación económica por parte de Europa, muy

importante para poder llevar a cabo tal proyecto y el acuerdo de Suiza para colaborar con la política comunitaria.

8. Bibliografía

Libros y artículos

- Bernet, R. (2000). *Der Intercity Neigezug. Eisenbahn-High-tech aus der Schweiz.*
- Danielli, G. & Maibach M. (2007). *Schweizerische Verkehrspolitik.*
- Dörflinger, M. (2011). *Deutsche Eisenbahnen: Lokomotiven, Züge und Bahnhöfe aus zwei Jahrhunderten.*
- Ebeling, K. (2005). *High-speed Railways in Germany.*
- Elsasser, K. (1997). *Die Eisenbahn und die Schweiz.*
- Fendrich, L. (2007). *Handbuch Eisenbahninfrastruktur.*
- Gleave, S. D. (2004). *High speed rail: International comparisons.*
- Goette, P. (2008). *TEE-Züge in Deutschland.*
- Gourvish, T. (2009). *The High Speed Rail Revolution: History and prospects.*
- Jeker, R. E. (2002). *Gotthard-Basistunnel. Der längste Tunnel der Welt.*
- Kräuchi, C. (2004). *Mehr Zug für die Schweiz – Die Bahn-2000-Story.*
- López Pita, A. (1998). *Tilting trains and line construction.*
- López Pita, A. (2010). *Alta velocidad en el ferrocarril .*
- Lorenz, M. (2003). *Stellwerkstechnik. Planung, Projektierung, Dokumentation.*
- Löw, S. (2006). *Geologie und Geotechnik der Basistunnels am Gotthard und am Lötschberg.*
- Menendez, J.M. (2005). *Diseño, dimensión óptima y emplazamiento de estaciones de alta velocidad en ciudades de tamaño pequeño.*
- Minayo, L. (2008). *Relación entre la alta velocidad y los costes operativos no energéticos.*
- Moser, P. (2004). *Lange Geschichte mit Happy End.*
- Naumann, P. & Pachl, J. (2004). *Leit- und Sicherungstechnik im Bahnbetrieb – Fachlexion.*

Pachl, J. (2002). *Railway operation and control*.

Pachl, J. (2008). *Systemtechnik des Schienenverkehrs*.

Puebla, J. G. (2005). *El tren de alta velocidad y sus efectos espaciales*.

Spillmann, H.G. (2004). *160 Kilometer Fahrbahn für den Angebotsausbau*.

Vetter von Geramond, K.J. (2008). *Die Eisenbahn in der Schweiz: Geschichte, Strecken, Lokomotiven*.

Zembri, P. (2005). *El TGV, la red ferroviaria y el territorio en Francia*.

Páginas web

AG Alptransit. [Consulta Septiembre 2011]. *Die neue Gotthardbahn*. Disponible en www.alptransit.ch.

DB Bahn. [Consulta: Octubre 2011]. Disponible en www.bahn.de.

Litra. *Informationdienst für den öffentlichen Verkehr* [Consulta: Octubre 2011]. Disponible en www.litra.ch.

Ministerio de Fomento. [Consulta: Septiembre 2011]. Disponible en www.fomento.es.

NZZ online. *Bundesrat stellt Weichen für Bahn 2030*. [Consulta: Noviembre 2011]. Disponible en www.nzz.ch.

Observatorio de la sostenibilidad en España. *Sostenibilidad en España 2010*. [Consulta: Noviembre 2011]. Disponible en www.sostenibilidad-es.org.

Schweizerische Bundesbahn. [Consulta Agosto 2011]. Disponible en www.sbb.ch.

Schweizer Parlament. [Consulta Octubre 2011]. *FinöV Gesamtschau*. Disponible en www.parlament.ch.

Statistik Schweiz – Bundesamt für Statistik. [Consulta Agosto 2011]. Disponible en www.bfs.admin.ch.

UIC High Speed Department. *High Speed lines in the World*. (2011). [Consulta Septiembre 2011]. Disponible en www.uic.org.

Vía Michelin. [Consulta Noviembre 2011]. Disponible en www.viamichelin.com

Wikipedia. [Consulta Septiembre 2011]. Disponible en www.wikipedia.org