

## Nodalidad de las estaciones de alta velocidad ferroviaria en espacios no metropolitanos

E. Olazabal<sup>1</sup> y C. Bellet<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Lleida. Departamento de Geografía y Sociología. Plaça Víctor Siurana, 1. 25003, Lleida.

eolazabal@geosoc.udl.cat, c.bellet@geosoc.udl.cat

**RESUMEN:** La red de alta velocidad ha supuesto un cambio muy importante en el sistema ferroviario español. A pesar de que en números absolutos son las grandes áreas metropolitanas las que gozan de mayor movimiento de viajeros y oferta de servicios, es en las ciudades medias y pequeñas donde proporcionalmente se ha producido un cambio mayor en la accesibilidad y posibilidades de conectividad.

El presente artículo trata de estudiar la nodalidad interna de 26 estaciones de alta velocidad ferroviaria en ciudades grandes, medias y pequeñas (se excluyen las áreas metropolitanas de Madrid y Barcelona, así como el tramo gallego). Se analiza así la oferta de servicios y la relación entre los nodos de la red, estableciendo vínculos con los tráficos de viajeros y detectando los condicionantes que afectan a cada caso: situación dentro de la red, duplicidad de estaciones, tipo de servicios ofrecidos, posición geográfica, características demográficas del entorno y localización de la estación respecto al núcleo principal.

El vaciado de los datos de RENFE (servicios y relaciones) y ADIF (características de la red y de las estaciones) nos permite tener una visión más clara de los diferentes nodos de alta velocidad. Para proceder al análisis se establecieron tipologías que facilitan la comprensión de los condicionantes en la nodalidad interna de cada una de las estaciones.

**Palabras-clave:** nodalidad, alta velocidad ferroviaria, espacios no metropolitanos, estación de tren.

### 1. LA FUNCIÓN NODAL DE LAS ESTACIONES DE ALTA VELOCIDAD FERROVIARIA

En España, la red de alta velocidad ferroviaria (AVF) ha ido creciendo hasta los 2.444,5 km de vías (Fundación de los Ferrocarriles Españoles, 2013), que sirven hasta 32 estaciones de todo el territorio. Es decir, aproximadamente una estación por 76 km de vía. Este dato coincide con las afirmaciones que desde la literatura especializada se han ido haciendo en relación a que la red de AVF en España se ha alejado de las concepciones tradicionales de la AVF como un “avión sobre raíles” (Garmendia et al., 2012; Ryder, 2012), sustitutivo de las conexiones aéreas de media distancia (300-700km), para seguir las indicaciones de los diferentes planes de infraestructura de los gobiernos recientes y ser una infraestructura que vertebré todas las capitales provinciales. Objetivo que queda reflejado en el PITVI 2012-2024<sup>1</sup>.

En este contexto, la proliferación de nuevas estaciones o nodos de AVF en espacios no metropolitanos exige un estudio detallado de las funciones que estos nodos están ejerciendo y su papel dentro de la red de AVF española.

La estación de ferrocarril es analizada en parte de la bibliografía académica especializada en su doble condición de nodo de transporte y lugar (Zemp et al., 2011; Bertolini y Spit, 1998).

En su condición de nodo, se trata de un punto de conexión entre los diferentes arcos de la red de transporte ferroviario, que a su vez presentaría una doble dimensión: la interna, que explica como ese nodo se conecta con los otros nodos de la red ferroviaria; y la externa, en cuanto que ese medio de transporte forma parte de una cadena que enlaza con otros transportes (peatonal, autobuses, medios privados, etc.) (Facchinetti-Mannone, 2005).

