Las Autopistas ferroviarias ¿Una apuesta de futuro en líneas mixtas de alta velocidad?

Railway motorways. A future investment in mixed high speed lines?

Lorenzo Jaro Arias[1], César A. Folgueira Chavarría

Resumen:**En los últimos años se ha intensificado el desarrollo de las denominadas autopistas ferroviarias (AF) en Europa, especialmente en Suiza y Francia, consistente en el transporte de camiones o remolques por la red ferroviaria. El principal objetivo de la implantación de este tipo de servicios es la reducción del tráfico de camiones en la red de carreteras consiguiendo grandes beneficios socioeconómicos, así como ofrecer una mejor calidad de servicio a los transportistas en trayectos de larga distancia.**

En este artículo, basado en los estudios realizados por la Agrupación Europea de Interés Económico (AEIE) Sur Europa Atlántico Vitoria-Dax (participada por el Ministerio de Fomento, Adif y Rff), se pretende llamar la atención sobre la posibilidad de aprovechar las líneas mixtas de AV en España, que se desarrollan en la frontera pirenaica, ante la presencia en el lado francés de las concesiones de servicios de AF que actualmente se explotan (desde Perpignan en el Arco Mediterráneo) o se prevén (desde Bayona en el Arco Atlántico).

En el artículo se resume la situación actual de estos servicios para los sistemas más desarrollados, ROLA y Modalohr, detallando en lo posible todos aquellos aspectos y características intrínsecas del sistema que no son conocidos ampliamente y que abarcan desde el material móvil, la configuración de trenes y servicios, tarifas etc, a las características fundamentales requeridas en la infraestructura (gálibos, instalaciones, terminales, etc).

Palabras clave:**Transporte de mercancías por ferrocarril, líneas mixtas de Alta velocidad, Autopistas Ferroviarias**

Abstract:**In recent years development of the so-called speed Railway Motorways (RM) has intensified in Europe, especially in Switzerland and France, consisting of the transport of trucks and trailers by the rail network. The main objective of the implementation of these services is to reduce truck traffic on the road network, achieving huge social and economic benefits and providing better quality service to carriers for long distance journeys.**

In this article, based on studies by the European Economic Interest Grouping (EEIG) South Europe Atlantic Vitoria-Dax (with the participation of the Ministry of Development, ADIF and RFF), the aim is to draw attention to the possibility of making use of the HS mixed lines being developed in Spain at the Pyrenean frontier, in the presence on the French side of the RM service concessions currently operated (from Perpignan in the Mediterranean Basin) or envisaged (from Bayonne in the Atlantic Arc).

The article summarizes the current situation of these services for the most developed systems, ROLA and Modalohr, detailing all aspects where possible and any intrinsic characteristics of the system that are not widely known, ranging from the rolling stock, configuration of trains and services, fares etc, to the key features required in the infrastructure (gauges, facilities, terminals, etc.).

Keywords:**Rail freight transport, High Speed mixed lines, Railway Motorways.**

[1]Adif: ljaro@adif.es

¿Qué es una Autopista Ferroviaria?

En el Libro Blanco de la Comisión Europea sobre la política europea de transportes de cara al 2010 y años futuros, se anunció un "auténtico cambio en la política común de transportes" y se propugnó el fijar nuevos retos para la política común de transportes entre los que destacan el reequilibrio de la distribución de los modos de transporte y el desarrollo de la intermodalidad.

El transporte ferrocarril-carretera ocupa un lugar importante en este reto, sobre todo a partir de la revisión del Libro Blanco de 2006 que pone de manifiesto el objetivo de la Unión de desarrollar la comodalidad, es decir "la utilización eficaz de los diferentes modos de transporte de forma independiente y en combinación".

Se trata en definitiva de utilizar la carretera para el transporte de mercancías del punto de origen a una terminal de transporte combinado desde el que serán transferidas a un tren que recorrerá la mayor parte del trayecto, antes de ser transferidas de nuevo a un camión que las lleve hasta el punto de destino.

Además de las razones medioambientales, este enlace puede resultar rentable desde el punto de vista económico para largas distancias (varios cientos de kilómetros) en las que el transporte ferroviario resulta competitivo, o en enlaces complicados y saturados, como puede ser atravesar determinados obstáculos.

Hasta la fecha el transporte ferrocarril-carretera se realiza de diferentes formas que clasificadas en función de la forma de transferencia de la carretera al tren, se resumen en las tres que siguen, con matices en algunas de ellas pero que sirven para situar el punto de partida de esta exposición.

Transporte Combinado

Es el primer tipo de organización del transporte ferrocarril-carretera y el más desarrollado actualmente, consistiendo en la transferencia únicamente de la carga de un camión a un tren. Este tipo de organización se utiliza fundamentalmente cuando la carga se transporta en forma de contenedor o caja móvil.

La carga viaja sola, lo que requiere una cierta organización por parte de los transportistas, o consignatarios, que deben disponer de camiones, o de contactos, a la llegada del tren. En el caso de los pequeños transportistas, que deben contar con un contacto lejano, este tipo de transporte se limita a enlaces frecuentes.

Transporte de semirremolques

El transporte de semirremolques en ferrocarril implica las mismas necesidades de organización para los transportistas que el transporte combinado, sin embargo, este servicio permite una gran flexibilidad a los transportistas por carretera.

Así, este segundo tipo de organización, que no se limita a transferir únicamente la carga sino todo el semirremolque, incluidos los ejes, evita que el transportista por carretera tenga que equiparse específicamente para el transporte ferrocarril-carretera[1] lo que suele reducir los costes.

[1]Existe un sobrecoste en ciertos tipos de transporte no acompañado (vagones "poche"), ya que no todos los semirremolques están adapatados a este tipo de transporte (en la práctica en Europa solo entre el 5%-15% lo está).

Transporte acompañado de camiones

Por último, existe un tercer tipo de organización de transporte ferrocarril-carretera que difiere de los dos anteriores en un principio básico: el servicio ferroviario ya no toma el relevo al transporte por carretera, sino que más bien "comparte" la infraestructura viaria en sí.

En este tipo de organización, se cargan los camiones enteros, semirremolque y cabeza tractora, en el tren y se dispone de un coche de viajeros en la cabecera del tren para el transporte de los conductores de los vehículos y que está especialmente acondicionado para ellos (cocina, comida, televisión…). Y es este el servicio que en un principio se ha denominado "Autopista Ferroviaria" AF.

No obstante la evolución de estos servicios ha reconsiderado las tres opciones anteriores y actualmente según distintos países se utilizan las "Autopistas" con los distintos sistemas de carga, semirremolques exclusivamente, camión completo e incluso, carga de contenedores.

Es preciso destacar como fundamental el hecho de que el material rodante de los servicios europeos de Autopistas Ferroviarias se enfrenta al problema del gálibo de la vía lo que a menudo explica las elecciones de tipo técnico. En Europa, las líneas de nueva creación deben respetar el Gálibo C, de 4,65 m de alto por 2,66 m de ancho, sin embargo, una gran mayoría de las autopistas ferroviarias existentes o en fase de proyecto utilizan las vías antiguas que han sido o deberán ser adaptadas, con el consiguiente coste económico que ello ha supuesto.

En este artículo se analizan y describen los dos sistemas mayoritariamente implantados de AF, el sistema ROLA, desarrollado fundamentalmente en el tránsito a través de Los Alpes, y el sistema Modalohr, originariamente francés y que se extiende actualmente entre Perpignan y Luxemburgo y con un proyecto entre Hendaya y Lille, por lo que representa una gran oportunidad de aplicación en las líneas españolas.

