

Factores clave en la eficiencia de intercambiadores de transporte

Andrés Monzón de Cáceres, Catedrático de Transportes, UPM

María E. López Lambas, Profesora de Transportes, UPM

Yang Wang, investigadora TRANSyT-UPM

Andrea Alonso Ramos, investigadora TRANSyT-UPM

RESUMEN

Los intercambiadores de transporte son pieza clave en la movilidad, en particular cuando se combinan viajes de larga distancia con los de acceso y dispersión. La buena conexión entre ambas partes de un viaje de larga distancia pueden hacer más o menos competitivas las alternativas de transporte público.

En el proyecto HERMES del 7 PM de la UE, se ha analizado la eficiencia de varios intercambiadores de transporte. La primera parte de proyecto se centra en analizar la visión de diferentes *stakeholders* en el diseño, gestión y elementos del intercambiador.

Por otra parte, se ha realizado una encuesta a viajeros en los intercambiadores de autobús y ferrocarril, permitiendo identificar la percepción de los usuarios sobre los elementos del intercambiador, así como sus pautas de movilidad de acceso y dispersión, en función de los servicios de transporte utilizados. Se han analizado qué elementos funcionales del intercambiador son más valorados, cuáles son los sistemas de información clave y qué otros servicios se demandan. Por otra parte, se han encontrado relaciones significativas entre algunas variables del viaje y de tipo socioeconómico, como modo principal con el de acceso y dispersión, modo con motivo de viaje y nivel de renta, etc.

Se concluye que los intercambiadores deben tener un diseño específico dependiendo del tipo de usuario; así los viajeros del tren de alta velocidad valoran en primer lugar el tiempo de viaje y conexión, mientras que los de autobús valoran sobre todo los precios reducidos. La edad y ocupación de los usuarios también cambia. Los primeros realizan en su mayoría viajes de negocio y tienen una edad media superior a los 40 años, mientras que los de autobús viajan por motivos personales y son más jóvenes.

1. INTRODUCCIÓN

La intermodalidad es uno de los elementos clave en la coordinación de los diferentes modos de transporte. La llamada *seamless mobility* es clave para que el transporte público pueda competir con el automóvil. El viajero debe percibir el viaje como único, aunque esté formado de varias etapas, cada una de ellas realizada en diferentes medios de transporte. El tiempo de espera y de transferencia constituye, en este tipo de viajes, el factor más disuasorio de la realización de viaje en medios no privados de transporte.

En ámbito urbano desde hace tiempo se viene desarrollando una política de integración que incluye la integración tarifaria, la integración de información y finalmente –con la construcción de intercambiadores- la denominada **integración física**.

Sin embargo, en los viajes de larga y media distancia, no se ha avanzado gran cosa en esta visión integrada. Generalmente el terminal de transporte no es de tipo multimodal, aunque hay una tendencia a “acercar” las terminales de autobuses a las de ferrocarril. No obstante, la integración se queda en proximidad, careciendo de una gestión conjunta de la información de servicios, accesibilidad entre modos y, por supuesto, integración de tarifas. Esto se debe, en buena parte, a que la administración no ha considerado la necesidad de establecer plataformas de integración de servicios, y las que existen se ha producido por iniciativa de uno o varios operadores que dominan el mercado. En cualquier caso nunca hay políticas claras de integración plena entre servicios de autobús y ferrocarril.

Este problema es aún más claro cuando en la interconexión de los **viajes larga-corta distancia**. Generalmente las decisiones de viaje se toman en función del modo principal (larga distancia) y no se considera los problemas de acceso al terminar ni cómo alcanzar el destino final. Es lo que ha venido en denominarse el problema de la **última milla**, que muchas veces hace que el viaje en su conjunto no sea competitivo frente al coche. Basta considerar el caso, por ejemplo, de un viaje en Ave Madrid-Zaragoza, realizado en tiempo y condiciones óptimas, que deja de ser competitivo cuando el destino final es una población próxima –por ejemplo el Burgo de Ebro, situada a 15 km de Zaragoza– para el que el viajero de Ave encuentra con dificultad conexión y, desde luego, información de cómo realizarla.