De esta manera, un nodo sería un punto físico de la red (en el caso del ferrocarril, materializado en forma de estación o de apeadero), donde los pasajeros inician o finalizan su trayecto; donde las mercancías

<sup>1</sup> Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (último acceso en mayo de 2015)

[http://www.lamoncloa.gob.es/espana/eh14/otras/Documents/PITVI\\_Documento\\_propuesta\\_nov13.pdf](http://www.lamoncloa.gob.es/espana/eh14/otras/Documents/PITVI_Documento_propuesta_nov13.pdf)

pueden ser cargadas o descargadas; donde pueden realizarse tareas de limpieza o mantenimiento y donde la red, formada por diferentes trazados, puede verse conectada, asegurada e interrelacionada. El estudio de la función nodal interna permite establecer la capacidad relacional de los diferentes nodos dentro de la red (Dupuy et al., 1985). Estas relaciones, más o menos directas y más o menos numerosas, pueden ser analizadas en términos cuantitativos (número de servicios, número de relaciones directas, frecuencias, etc.) y en términos cualitativos (contexto territorial, tipo de servicios, tipo de estación, etc.).

La AVF es un medio transporte que contribuye, como infraestructura postfordista, a la jerarquización del territorio (Troin, 1995), creando espacios discontinuos, con beneficios más directos a los que habitan en la proximidad de estos puntos (Gutiérrez Puebla, 2004; Serrano Martínez y García Marín, 2010). El estudio de los tránsitos y servicios de cada estación de ferrocarril permite analizar la dimensión funcional de la nodalidad interna, así como su jerarquía dentro de la red a partir de su capacidad relacional con otros nodos (Facchinetti-Mannone, 2005)

En este trabajo se abordará exclusivamente la nodalidad interna de las estaciones de alta velocidad ferroviaria, centrandó el foco de atención sobre los nodos secundarios de la red y excluyendo del estudio Madrid (Atocha y Chamartín) y Barcelona (Sants), ambas dos objeto ya de estudios específicos (Burckhart et al., 2010; de Rus y Román, 2006; Gutiérrez, 2001). Del mismo modo, se han excluido del estudio las estaciones del tramo gallego (Ourense, Santiago de Compostela y A Coruña), que al estar desconectadas del resto de la red de AVF, funcionan de un modo independiente<sup>2</sup>.

Las más de dos décadas de experiencia en España con la AVF, que han ido acompañadas de notables expectativas de desarrollo económico (Coto-Millán et al., 2007; Inglada et al., 2012), debates sobre su viabilidad económica y social (Betancor y Llobet, 2015; de Rus y Nombela, 2007; Albalade y Bel, 2011), nuevos hábitos de movilidad (Martín y Nombela, 2008; Rivas y Coronado, 2005; Ureña et al., 2005) y los llamados efectos estructurantes (Bellet et al., 2010; Garmendia et al., 2011), justifican el interés por analizar la oferta de servicios y las conexiones existentes entre los diferentes nodos de la red, atendiendo en todo momento a la dependencia que para con estas relaciones tienen, tanto la integración de la infraestructura en el medio urbano, como la ubicación física de la estación.

## 2. NODALIDAD INTERNA DE LAS ESTACIONES DE AVF

Con el fin de seleccionar las variables adecuadas para el análisis de la nodalidad, se ha decidido aplicar al caso español el modelo de Facchinetti-Mannone (2005), que es complementario de la metodología de análisis nodo-lugar desarrollada en profundidad por Bertolini (1999) y ampliamente replicada con posterioridad (Chorus y Bertolini, 2011; Reusser et al., 2008; Zemp et al., 2011). Para ello, se procede a valorar la funcionalidad de los diferentes nodos a partir de los siguientes indicadores: servicios ferroviarios con que cuentan los nodos (incluyendo el porcentaje de alta velocidad), capacidad relacional de los nodos (relaciones con otros nodos y relaciones más frecuentes) y accesibilidad de los nodos (incluyendo la accesibilidad en menos de 3 horas).