En la figura 1 se muestra la distribución actual de las distintas AF, donde se puede observar la futura Autopista Atlántica en Francia, actualmente en concurso:

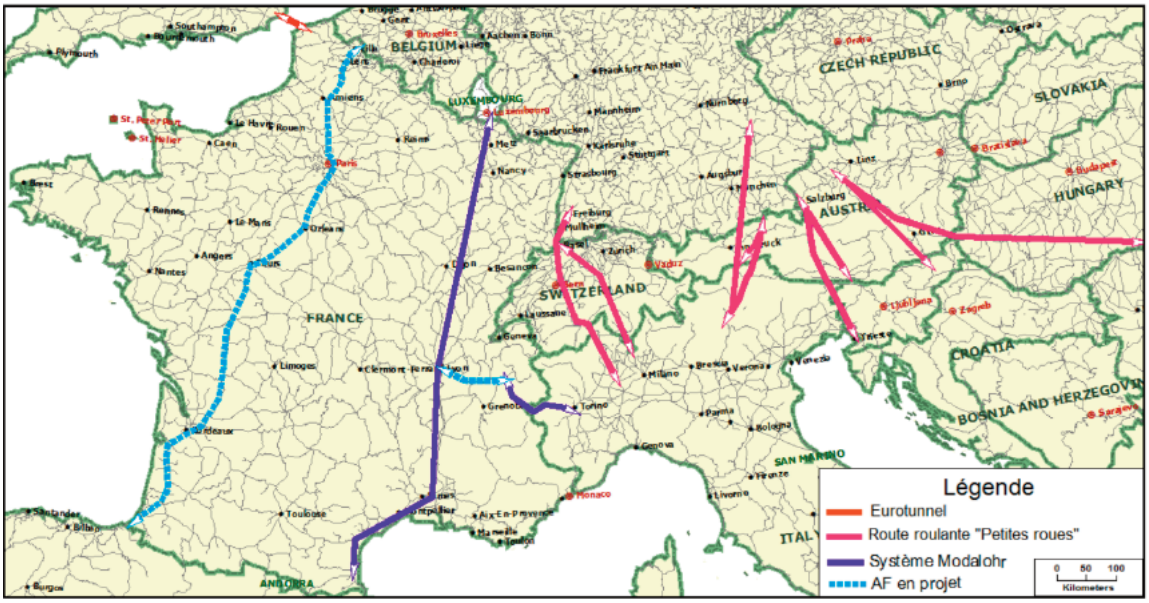

Figura 1. Mapa de Autopistas Ferroviarias en Europa en servicio y proyecto. Año 2009

Características básicas de los dos sistemas: ROLA y Modalohr

Sistema ROLA, o de "Ruedas Pequeñas"

En este sistema (fig 2), el tren aparece como una gran plataforma lineal continua y plana sobre la que se embarcan los camiones con la cabeza tractora mediante una rampa desmontable que les permite llegar hasta su lugar a continuación del camión anterior. La descarga se realiza por la cabecera del tren, una vez que se desengancha la locomotora y el coche que acoge a los camioneros.

Figura 2. Esquema de la AF de tipología ROLA

El sistema ROLA minimiza el problema del gálibo ya introducido, debido a que los vagones van sobre unas ruedas de diámetro reducido (36 cm) como se observa en la figura 3.

Figura 3. Ruedas "pequeñas" del sistema ROLA

Un sistema así, necesita pocas estructuras fijas ya que basta con una vía provista de una placa de hormigón que permita a los camiones circular sobre los carriles y una rampa desmontable. Esto permite reducir el coste de inversión a la vez que permite crear nuevos enlaces rápidamente ante situaciones "experimentales" e incluso límite, por ejemplo, como consecuencia del cierre de un túnel de carretera.

La carga/descarga secuencial de camiones es relativamente lenta y delicada (15-20 minutos para una carga/descarga, 1 minuto por camión aproximadamente y entre 20 y 30 min para la comprobación de la correcta colocación de los semiremolques en las plataformas del tren), además

un camión averiado o un conductor ausente, provocan la inmovilización de los camiones siguientes que esperan para la descarga.

Sin embargo, cuando la organización de la cadena es eficaz, este sistema funciona bien y la calidad del servicio es notable: en la "carretera rodante" Friburgo - Novara, el retraso medio observado en la mayoría de los servicios es inferior a media hora para un trayecto total de unas diez horas.

Por otro lado, las ruedas pequeñas tienen el inconveniente de calentarse y gastarse más rápido, lo que aumenta los costes de mantenimiento. Esto limita la velocidad del convoy y, en ocasiones, requiere sistemas suplementarios de engrase y reperfilado de ruedas cada seis meses.

Sistema Modalohr o de "plataforma giratoria"

Con el sistema Modalohr, (fig 4) los remolques se sitúan en cajas "rebajadas" situadas entre dos bogies de ruedas "normales" con la carga realizada a nivel del andén de carga.

Figura 4. Esquema de la AF de tipología Modalohr

Las dos plataformas rebajadas del vagón Modalohr giran sobre un eje vertical, lo que permite la carga lateral de los remolques desde un muelle especialmente diseñado. La rotación se realiza mediante un sistema hidráulico integrado en el "anden de carga", lo que evita la multiplicación de equipos en los vagones y los costes de mantenimiento asociados al material. Cada plataforma puede albergar un semirremolque o dos cabezas tractoras.

En comparación con el sistema ROLA, el sistema Modalohr es menos sensible a los fallos de camiones en la fase de carga-descarga y en principio, se produce un ahorro de tiempo en el proceso respecto al sistema ROLA.

La disposición de vagones y el sistema en sí, permite la explotación de terminales intermedias, el uso tanto con cargas acompañadas como no acompañadas y la integración de vagones de transporte combinado en el convoy. Asimismo, evita el desgaste acelerado y característico de las ruedas de diámetro reducido.

Por el contrario, requiere una mayor inversión en vagones y en las terminales de carga y no permite la rapidez y flexibilidad en la apertura de un nuevo servicio de transporte en corto plazo.

Figura 5. Terminal "Modalohr" en Le Boulou

Finalmente, el ahorro de los tiempos de carga y descarga gracias a la carga lateral deben ser relativizados fundamentalmente por dos razones:

• Primero, se necesita un operador para la rotación de las plataformas y la protección de la carga, lo que requiere una elevada mano de obra para la carga simultánea de todas las plataformas.

• Segundo, la carga de los tractores, en el caso de una carga acompañada debe realizarse en otra plataforma, lo que dobla el tiempo de operación.

Una descripción de los servicios de AF existentes

Los servicios de AF: Precios, tiempos y frecuencias

En las tablas 1 y 2 se han recogido las principales características de oferta y la evolución de las frecuencias semanales ofrecidas por los distintos servicios de AF que se han desarrollado en los últimos años en Europa (2002-2009).