2. CONTEXTO. PROYECTO EUROPEO HERMES.

Esta investigación se ha hecho en el marco del proyecto europeo del 7º Programa Marco denominado HERMES (High Efficient and Reliable ArrangeMEnts for CrossModal Transport, 2010-2012). El proyecto tuvo una primera parte en la que se investigó, a través de encuestas a diferentes stakeholders cómo debería gestionarse un intercambiador y elementos deberían constituir los elementos clave para su diseño. Esta investigación se

articuló en base a unas encuestas semi-estructuradas realizadas en 17 países a técnicos de las administraciones competentes en intermodalidad, gestores de intercambiadores, operadores de transporte y asociaciones de usuarios, respectivamente. De los resultados de esta primera investigación realizada en el proyecto HERMES, trata otra de las ponencias presentadas: María E. López Lambas et al (Mejorar la intermodalidad: un nuevo modelo de negocio).

2.1 Encuesta a viajeros en intercambiadores y terminales de transporte

La segunda parte de la investigación llevada a cabo en el proyecto HERMES se refirió a una encuesta a usuarios de intercambiadores y terminales de transporte, y se focalizó en la conexión de viajes larga-corta distancia. Para ello se diseñó una encuesta con 32 preguntas, correspondiendo a los contenidos incluidos en la tabla 1.

Contenido de la encuesta	Nº de preguntas
Acceso a la estación origen: modo, distancia, tiempo	2
Desplazamiento desde la estación destino: modo, distancia, tiempo	2
Origen/Destino final del viaje	1
Características viajero: género, edad, estudios	3
Características viaje: compañeros, motivo, modo principal	3
Adquisición del billete	2
Satisfacción conexión viajes: servicios, factores	2
Tiempo de espera y retraso	2
Conocimiento de la estación	1
Satisfacción estación: servicios, accesos, movimiento interno, información, etc.	10
Características familiares: tamaño familiar, renta	2
Otros no incluidos	1

Tabla 1: Contenido y estructura de la encuesta a viajeros

Las encuestas se realizaron mediante entrevistas personales a los viajeros en las sala de espera o de cada uno de los terminales de transporte. Además de estas preguntas comunes, se incluyeron algunas específicas, en particular en los casos de puertos y aeropuertos, cuya operación difiere de los terminales para modos terrestres: ferrocarril y autobús.

2.2 Casos de estudios europeos y muestra recogida

Para la realización de esta investigación se ha seleccionado 11 casos de estudio, que cubren una amplia diversidad de situaciones y problemas de interconectividad, sirviendo al

objetivo de identificar *missing links* in una gran variedad de situaciones, tanto por el modo del terminal, como del tipo de conexión con otros modos de acceso/dispersión.

Los casos de estudio han sido divididos en los siguientes grupos:

Airport cases:

- Faro International Airport, air/road
- Antwerp Airport, air/road
- Frankfurt-Hahn Regional Airport, air/road/(rail)
- Stockholm Arlanda International Airport, air/road/rail

Station cases:

- Gothenburg Central Station, road/rail
- Avenida de America Interchange Madrid, road/rail
- Lerida-Zaragoza, road/rail
- Gare de Oriente Interchange Lisbon, road/rail
- Intermodal Network of Lyon Metropolitan Area, road/rail

Maritime cases:

- Peloponnese-Crete, road/ferry
- Port of Patras, road/rail/ferry

En cada uno de estos casos se analiza el cuadro de relaciones intermodales posible y el modo en que se produce, siguiendo el siguiente esquema.