El objetivo de este ejercicio es llegar a una mejor comprensión de la dimensión funcional de la nodalidad con un análisis cuantitativo y cualitativo, analizando los servicios y las relaciones de cada uno de los 26 nodos que cuentan con AVF en España, excluyendo los casos ya indicados. Se parte para ello del estudio pormenorizado de los datos de la oferta de transporte y tránsito de viajeros, obtenida en las webs de RENFE y ADIF, y expuesta en la Tabla 1<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Otro punto de discusión sería la inclusión de las estaciones de la línea Zaragoza-Huesca, ya que entre Zaragoza y Tardienta la velocidad está limitada a 200 km/h y entre Tardienta y Huesca, a 160 km/h. La UIC (Unión Internacional de Ferrocarriles) fija la definición de alta velocidad a 200 o 250 km/h, dependiendo de la infraestructura previa. Sin embargo, se ha decidido incluir esta línea porque ADIF sí que la considera de alta velocidad.

<sup>3</sup> Hay que tener en cuenta unas consideraciones previas en cuanto a las estaciones y la oferta contabilizada. Algunas ciudades (Antequera, Tarragona, Cuenca, Figueras, Guadalajara, Requena y Utiel, Segovia, Sevilla, Valencia y Villena), disponen de más de una estación de ferrocarril de larga distancia, pero al centrarnos en la AVF, se desestiman los tránsitos de las estaciones de la red convencional que no cuentan con servicios de AVF. Este hecho no excluye que en el análisis de los nodos se hayan tenido en cuenta todo tipo de servicios que circulan por la estación, tanto convencionales como de alta velocidad. Los servicios de alta velocidad se refieren a AVE, AV City y AVANT, así como a Alvia, Altaria, Intercity y Trenhotel, que también pueden circular por la red de AV a velocidades superiores a 200km/h. Cuando estos últimos circulan por la red convencional, se han contabilizado como tal, junto con los servicios Estrella, García Lorca, Alaris, Euromed, Regional, Regional Express, MD, Andalucía y TRD. Los trenes de cercanías en ningún caso se han tenido en cuenta.

## 2.1 Indicadores de nodalidad

El indicador principal para la evaluación de la nodalidad interna de forma cuantitativa es el número de servicios ferroviarios totales (“Servicios” en la Tabla 1) con que cuenta cada estación, contabilizando tanto las llegadas como las salidas. Un número alto indica, por lo tanto, un tráfico ferroviario notable en el nodo. Este es el caso de Córdoba, que es la estación que cuenta con más actividad, hecho que puede explicarse por tratarse de un nodo donde se cruzan el corredor de alta velocidad sur Madrid-Sevilla y Córdoba-Málaga, así como los servicios por vía convencional del corredor transversal andaluz (Este-Oeste). Posición y características del nodo explicarían los elevados tránsitos de la estación de Córdoba.

Las estaciones con servicios mixtos, es decir, con un porcentaje de AVF inferior a 100 (“Servicios de AVF” en la Tabla 1), disfrutaban de valores de nodalidad interna superiores. Estos son los casos de Ciudad Real, Valladolid o Sevilla-Santa Justa, con una oferta más variada que favorece una interconexión mayor.

Los nodos orientados únicamente hacia la alta velocidad, que además cuentan con dos estaciones de ferrocarril de larga distancia en el municipio, ven limitadas sus posibilidades de intermodalidad ferroviaria del nodo y con ello sus valores de nodalidad (Camp de Tarragona, Guadalajara-Yebes, Cuenca-F.Z...).