Tabla 1. Principales características de las AF (2009)							
	Operador	Distancia	Tiempo	Precio €	Capacidad Tren	Cap.Semanal	Tráfico anual
		km	Horas	Completo/veh.	Plazas	Plazas	Miles camiones
SISTEMA MODALHOR							
Aiton-Orbassano	AFA	175	3,3	255-348	22	1.232	23
Bettemburg-Perpignan	Lorry rail	1050	26,5	730-750	40	720	17,5
SISTEMA ROLA							
Friburgo-Novara	Ralpin	414	9,8-11,4	450-540	20	2.100	85
Basilea-Lugano	HUPAC	290	6	380	20	200	11
Wörgl-Trento	OKOMBI	237	5,5-7,5	186-299	21	1.176	41
Wörgl-Brenner	OKOMBI	91	2,5-3	99-126	18	4.176	144
Trento-Regensburg	OKOMBI	464	10,5-12	400-438	21	672	20
Wels-Maribor	OKOMBI	323	7-11,5	335	17	612	49
Salzburgo-Trieste	OKOMBI	380	8,5-12	350	16	384	29
Salzburgo-Villach	OKOMBI	190	4,5-5,5	175	18	216	7
Wels-Szeged	OKOMBI	634	14-15	490	22	616	37

De esta primera tabla se destaca la gran longitud de la AF francesa mediterránea, con prácticamente 1.000 km de recorrido y que con un tiempo de 26,5 horas se sitúa con una velocidad comercial de 40 km/h.

Este es un dato clarificador que se pone de manifiesto en las opiniones recabadas a los actuales usuarios del servicio: no es necesario buscar mayores velocidades comerciales a las actuales, sino que el precio en primer lugar, las frecuencias adecuadas en su distribución a lo largo del día y la fiabilidad, unido a la capacidad de carga, son los elementos de elección básicos para actuales e hipotéticos usuarios.

Como se desprende de la tabla 2 de frecuencias, una de las “variables” más valoradas por los actuales usuarios de las AF en Europa, es evidente la mayor presencia del sistema ROLA, adaptado al paso de los Alpes, pero también es evidente otro hecho, no menos destacado, y que es el de la “facilidad” con que aparecen y desaparecen estos servicios, muy relacionado con la presencia de mercado y con la agilidad y “menor” coste para implantar los servicios.

A ello ha contribuido además la ampliación de la Unión Europea y la liberación del transporte internacional por carretera que ha permitido a los transportistas por carretera de los países del Este de Europa el libre acceso a los mercados de la UE.

Dada la proximidad a España, es preciso notar que la AF Le Boulou (Perpignan)- Luxemburgo, la de más reciente creación, se está consolidando paulatinamente, pasando de 22 servicios semanales durante 2010 a 33 servicios en 2011, consiguiendo una tasa de ocupación del 80% en camiones y del 61% para contenedores (esta autopista también permite este tipo de transporte combinado), transportando en 2011 casi 37.000 camiones de los que un 12% eran grandes camiones de 44 toneladas (se ha pasado de transportar unos 1.000 en 2009 a 4.500 en 2011).

Tabla 2. Evolución del número de servicios semanales de AF (2002-2009)			
SISTEMA MODALHOR			
Aiton-Orbassano	0	40	40
Bettemburg-Perpignan		0	14-21
Sub Total Modalhor	**0**	**40**	**54**
SISTEMA ROLA			
Friburgo-Novara	84	114	105
Friburgo-Lugano	10	0	0
Basilea-Lugano	10	10	10
Singen-Milán	10	18	0
Sub Total Gotardo-Löstchberg	**114**	**142**	**115**
Wörgl-Brenner	0	168	232
Wörgl-Trento	40	54	56
Wörgl-Verona	34	0	0
Wörgl-Bolzano	10	0	0
Munich-Bolzano	10	0	0
Manching-Brenner	186	0	0
Trento-Regensburg	0	22	32
Sub Total Brenner	**280**	**244**	**320**
Wels-Maribor	50	72	36
Salzburgo-Lujbiana	34	21	0
Wels-Villach	96	0	0
Salzburgo-Trieste	0	38	24
Salzburgo-Villach	0	12	12
Sub Total Tauern	**180**	**143**	**72**
Graz-Regensburg	0	10	0
Wels-Sopron	70	0	0
Wels-Szeged	56	42	28
Sub Total Danubio	**126**	**52**	**28**
Szeged-Lujbiana	6	8	0
Spacva-Lujbiana	0	8	0
Dresde-Lovosice	90	0	0
Sub Total	**96**	**16**	**0**
TOTAL MODALHOR	**0**	**40**	**54**
TOTAL ROLA	**796**	**597**	**535**

Las tasas de ocupación

En la figura 6 se muestra la tasa media de ocupación de los trenes (2009); ésta se ha estimado en base a los tráficos existentes y al número de plazas ofrecidas.

Los operadores de las AF, especialmente los servicios acompañados, presentan una media de utilización bastante elevada, alrededor de un 70% en las AF suizas y austriacas. Para el caso del servicio Perpignan – Bettembourg los datos que aparecen recogen el inicio de explotación. Estos últimos se han actualizado y después de un periodo de madurez de 2 años, se está observando que el servicio está alcanzando cuotas próximas al 75-80%.

Analizados el conjunto de los datos, en este tipo de servicios y como previsiones a futuro, no deberían esperarse tasas de ocupación medias anuales superiores al 75%.

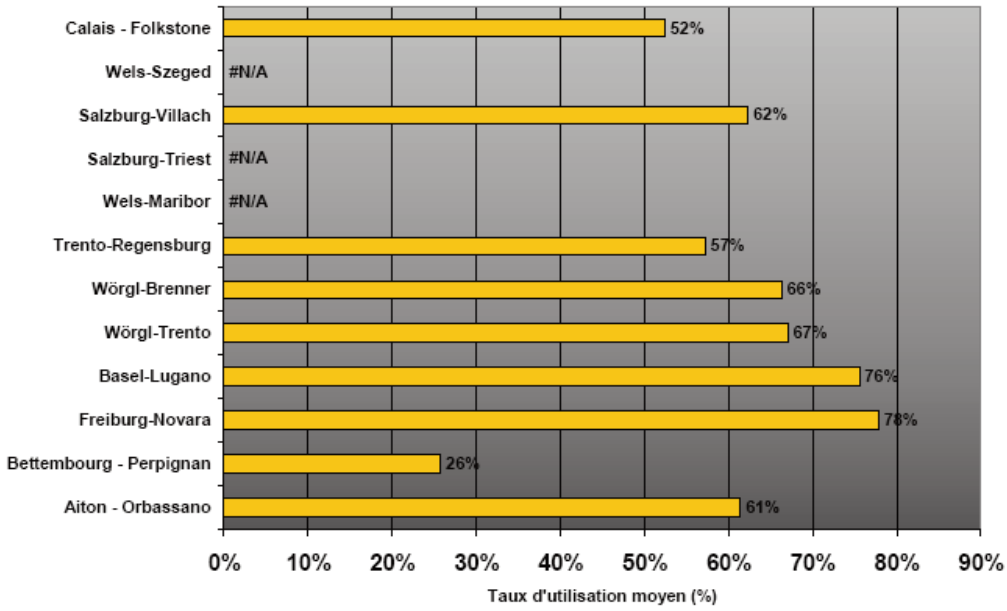

Figura 6. Tasa media de ocupación de los servicos de autopista ferroviaria

Las tarifas aplicadas y las subvenciones

En relación a las tarifas (figura 7), éstas oscilan de manera general en torno a 1 € por kilómetro con un mínimo de 0,6 €/km para Bettembourg - Perpignan y un máximo de 1,7 € para Aiton - Orbassano.

En este aspecto es preciso señalar que este tipo de servicios presentan determinados niveles de subvención que como se puede observar suponen, según relaciones, entre el 10 y el 200% del ingreso medio con un porcentaje medio (sin tener en cuenta los valores extremos) entorno al 40%.