Transport modes	Rail	Bus	Air	Car	Ship and ferry
Geographical coverage	Rail services	Bus services	Air services	Car services	Ship and ferry services
a) Long distance services >100 km	1) International rail service	1) International bus service	1) International air service	1) Taxi	1) International ship service (ocean liners)
b) Long distance <u>air</u> services >700 km	2) Interurban rail service	2) Interurban bus service	2) Interurban air service	2) Mobility service for passengers with disabilities	2) International ferry service
				3) Privat car	3) Port-to-Port ferry service
				4) Rental car	
a) Short distance services <100 km	1) Metro service	1) Interurban bus service	1) International air service	1) Taxi	1) Port-to Port ferry service
b) Short distance <u>air</u> services <700 km	2) Tram service	2) Urban bus service	2) Interurban air service	2) Mobility service for passengers with disabilities	2) Pier-to-Port ferry service
	3) Commuter train service	3) Shuttle service		3) Privat car	3) Pier-to-Pier ferry service
	4) Interurban rail service			4) Rental car	

Tabla 2: Interrelación entre servicios de larga y corta distancia, por modos

Además de la encuesta a los viajeros, cada caso de estudio incluyó un análisis de sus características particulares, incluyendo los siguientes aspectos:

- **Demanda de Transportes y Flujos de pasajeros**
 - Number of lines per mode
 - Number of daily services per mode and line
 - Number of seats offered per mode and line
 - Number of parking places (car, bike, motorbike)
 - Daily passengers, disaggregated into peak and non peak periods, or into hours
- **Tiempos**
 - Punctuality: average and maximum delay
 - Start and end time of the service
 - Frequencies on the different periods
 - Access time from each mode to the others
 - Access / egress time to/from the interchange
 - Access time to the urban center
- **Espacio del intercambiador y distribución por actividades**
 - Total of m2
 - Number of floors (m2 per floor)
 - M2 dedicated to shops
 - Specification of type of shops
 - M2 of waiting time areas (general and per mode)
 - Barriers between users and transport modes (to avoid smell and obtain more comfortable conditions for passengers while waiting)
 - Number of seats in each area
 - Number and distribution of toilets, and maximum distance to the toilet
 - Number of access to the interchange
 - Lockers: number, and with or without vigilance
 - Number of elevators
 - Internet and wi-fi offer (free or not)
 - m2 of mechanic stairs or belts
 - Heating, air conditioning and ventilation systems
 - Measures for handicapped people
- **Servicios de información y Ticketing**
 - Number of information points, distinguishing with and without personnel
 - Type of information in these points, and about these points
 - Type of passenger real time information: directions, incidences, delays..
 - On-line and sms passenger information
 - Number of ticket sale points (machines/with personnel)
 - Ticketing on-line
 - Tariffs for the different existing tickets

Con toda esta información, se trataba de identificar la calidad del servicio, que tiene una parte objetiva: la **calidad observada u objetiva** de las instalaciones (demanda, tiempos, espacio y servicios) y otra de **calidad percibida o subjetiva** que se trataba de recoger y evaluar mediante la encuesta descrita en el apartado anterior.

Como resulta imposible resumir en las páginas de una ponencia los resultados de una tan gran variedad de casos de estudios, nos centraremos a continuación en los casos españoles.

3. CASOS DE ESTUDIO ESPAÑOLES

Se analizaron dos casos de estudio en España: un intercambiador urbano donde confluyen todos los modos de transporte público urbano, unido a una terminal de autobuses de tipo regional e interurbano; es el intercambiador de Avenida de América de Madrid. El segundo caso son dos estaciones de AVE, una de ellas con una estación de autobuses adosada (Zaragoza) y otra donde la movilidad es esencialmente ferroviaria, por encontrarse la estación de autobuses en otra parte de la ciudad: Lleida.

3.1 Intercambiador de Avenida de América-Madrid

El intercambiador de Avenida de América está situado en el noreste de la ciudad, próximo al cinturón de circunvalación M-30 y en la salida de la A-2. Las siguientes cifras indican su importancia –líneas de transporte y número de viajeros– tanto a nivel urbano como regional y larga distancia.

Líneas de servicios de transporte		Pasajeros/día
Bus urbano	18	17.579
Metro	4	96.400
Bus regional	14	38.762
Bus larga distancia	19	14.979
Total	55	167.720

Tabla 3: Demanda y servicios de transporte en Avenida de América

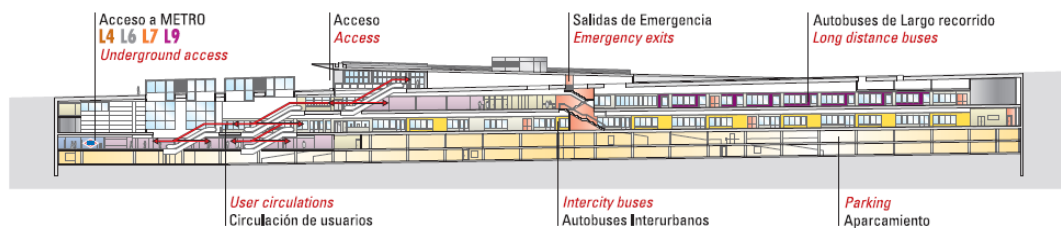


Figura 1 – Intercambiador de Avenida de América

3.2 Estación Ferroviaria y de Autobuses de Zaragoza

La estación de Zaragoza tiene los siguientes servicios de autobús y tren:

- **Larga distancia**
 - AVE: 40 trenes/día
 - Otros ferroviarios (Alvia, Talgo, Estrella Costa Brava, Trenhotel): 8/día
 - Autobús: 11 líneas
- **Regionales**
 - Ferrocarril regional: 8 líneas
 - Autobús: 15 líneas
- **Locales**
 - Autobús: 33 líneas urbanas, 6 shuttles, 7 líneas nocturnas y 6 turísticas
 - Taxi

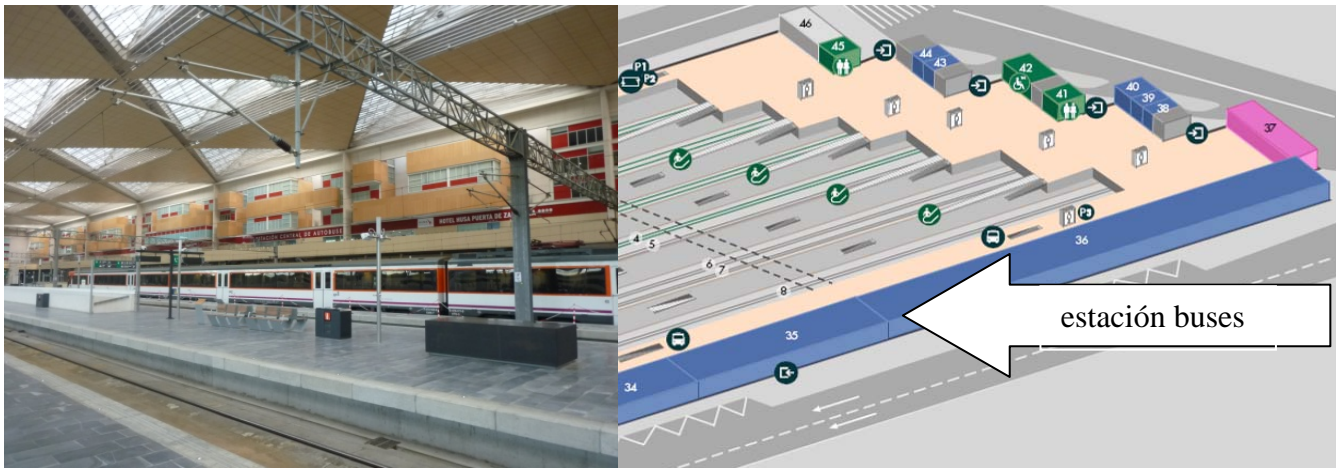


Figura 2 – Estación de Zaragoza

3.3 Estación de Lleida-Pirineus

La estación de Lleida es, esencialmente, la antigua estación ferroviaria que se ha mejorado y ampliado para atender los servicios de AVE, de la línea Madrid-Barcelona. Los servicios de esta estación son los siguientes:

- **Larga distancia**
 - AVE: 18 trenes/día
 - Otros ferroviarios larga distancia: 8 líneas
 - Autobús: 11 líneas
- **Regionales**
 - Ferrocarril regional de alta velocidad: 1 línea
 - Ferrocarril regional: 3 líneas

- **Locales**

- Autobús: 13 líneas urbanas, 1 línea nocturna y 1 turística
- Taxi



Figura 3 – Estación de Lleida-Pirineus

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tras conocer someramente las características de las estaciones donde se han realizado las encuestas, analicemos resumidamente los resultados más relevantes.