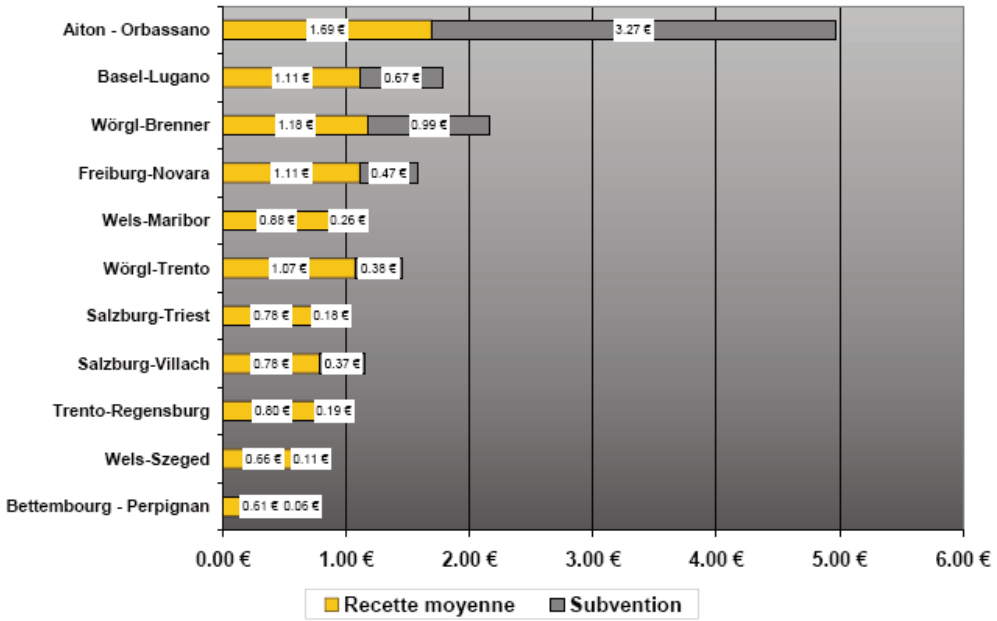

Figura 7. Ingreso medio y subvención por kilómetro

El porqué de estas subvenciones está justificado en la política de transporte de los países en los que se implantan estos servicios. Este es el caso de los países "alpinos" Suiza y Austria en los que se pretende básicamente por razones ambientales disminuir el tránsito de camiones por las carreteras de ambos países.

Para el caso suizo, por ejemplo, existe una normativa que presenta tres elementos de subvención:

• Por tasas de circulación de los trenes de combinado o AF, que se entregan directamente a los gestores de infraestructuras, (una cantidad por tren).

• Por tren de transporte combinado o AF y por cada envío, que se entregan al operador. Por ejemplo, en 2009, cada tren de AF recibió una subvención total de 2.000 CHF, lo que supuso unos 125 CHF por camión, (1 CHF = 0,83 €).

El caso austriaco es similar y supone que todos los sistemas de transporte combinado son subvencionados, ya sea para tráficos en tránsito, internos o con otros países.

Para la AF Aiton-Orbassano, entre Francia e Italia, las subvenciones están sometidas a la aprobación de la Comisión Europea para evitar falsear la competencia, y hasta ahora, se han aprobado dos paquetes: uno para el periodo 2003-2006 y otro para el 2007-2009 con un volumen entre 6-7 millones de € anuales (5 millones para 2011). Existe en esta AF un objetivo de alcanzar los 20.500 camiones al año con distintos niveles de subvención según el volumen de camiones finalmente transportado, y se prevé que a partir de 21.500 camiones, la subvención deje de percibirse.

En este ámbito, puede ser interesante el ejemplo del **Programa Europeo "Marco Polo"**, que en su segunda edición para el periodo 2007-2013, propone subvenciones a las acciones cuyo objetivo sea la transferencia modal inmediata de una parte del tráfico por carretera hacia otros modos de transporte, ayudando al lanzamiento de nuevos servicios, con estricto respeto a las reglas de competencia y con un tiempo limitado.

Con esos antecedentes, y como se desprende de los datos mostrados en la tabla 1, un tren de AF transportando en una distancia de 1.000 km 37.000 camiones anuales (Le Boulou-Bettemburg) **transfiere 37 millones de camiones-kilómetros de la carretera al ferrocarril.**

Los beneficios sociales derivados de este trasvase son realmente elevados, y por ahora aplicados casi en exclusiva en territorio francés.

Basta pensar que el coste externo relacionado con las emisiones de gases de efecto invernadero puede situarse alrededor de 0,03 €/camión-kilómetro a los que habría que añadir los relacionados con otros contaminantes de efectos perjudiciales para la salud, seguridad vial y accidentes, ruido y congestión, que sitúan el coste global social alrededor del 0,26 €/camión-kilómetro. Una simple multiplicación, a día de hoy, arroja un beneficio de casi 10 millones de € anuales.

Este es un dato muy a tener en cuenta y más con la proximidad de las AF francesas a España, en Le Boulou (Perpignan) y la prevista a Bayona en el Atlántico, unido a la cada vez más creciente congestión de camiones en el paso de los Pirineos, en 2008 casi 9.000 camiones diarios por cada una de las dos fronteras, lo que marca una oportunidad que debe ser analizada en todo su contexto.

Una comparativa de costes

En el estudio desarrollado por la AEIE Vitoria-Dax, se ha llevado a cabo un estudio comparativo de costes (tabla 3) sobre las diferentes relaciones asociadas a los servicios de autopista ferroviaria frente al transporte tradicional por carretera, y se concluye que la AF presenta un coste para el transportista del 70-90% del coste por carretera, si bien en algunas relaciones, puede ser similar.

Tabla 3. Ratio estimado de costes AF/camión convencional					
	Operador	Distancia km	Coste / km Carretera	Coste / km Autopista	Ratio
SISTEMA MODALHOR					
Aiton - Orbassano	AFA	175	2,22	1,92	86%
Bettemburg - Perpignan	Lorry rail	1050	1,08	0,71	66%
SISTEMA ROLA					
Friburgo - Novara	Ralpin	414	1,39	1,51	109%
Basilea - Lugano	HUPAC	290	1,15	1,46	97%
Wörgl - Trento	OKOMBI	237	1,43	1,49	104%
Wörgl - Brenner	OKOMBI	91	2,29	1,73	76%
Trento - Regensburg	OKOMBI	464	1,29	1,20	93%
Wels - Maribor	OKOMBI	323	1,47	1,24	84%
Salzburgo - Trieste	OKOMBI	380	1,23	1,22	99%
Salzburgo - Villach	OKOMBI	190	1,47	1,22	83%
Wels - Szeged	OKOMBI	634	1,04	1,02	98%

Con las últimas subidas de los combustibles durante los años 2009 y 2010 y las variaciones en los tipos de cambio, se han producido incrementos en los costes del transporte que han repercutido de manera más "negativa" en la carretera y ello ha llevado, según señala la revista "el Vigía" en su número 372, de 13 de Febrero, a que por ejemplo, en las AF austriacas, el coste de transporte para un camión en AF de larga distancia sea inferior entre el 1% y el 7% al de la carretera, y entre el 8% y el 16% para corta distancia, confirmando lo expuesto en la tabla 3 anterior.