4.1 Avenida de América

En este intercambiador se recogieron **383 encuestas**, realizadas entre el 13 y 15 de abril de 2011. Se han seleccionado los resultados de algunas de las preguntas que permiten establecer algunas conclusiones específicas de este intercambiador urbano que sirve a líneas de autobús interurbanas.

En primer lugar, se analizan los factores por los que se ha elegido el modo de viaje bus. Con se ve el precio es lo fundamental, y en segundo lugar confort y puntualidad.

Tabla 4: Factores que influyen en la elección del viaje Avenida de América	
precio del billete	47,4%
confort	16,3%
puntualidad	9,6%
tiempo viaje total	5,0%
sencillez de la transferencia	4,7%
otras razones	17,0%

Además, es interesante analizar algunos otros aspectos, como que el 74% accede en metro y sólo un 9% en taxi, y 7,5 en coche. Es destacable que ambos aspectos -acceso en transporte público y elección del bus como modo más barato- pueden venir muy determinados por la edad media de los viajeros, que se pone de manifiesto en la tabla 5. Son fundamentalmente jóvenes de entre 20-35 años. Además, en un 64% hacen viajes por asuntos privados, y sólo un 18 inician viajes de negocio.

Tabla 5: Edad de los viajeros	
15-20	13,9%
21-35	51,2%
36-55	24,1%
56-64	6,0%
>64	4,7%

Teniendo en cuenta las circunstancias anteriores y que un 60% declaran pasar más de 45 minutos en el intercambiador, y otro 31% entre 16-45 minutos, es interesante conocer el grado de satisfacción con las diferentes actividades y servicios del intercambiador. Hay que señalar que están bastante satisfechos en general, pero lo peor valorado es el uso del tiempo de espera.

	Muy insatisfecho	Bastante insatisfecho	neutro	Bastante satisfecho	Muy satisfecho
Coordinación de horarios	9	13	16	43	19
Conexión entre modos	6	12	13	50	19
Modos combinados	8	14	20	43	15
Uso tiempo de espera	14	29	24	32	2

En cuanto a las *missing facilities* que encuentran en el intercambiador es significativo que, a pesar de no ser un intercambiador muy grande, lo que peor perciben es la señalización.

Señalización/información	56,0%
Puertas de acceso/salida	5,0%
Conexión de modos	10,0%
Escaleras/ascensores	19,0%
Movimiento de maletas y trolleys	3,0%
Otros	6,0%

4.2 Estaciones de Zaragoza y Lleida-Pirineus

Aunque se trata de dos emplazamientos distintos, se consideran conjuntamente pues el uso de ambas estaciones viene muy condicionado por los servicios de AVE, que han hecho crecer la demanda de viajeros: en Zaragoza un 56%, y en Lleida se ha casi cuadruplicado. Entre ambas estaciones se realizaron 352 encuestas los días 11-13 de mayo de 2011.

Analizaremos en primer lugar el modo de transporte principal que toman.

	Zaragoza	Lleida
Tren larga distancia	41,3	82,1
Tren regional	0,0	11,1
Bus larga distancia	58,7	6,8

Y a partir de ahí se analiza cómo acceden a la estación, donde se evidencia que el modo de acceso depende en gran medida del modo que van a tomar. Así, los usuarios de AVE utilizan en mayor medida coche o taxi, mientras que los de autobús lo hacen en otro autobús, es decir en servicios colectivos de transporte público.

Tabla 9: Modos de acceso a la estación según el modo en que se viaja (%)			
	Zaragoza		Lleida
	Usuarios que viajan en AVE	Usuarios que viajan en bus	Solo AVE
Bus larga distancia	1,1	18,8	-
Tren Regional	1,1	0,7	8,2
Bus Regional	32,3	62,4	22,1
Taxi	33,3	7,0	24,4
Coche	32,3	11,1	45,4

La edad de los usuarios es relativamente baja, un 42% entre 21-35 años y un 30% entre 36 y 55. Es mayoritario el grupo de mujeres, el 58 %. El motivo principal de viaje es asuntos de tipo privado (46,3%) y el de negocios en segundo lugar (30,4%); estudios un 10,2% y otros el 13,1% restante.

En cuanto a la satisfacción del usuario, los resultados son parecidos a Avenida de América, aunque en este caso la conexión entre modos es peor percibida. Esto es lógico pues en Zaragoza no hay conexión directa entre la estación ferroviaria y de autobús, aunque están en el mismo edificio. En Lleida la situación es peor pues hay que tomar un autobús, o taxi, para recorrer los 1,7 km que las separan. Además las zonas de espera son unos simples bancos en el pasillo y el número de tiendas y servicios escaso.

Tabla 10: Satisfacción del usuario de Zaragoza y Lleida (%)						
		Muy insatisfecho	Bastante insatisfecho	neutro	Bastante satisfecho	Muy satisfecho
Zaragoza	Coordinación de horarios	2	7	18	46	27
	Conexión entre modos	5	12	18	37	29
	Modos combinados	9	13	19	42	17
	Uso tiempo de espera	10	24	27	30	8
Lleida	Coordinación de horarios	25	18	7	13	37
	Conexión entre modos	34	26	14	12	15
	Modos combinados	38	23	11	22	7
	Uso tiempo de espera	32	33	18	15	1

En cuanto a las razones que más influyen para elegir la estación como punto de partida del viaje; en otras palabras porqué se prefiere el tren/bus en lugar de viajar en el propio coche, ya se ve que hay diferencias entre las estaciones, pues en Zaragoza el precio tiene más peso que en Lleida por la oferta de servicios de autobús. El tiempo de viaje competitivo es la razón más importante con carácter general.

Tabla 11: Factores que influyen en la elección del viaje desde las estaciones de Zaragoza y Lleida (%)		
	Zaragoza	Lleida
precio del billete	26,0	5,4
confort	12,4	25,9
puntualidad	9,3	4,5
Razones ambientales	0,0	0,0
tiempo viaje total	26,5	41,1
Seguridad	1,9	0,0
sencillez de la transferencia	4,7	0,9
Servicios del modo de transporte	1,4	0,0
Tiempo de espera en la transferencia	1,4	0,9
Servicios del intercambiador	1,4	0,0
otras razones	15,3	21,4

Finalmente, en cuanto a las *missing facilities*, a pesar de las importantes diferencias entre ambas estaciones, lo peor percibido es la falta de información y adecuada señalización interna.

Tabla 12: Missing facilities percibidas por el usuario (%)		
	Zaragoza	Lleida
Señalización/información	88	67
Puertas de acceso/salida	0	0
Conexión de modos	8	0
Escaleras/ascensores	0	17
Movimiento de maletas y trolleys	0	0
Otros	4	17

5. CONCLUSIONES

Las conclusiones generales del trabajo realizado en el proyecto HERMES ponen de manifiesto, en primer lugar, la necesidad de aplicar la triple integración modal, que se está potenciando en las áreas metropolitanas, también a los viajes de larga distancia.

El modo de acceso y dispersión viene condicionado por el modo de larga distancia elegido. Por tanto el diseño y servicios que oferte el intercambiador ha que tener en cuenta el perfil de usuarios de cada uno. Los usuarios jóvenes acceden en transporte público y eligen viajar en los modos más baratos, mientras que los adultos, que viajan más por motivos de trabajo, eligen más la velocidad y confort. Para unos y para otros el tiempo de espera, que supera ampliamente la media hora debe ponerse en valor, ofreciendo espacios bien acondicionados y servicios y tiendas que permitan obtener un beneficio de dicho tiempo. Hay que considerar, por tanto, ese tiempo y el espacio disponible, como una oportunidad de negocio, que a su vez potencia el uso de los modos presentes en el intercambiador. Esto ya lo han entendido hace tiempo los aeropuertos, y esa filosofía debe aplicarse a estaciones de ferrocarril y autobús.