El material rodante y la configuración de los trenes

Una vez descrita la parte del servicio referida a características "comerciales", en este apartado se analizan los aspectos más puramente ferroviarios, con referencia a los trenes y su configuración.

Como ya se ha ido señalando, los vagones para ambos sistemas tienen unas características específicas que los hacen esencialmente distintos, y estas diferencias no sólo quedan reflejadas por un lado en las propias características de peso y carga de los vagones, que se muestran en la tabla 4, sino también en las aptitudes para circular bajo determinados gálibos con determinadas cargas y en las posibles configuraciones de los trenes, terminales y servicios.

Vagones y Trenes

El vehículo diseñado por Modalohr consiste en un vagón doble, de plataforma rebajada y apoyado sobre bogies. Los de los extremos admiten 18 t/eje y el central 22,5 t. Para el sistema ROLA, los vagones son de plataforma rebajada con ruedas de pequeño diámetro. Como se observa en la tabla 4, la carga máxima teórica de los vagones del sistema Modalohr es ligeramente superior a la del ROLA:

Tabla 4. Características de carga y peso de los vagones					
	Tara vagón		P max / eje	P max / vagón	Carga max teórica
	Con enganche en extremo	Sin enganche	T/eje (920 mm)		Toneladas
Sistema ROLA		21	22,5	90 (3x4 ejes)	69
Modalhor NA	42,3	41,3	22,5	113	70,8 - 71,8
Modalhor AFA	43,3	42,3	22,5	113	69,7 - 70,7

A partir de estas características, en la tabla 5, con carácter teórico pero muy orientativo, se muestra una comparativa de posibilidades de transporte para un tren de 750 metros.

La principal conclusión que se deduce de este ejercicio es que el sistema Modalohr No Acompañado (NA) es el más "eficiente" de los tres, pero es que el sistema ROLA supera al Modalohr acompañado (AFA) el cual, sin duda, por la ocupación de cabezas tractoras en vagones, como se observa en las fotografías (fig 8), pierde su potencial eficacia. Es por ello por lo que en Francia, las nuevas AF se están diseñando sin acompañamiento de las cabezas tractoras.

Tabla 5. Análisis teórico de la capacidad de carga para un tren de 750 metros							
	Vagones	Semis.	TBR max	T netas max	Tara FC	Tara semis	Tnetas/TBR
Sistema ROLA	37	37	2.464	1.110	836	518	45%
Modalhor NA	22	44	2.488	1.272	909	308	51%
Modalhor AFA	21	28	1.936	795	945	392	41%

Como novedad es preciso señalar que el 19 de enero de 2011, arrancó un servicio autorizado a 850 metros en la AF entre Le Boulou y Bettembourg, para velocidad máxima de 100 km/h, con una frecuencia diaria, pudiendo transportar hasta 48 semirremolques frente a los 40 que transportaban hasta ahora, todo ello sin aumentar la tracción del tren.

Se han previsto dos "grupos" dentro del tren, de unos 660 metros para camiones y 180 metros para contenedores, formando un tren de 837 metros reales y una masa total de 2.400 toneladas.

Estos nuevos trenes son una punta de lanza para un ambicioso plan, que se dibuja para unir puertos y centros de gran actividad económica en los grandes corredores europeos. Así se prevé incrementar en los próximos meses los servicios a tres o cuatro trenes diarios en la autopista ferroviaria, y hay prevista una segunda frecuencia en febrero, cuyos resultados de verán a lo largo de 2012.

Figura 8. Carga de vagones de Modalohr AFA en Aiton (cerca de Lyon)

Por último y para este apartado, en el estudio desarrollado por la AEIE Vitoria-Dax, se ha llevado a cabo un análisis de las necesidades de personal requeridas para conseguir que la carga de un convoy se realice en un máximo de 2 horas, y los resultados son los que se muestran en la tabla 6, siendo de nuevo el sistema Modalohr AFA el de mayor consumo de recursos.

Tabla 6. Recursos de personal operativo necesarios estimados para un tiempo máximo de carga de 2 horas

	Rendimiento	Vagones	Time max carga (h)	Operadores/turno
Sistema ROLA	1 min/vagón	37	2	2
Modalhor NA	20 min/vagón	22	2	5
Modalhor AFA	22 min/vagón	22	2	6

Los gálibos

Seguidamente, en la figura 9, se presentan los gálibos que exigen cada uno de los sistemas y las dimensiones máximas de los semirremolques aptos para el transporte.