Minimizar el tiempo de viaje es la clave para competir con otros modos, pero ese tiempo incluye el acceso y dispersión, la espera y la transferencia. Sin gestionar todas esas etapas no se pueden ofrecer respuestas adecuadas al usuario: desde su origen hasta el destino final del viaje.

Las facilidades para el intercambio modal deben ser efectivas, proporcionando información en tiempo real de los modos con los que se conecta. Hay que superar el anacrónico sistema de que cada operador sólo conoce los servicios que ofrece, para coordinarse y ofrecer información de todos los servicios, como ya se hace en las ciudades, independientemente de quien sea el operador. Esta coordinación difícilmente pueda darse sin que las autoridades públicas de transporte ejerzan su tutela y establezcan plataformas de gestión de la información.

Por último, la carencia más clara es la mala señalización y los sistemas de información del intercambiador. Hay que diseñar ambos pensando en todos los viajeros de todos los modos, no sólo en el viaje en el modo principal, incluyendo la última milla.

REFERENCIAS

• Bibliográficas:

- Blythe, P., Rackliff, T., Holland, R., Mageean, J., 2000. The potential for ITS in improving and integrating services at urban transport interchanges for public transport. 10th International Conference on Road Transport Information and Control, London, 4-6 April 2000, (472), pp. 192-199.
- Cassello, JM., 2007. Transit competitiveness in polycentric metropolitan regions. *Transportation Research Part a-Policy and Practice*, 41, 1, pp. 19-40.
- European Commission, 2007. Green Paper: Towards a New Culture for Urban Mobility. European Commission COM/2007/551. Brussels.
- Hine, J., Scott, J., 2000. Seamless, accessible travel: users' views of the public transport journey and interchange. *Transport Policy.*, 7, pp. 217-226
- Hoogendoorn-Lanser, S., Van Nes, R., Hoogendoorn, SP., 2006. Modeling transfers in multi-modal trips—explaining correlations. TRB 85th Annual Meeting. *Traveler Behavior and Values 2006*, 1985, pp. 180-187.
- Litman, T., 2009. Introduction to Multi-modal Transportation Planning. Principles and Practices. Victoria Transport Policy Institute. www.vtpi.org.
- Wardman, M., Hine, J.P., 2000. Costs of Interchange: A Review of the Literature. Working Paper 546, Institute for Transport Studies, University of Leeds.
- The European Forum on Intermodal Passenger Travel (LINK), *Final Report: Recommendations and Strategies for Passenger Intermodality in Europe*, European Commission 6th Framework Programme 2002-2008. www.linkforum.eu

• Páginas web con información de los casos de estudio españoles:

http://www.ctm-madrid.es/	Consorcio Regional de Transportes de Madrid
http://www.madrid.es	Ayuntamiento de Madrid
http://www.metromadrid.es/	Metro de Madrid
http://www.emtmadrid.es/	EMT
http://www.alsa.es	Alsa
http://www.movelia.es/	Continental Auto
http://www.plmautocares.com/	PLM Autocares
http://www.etasa.es/	Empresa Turística de Autobuses, SA (ETASA)
http://www.estacion-zaragoza.es	Estación Central Autobuses de Zaragoza
http://www.adif.es	Administrador de Infraestructuras Ferroviarias
http://www.consorciozaragoza.es/	Consorcio de Transportes del Área de Zaragoza
http://www.atmlleida.cat/	Autoritat Territorial de la Mobilitat de Lleida
http://www.zaragoza.es	Ayuntamiento de Zaragoza
http://www.paeria.es	Ayuntamiento de Lleida
http://www.renfe.es/	Renfe Operadora
http://www.fgc.cat/cat/index.asp	Ferrocarriles de la Generalidad de Cataluña
http://www.tuzsa.es	Tuzsa
http://www.autobusoslleida.com	Autobusos de Lleida S.A. (Grupo Moventis)
http://www.alsa.es	Alsa