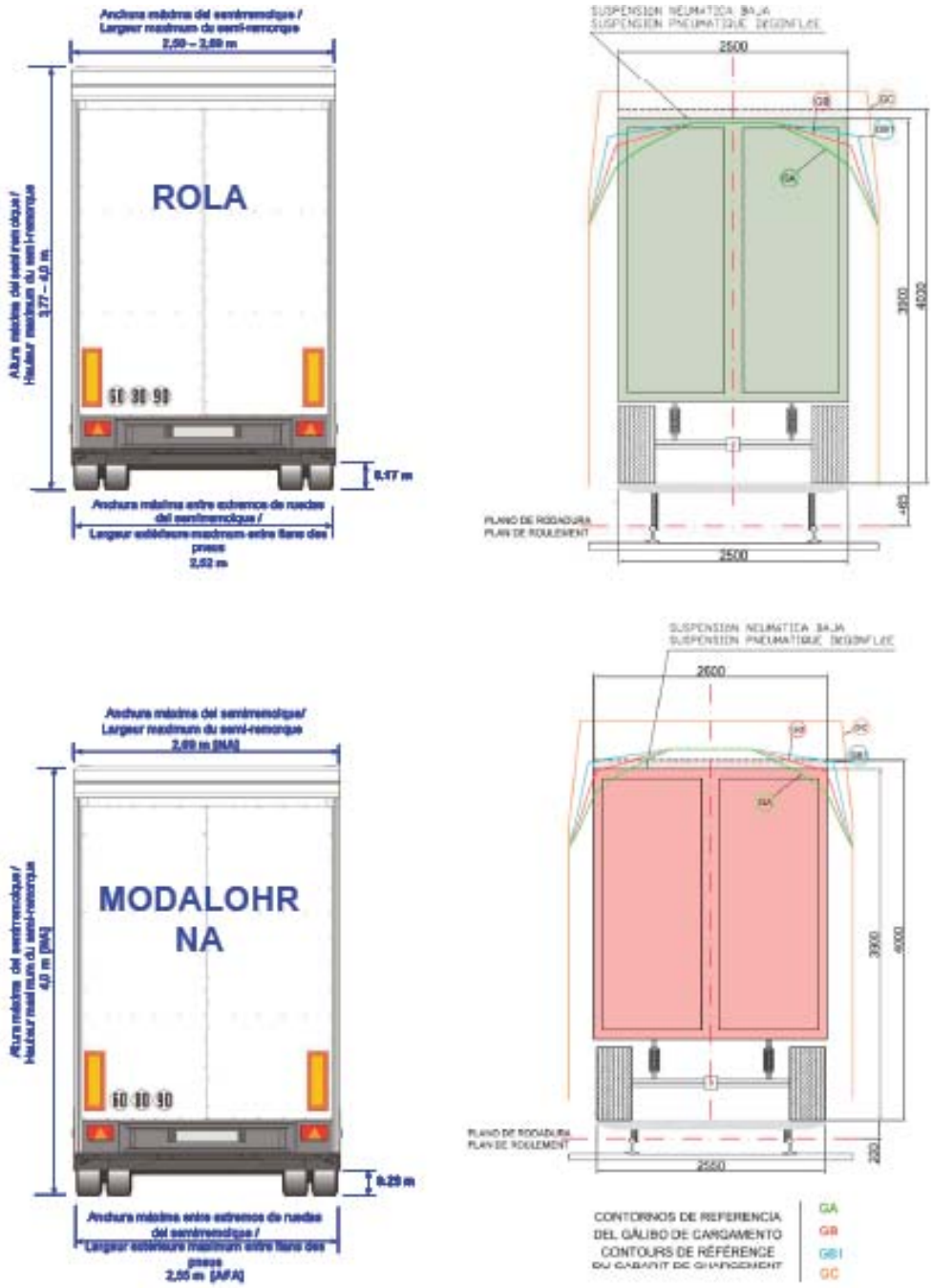

Figura 9. Gálibos de carga de los sistemas ROLA y Modalhor No Acompañado

Con los esquemas anteriores, el estudio pone de manifiesto que el gálibo GC en su parte alta, es válido para los sistemas AF Modalohr, que son los que se sitúan próximos a la frontera española con Francia. Los datos detallados de gálibos y alturas de semirremolques admisibles en estos servicios se presentan en las tablas 7 y 8.

Uno de los inconvenientes típico del sistema Modalohr es que es preciso llevar a cabo modificaciones en las partes bajas del gálibo, al no cumplir con los establecidos en las líneas ferroviarias. Estas modificaciones afectan básicamente a balizas y andenes.

Tabla 7. Gálibo en partes bajas	
Tipo de AF	Gálibo en partes bajas
ROLA	GA
MODALOHR	GI3

Sin embargo y recientemente, para los vagones Modalohr se ha desarrollado una nueva versión que evita las modificaciones tradicionales de este sistema en las partes bajas, al cumplir con el gálibo GA como el resto de los sistemas, evitando así una inversión importante para la adecuación de las líneas.

Tabla 8. Altura (H) admisible del semirremolque en función del gálibo		
H (m) / Gálibo en partes altas	ROLA	MODALHOR
GA	3,407	3,672
GB	3,623	3,888
GB1	3,732	3,997
GC	4,185(1)	4,45
Ancho del semirremolque 2,55 m		
H (m) / Gálibo en partes altas	ROLA	MODALHOR
GA	3,388	3,653
GB	3,616	3,881
GB1	3,728	3,993
GC	4,185(1)	4,45
Ancho del semirremolque 2,6 m		
H (m) / Gálibo en partes altas	ROLA	MODALHOR
GA	3,342	3,607
GB	3,556	3,821
GB1	3,724	3,989
GC	4,185(1)	4,45
(1)Es posible desarrollar servicios en líneas de vía doble con gálibo de referencia GB1 utilizando alternativamente ambas vías para evitar obstáculos.		

Siendo las principales dimensiones máximas autorizadas para camiones las presentadas en la tabla 9. (Requisitos contenidos en el Reglamento General de Vehículos aprobado mediante el Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, que está de acuerdo con la normativa europea):

Tabla 9. Dimensiones máximas autorizadas de vehículos pesados

DIMENSIONES MÁXIMAS AUTORIZADAS	
Longitud (m)	
Vehículos artículados, excepto autobuses	16,50
Distancia máxima entre el eje del pivote de enganche y la parte trasera del semirremolque	12,00
Distancia entre el eje del pivote de enganche y un punto cualquiera de parte delantera del semirremolque, horizontalmente	2,04
Longitud total semirremolque	14,04
Anchura (m)	
Anchura máxma autorizada (como regla general)	2,55
Superestructuras de vehículos acondicionados	2,60
Altura (m)	
Altura máxima de los vehículos incluida la carga	4,00
MASA MÁXIMAS AUTORIZADAS (t)	
Vehículo motor de 3 ejes con semirremolque de 2 ó 3 ejes que lleva, en transporte combinado un contenedor ISO de 40 pies	44

Las terminales

Por último, una vez descritas las características comerciales, los trenes y el material móvil de los servicios de AF, queda el elemento básico de todo servicio de mercancías ferroviario, las terminales. En este apartado y en base a las investigaciones realizadas en el marco del estudio de la AEIE Vitoria-Dax, se van a mostrar diseños tipo que deberán ser adaptados para un proyecto concreto. No obstante, estos esquemas proporcionan una idea de la ubicación, el alcance, la estructura y disposición de los elementos clave en estos espacios.

Las terminales para atender servicios de Autopista Ferroviaria tienen características y equipamientos comunes al sistema ferroviario aunque presentan otros aspectos específicos para cada técnica de autopista ferroviaria.

En este apartado se describen en primer lugar los criterios, que a partir de los trabajos llevados a cabo, se han considerado fundamentales para la ubicación de una terminal de este tipo, para a continuación describir cada uno de los elementos destacables en la propia terminal: los espacios para el control técnico de vehículos, las superficies de aparcamientos y viales, los requerimientos de infraestructura, las instalaciones y los equipamientos, finalizando con esquemas acotados de su disposición.

Criterios de Ubicación de terminales

Seguidamente se definen una serie de criterios válidos para la localización de las terminales, identificándolos según los diferentes tipos de autopista ferroviaria y de su modo de explotación con el fin de determinar las necesidades concretas de cada tipología y su posible aplicación en la red española.

Servicios acompañados

Según los estudios de mercado llevados a cabo, los servicios acompañados los utilizan los conductores que aprovechan sus horas de descanso durante el viaje en tren. Esto implica que la duración del trayecto ferroviario debe limitarse entre 9 y 11 horas, incluido el tiempo de carga/descarga del tren, lo que permite al conductor respetar la normativa sobre horas de conducción y salir inmediatamente después de la descarga del tren.

La zona de operación de una terminal de servicio acompañado está determinada por las horas de conducción máxima por turno, lo que se traduce en un radio de 400 km (en el caso de que el conductor esté obligado a cargar/descargar el camión él mismo) o de 600 km (sin carga/descarga por parte del conductor). Este radio puede reducirse a la mitad para un trayecto de ida y vuelta de la terminal al lugar de descarga y vuelta a la terminal durante un turno.

En lo que respecta a la localización de las terminales, los servicios acompañados no siempre requieren una localización próxima a los generadores de tráfico (zonas muy industrializadas), sino a los grandes ejes de carretera estructurantes.

Servicios no acompañados

El análisis de los usuarios de servicios no acompañados existentes, permite determinar que, en la mayoría de los casos, se trata de grandes grupos internacionales con estructuras que les permiten estar presentes en los alrededores tanto de la terminal de origen como de la de destino. Estos grandes actores se encuentran normalmente cerca de los grandes centros económicos.

La zona de operación de una terminal de tráfico no acompañado está determinada por los siguientes factores:

• La “densidad” de los servicios ofrecidos por la terminal (número de destinos, salidas diarias por destino). Es evidente que la zona de operación de una gran terminal central de envergadura europea (ej. Duisburgo, Milán) es mucho más grande que la de una terminal pequeña o mediana que preste servicio únicamente a una o dos relaciones ferroviarias.

• La distancia de los destinos ofrecidos: las mayores distancias (800 a 1000 km aprox.) atraen a más clientes que los servicios de distancias medias (400-600 km).

• La zona de operación suele tener forma de “huevo”, es decir una extensión mayor en el sentido del servicio ferroviario y una extensión menor en sentido contrario al servicio ferroviario.

• Las distancias en el interior de la zona de una terminal regional van de 30 a 50 km en el sentido del servicio ferroviario y de 10 a 20 km en el sentido contrario. Huelga decir que la zona de operación de una gran terminal puede llegar a tener cientos de kilómetros, en función de los servicios ofrecidos.

• Asimismo, la zona de operación está determinada de forma natural por la accesibilidad por carretera. En función de los ciclos temporales de producción y de logística (producción durante el día, carga de los camiones hacia media tarde) y de salida de trenes combinados (salida a última

hora de la tarde), la duración máxima del trayecto entre los lugares de producción y la terminal está entre 1 y 2 horas.

La configuración de una terminal: El Control Técnico de Vehículos

La zona de control de acceso de vehículos a la terminal es similar para los diferentes tipos de servicios de autopistas ferroviarias. Desde su llegada a la terminal, cada camión se debe someter a un procedimiento muy preciso, que incluye fundamentalmente:

• Un control administrativo (reserva, documentación del vehículo…)

• Un control de las dimensiones del camión/semi-remolque que consiste en pesaje y medida de la anchura y el gálibo alto y bajo.

• Un control de seguridad que permite:

- Comprobar el estado inicial del camión/semi-remolque. Los posibles daños existentes son anotados y registrados informáticamente.

- Asegurar que el semi-remolque está bien cerrado. Para las cisternas, cuya apertura puede ser por la parte superior, hay instalada una plataforma superior con escalera.

- Colocar un precinto que garantiza la no-apertura del semi-remolque durante el transporte. Este precinto se coloca sistemáticamente, incluso si el semi-remolque ya tiene uno, y está codificado.

• La firma por el conductor de los papeles completados, asignando al camión/semi-remolque/ cisterna su posición dentro de la composición.

• El desplazamiento del camión/semi-remolque/cisterna hasta el lugar de estacionamiento/ carga.

Figura 10. Control Técnico en las entradas a las Terminales de Le Boulou (Izda) y Aiton (Drcha)

Superficies de aparcamientos y viales

En general, desde el punto de vista de la operación, en terminales con servicios de autopistas ferroviarias debe considerarse un área con capacidad mínima para operar tantos trenes como puedan manipularse simultáneamente en la terminal más uno. Este área de estacionamiento debe ubicarse dentro de los límites controlados de la terminal.

El viario dentro de la terminal debe dimensionarse optimizando los recorridos desde la zona de estacionamiento hasta la de carga y viceversa, permitiendo todas las maniobras de los vehículos en condiciones de seguridad. Para ello deben considerarse carriles de un ancho mínimo de 3,5 m.

Configuración de la terminal e infraestructuras

Sistema ROLA

El sistema ROLA supone un sistema de carga y descarga del tren muy sencillo, puesto que los camiones son cargados en el orden de colocación por las propias cabezas tractoras desde un extremo del tren, circulando sobre las plataformas hasta su posición definitiva en la composición.

Esto permite una configuración de la terminal con las vías de carga y descarga dispuestas en paralelo, sin necesidad de distanciar unas vías de otras más que lo imprescindible por cuestiones de gálibo.

Al realizarse la carga/descarga de los camiones desde un extremo de la composición, es importante disponer en los extremos de la vía de una parte estuchada por la que se realiza la carga/descarga de la composición, empleando rampas para la subida/bajada de los camiones a/desde las plataformas. El resto de la vía puede ir sobre balasto.

Es necesario disponer de vías para la maniobra y espera de locomotoras y coches de acompañamiento, ya que por motivos técnicos y de seguridad éstos deben circular siempre detrás de la locomotora de cabeza. Las vías deben diseñarse de tal forma que las locomotoras puedan acoplarse a ambos extremos de los coches de viajeros.

Sistema Modalohr

El sistema Modalohr precisa una superficie asfaltada a cada lado de la vía que permita las maniobras de aproximación y carga/descarga de los camiones. La superficie a ambos lados de la vía debe tener unos 20 metros de anchura, lo que implica una superficie total de unos 45 metros de ancho a lo largo de la zona de carga y descarga, de cuya longitud dependerá el número de vagones a cargar/descargar simultáneamente y por tanto la capacidad de la terminal.

En el caso de transporte acompañado (transporte de semirremolques y cabezas tractoras) es necesario disponer de vías para la maniobra y espera de locomotoras y coches de viajeros, ya que por motivos técnicos y de seguridad éstos deben circular siempre detrás de las locomotoras de cabeza. Las vías deben diseñarse de tal forma que las locomotoras puedan acoplarse a ambos extremos de los coches de viajeros.

Instalaciones y equipamientos

Sistema ROLA

Las terminales de este sistema no precisan de instalaciones específicas sobre las vías de carga/descarga si bien deben disponer de rampas que permitan la carga/descarga de los camiones hacia/desde las plataformas (figura 11). Estas rampas pueden ser fijas o móviles dependiendo del

tipo de terminal (en fondo de saco, pasante), y se colocan en los extremos de las vías de carga/descarga.

En terminales configuradas en fondo de saco es necesario disponer de un tractor de maniobras para el caso de recepción de trenes con locomotoras únicamente de cabeza, cuando entran en la terminal marcha adelante. Al no requerir manipulación vertical de la carga, la vía de carga/descarga puede contar con catenaria, si bien es recomendable por motivos de seguridad el corte de la alimentación de la misma en los procesos de carga/descarga de la composición, cuando personal no ferroviario (los conductores de los camiones) está operando en la misma.

Figura 11. Carga de la AF ROLA en Friburgo

Sistema Modalohr

Las terminales de Modalohr precisan la disposición de instalaciones fijas (figura 12), integradas en las vías de carga y descarga a los lados de la misma, que permitan el posicionamiento longitudinal del tren y la elevación y rotación de las plataformas hasta su acople definitivo a las rampas fijas a ambos lados de la vía.

Figura 12. Instalaciones de carga y descarga AF de Aiton (Modalhor)

En el caso de servicios no acompañados, las terminales Modalohr deben disponer de cabezas tractoras que permitan la carga/descarga de los semirremolques (fig 12). El número de cabezas tractoras disponibles determinará el número de vagones que se puedan cargar/descargar simultáneamente, estando por tanto relacionado con la capacidad de la terminal.

Al igual que para el ROLA, al no requerir manipulación vertical de la carga, la vía de carga/descarga puede contar con catenaria, si bien es recomendable por motivos de seguridad el corte de la alimentación de la misma en los procesos de carga/descarga de la composición, cuando personal no ferroviario (los conductores de los camiones) está operando en la misma.

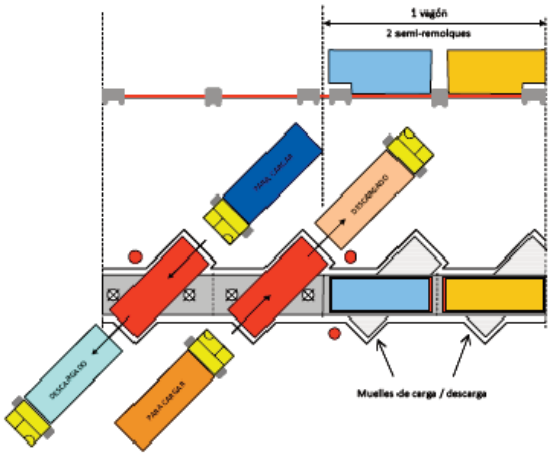

Figura 13. Esquema del proceso de carga (Modalohr)

Diseño de terminales tipo para cada sistema

A partir de los requisitos establecidos para las terminales en función del tipo de servicio de autopista ferroviaria (ROLA, Modalohr) se puede prediseñar una propuesta de terminal.

Para este ejercicio teórico se ha considerado el tratamiento de trenes de 750 m de longitud, con frecuencia de tratamiento de 4-5 trenes/día, lo que supone una capacidad del servicio de AF de 100.000 camiones/año.

El tratamiento de 4-5 trenes/día limita el tiempo máximo para la descarga+carga del tren a casi 5h. Esto podría hacerse con una vía de carga y descarga y los recursos estimados que se han presentado, sin embargo, por motivos de fiabilidad, podría ser aconsejable disponer de más de una vía de carga y descarga.

A continuación (figuras 14 y 15) se presentan los diseños funcionales tipo de las terminales con una vía de carga y descarga elaborados en el estudio encargado por la AEIE Vitoria-Dax. La superficie se ha estimado considerando que en una franja de 16 x 300 m pueden estacionarse aproximadamente 50 vehículos pesados. Las terminales que se muestran no responden a ninguna escala gráfica.

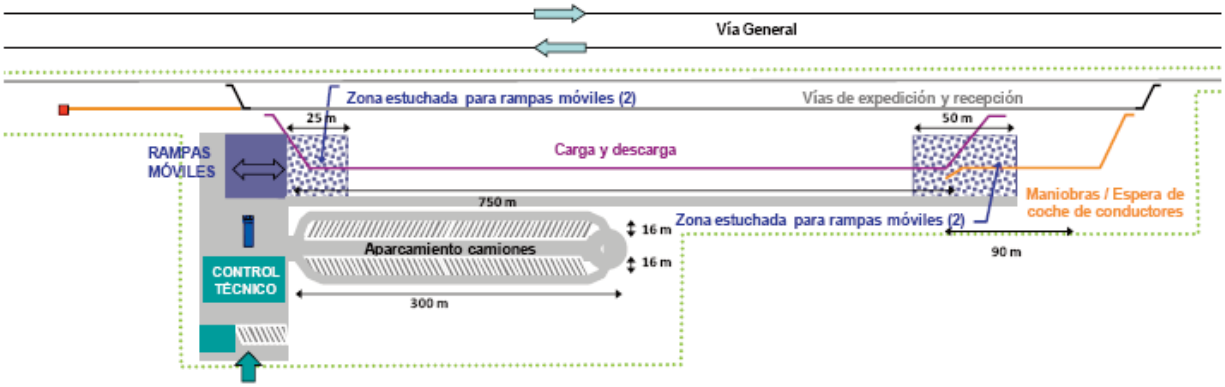

Figura 14. Esquema de Terminal tipo ROLA

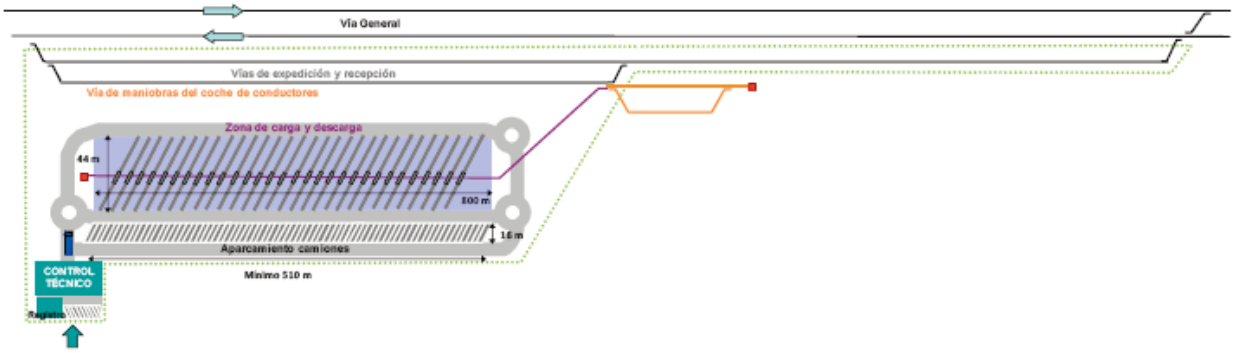

Figura 15. Esquema de Terminal tipo Modalohr

Algunas consideraciones finales

Los estudios de la AEIE Vitoria-Dax relativos a las Autopistas Ferroviarias, han permitido a través de este artículo dar a conocer distintas características y detalles de este tipo de servicios. La proximidad de las AF francesas a España, en Le Boulou (Perpignan) y la prevista a Bayona en el Atlántico, es una primera oportunidad que merece la pena profundizar para dar a nuestras nuevas líneas mixtas de Alta Velocidad el protagonismo que requieren.

Y este protagonismo presenta un mercado potencial muy importante. Como se ha mostrado a lo largo del artículo, los servicios de AF están dirigidos a un tipo de vehículos (cabeza tractora + semirremolque) que teniendo en cuenta las posibles limitaciones de los gálibos, representa en los pasos fronterizos pirenaicos, según el estudio de la AEIE Vitoria-Dax, el 75% del total de los vehículos pesados,(18.000 por día en las 2 principales fronteras en 2008).

En este contexto, parece pues oportuno señalar la necesidad de identificar “capacidades” para conseguir una cada vez mayor transferencia de camiones-km al ferrocarril, lo cual no significa competir con la carretera sino “cooperar” con ella. Como se señalaba al principio del artículo, el servicio ferroviario ya no toma el relevo al transporte por carretera, sino que más bien comparte la infraestructura viaria en sí.

Esta identificación de capacidades hay que entenderla no sólo como la disposición de surcos compatibles con trenes más rápidos de viajeros, sino también con la selección de emplazamientos con una adecuada accesibilidad por carretera en función de la tipología de AF seleccionada, donde los tiempos de conexión con las terminales permitan optimizar el regreso del conductor (en Le Boulou las distancias se sitúan principalmente entre 100-200 km), y que aprovechando el desarrollo

de las nuevas líneas de AV mixtas, donde ni los gálibos ni el cambio de ancho son impedimento, donde se permiten trenes largos de al menos 750 metros y se evitan rupturas de carga, uno de los obstáculos notables al desarrollo de este sistema, se consigan recorridos lo más largos posibles en territorio español, generando así los mayores beneficios socioeconómicos posibles.

Se debería considerar pues a la AF como una apuesta de futuro, que debe adecuarse a las tendencias de la carretera, los cual no es óbice para frenar su implantación.

Pese a los nuevos modelos y tamaños de los vehículos pesados, el parque de dimensiones estándar, es suficientemente importante como para rentabilizar su implantación con ofertas atractivas, pudiendo llegarse incluso a la compatibilización de diferentes técnicas intermodales en el mismo tren.

Bibliografía

[1] AEIE Vitoria-Dax (2010): Desarrollo de servicios de Autopistas Ferroviarias en la península ibérica en el horizonte 2020.

[2] El Vigia.com, nº 372. 13/02/2012: El precio de los peajes y el combustible pasan factura a las carreteras francesas.

[3] La Vie du Rail, 26/09/2007: L'autoroute ferroviaire s'elance pour de vrai.

[4] La Vie du Rail, 8/02/2012: Petites adaptations pour grands trains.

[5] Rail Passion, nº 114, 22 de abril de 2007: Bettembourg-Perpignan première autoroute ferroviaire longue distance.