**Tabla 1.** Indicadores de nodalidad interna de las estaciones de AVF

Estación	Servicios	Servicios de AVF (%)	Relaciones con otros nodos de AVF	Relaciones más frecuentes	Relaciones con Madrid (%)	Relaciones con Barcelona (%)	Nodos de AVF accesibles (<3 horas)
Albacete	92	43,48	107	M(36), Ali(24)	33,64	3,74	10 (6)
Alicante	56	35,71	109	Alb(24), M(20)	18,35	14,68	10 (5)
Anteq- Sta.A.	94	64,89	171	Có(33), Má(28)	10,53	2,34	12 (8)
Calatayud	54	57,41	106	M(24), Z(22)	22,64	11,32	14 (12)
Camp Tarrag.	91	100	216	B(51), Li(44)	9,26	23,61	16 (9)
Ciudad Real	118	90,68	229	Pll(54), M(48)	21,15	1,76	19 (17)
Córdoba	234	71,79	325	S(72), M(62)	19,08	1,85	18 (13)
Cuenca-F.Z.	52	100	99	M(24), Ali/Alb(14)	24,24	2,02	13 (12)
Figueres-V.	38	100	114	B y Gi(28)	14,91	24,56	8 (6)
Girona	148	37,84	176	B(90) Fi(28)	9,66	51,14	8 (6)
Guada.-Y.	37	100	77	M(18), Z(12)	23,38	10,39	14 (11)
Huesca	18	11,11	34	Z y Tard(14)	5,88	0	5 (5)
Lleida	118	71,19	235	B(62), CT(44)	8,09	26,38	17 (11)
Málaga	53	77,36	175	Có(36), Ant(28)	14,29	2,29	12 (8)
Puente Genil	48	100	128	Ant, Có y Má(24)	6,25	3,13	12 (8)
Puertollano	86	93,02	200	CR(54), M(46)	23	1	17 (15)
Req.-Utiel	16	100	22	M y Vale(8)	36,36	0	3 (3)
Segovia-G.	62	100	69	M(32), Vall(25)	46,38	0	6 (4)
Sevilla-S.J.	136	46,32	195	Có(72), M(40)	20,51	3,08	18 (9)
Tardienta	40	10	49	Z(19), Hu(14)	8,16	0	6 (5)
Toledo	30	100	30	M(30)	100	0	1 (1)
Valencia-J.S.	62	53,23	88	M(32), B(18)	36,36	20,45	10 (7)
Valladolid	134	38,81	119	M(61), Sg(25)	51,26	1,68	15 (5)
Vill. de Córdoba	18	100	34	M y Có(6)	17,65	0	8 (8)
Villena AV	28	100	62	M, Ali y Alb(14)	22,58	0	6 (4)
Zaragoza	188	51,06	316	B(58), M(45)	14,24	18,35	19 (13)

Fuente: elaboración propia a partir de datos de ADIF y RENFE

El número de relaciones directas<sup>4</sup> con otros nodos de AVF (Tabla 1), recoge la capacidad de relación de un nodo concreto con otros nodos de la red de AVF (incluyendo en este caso los de Madrid y Barcelona, que forman parte de la red). Es decir, un tren que salga de Sevilla-Santa Justa dirección Madrid, es un solo servicio, aunque ofrece en el trayecto la posibilidad de establecer 5 relaciones (Córdoba, Villanueva de Córdoba, Puertollano, Ciudad Real y Madrid).

Los nodos situados en líneas con muchas estaciones y dedicados principalmente a la alta velocidad, tienden a tener una alta proporción de relaciones/servicios, como son los casos de Figueres-Vilafant (3 relaciones por cada servicio) o Málaga (3,3), que al ser estaciones terminales de alta velocidad<sup>5</sup>, situadas en líneas con varias estaciones, cada servicio hacia Madrid puede detenerse en varios nodos.

El número de nodos de AVF accesibles (Tabla 1) se refiere a la cantidad de nodos a los que se puede llegar desde la estación con cualquier tipo de servicio ferroviario. Destacan en este apartado los nodos que se encuentran en líneas que permiten la conexión con todos los ejes de alta velocidad. Este es el caso del eje sur, en el que nodos importantes como Ciudad Real, Sevilla y Córdoba cuentan en la estación con servicios ferroviarios (AV y convencional) hacia el Levante, Valladolid y Barcelona.

Del mismo modo, que los nodos sean accesibles en menos de 3 horas indica una buena situación dentro la red de AVF. Un nodo con alta accesibilidad (15 nodos), pero limitada accesibilidad en menos de 3 horas (5 nodos) es el de Valladolid. Se trata de una estación terminal de alta velocidad, situada en el eje noroeste, con buena conexión hacia Madrid, pero limitada hacia otras líneas, especialmente hacia el cuadrante noreste de la Península, con el que no enlaza la red de AVF hasta Zaragoza (casi 5 horas de viaje).

## 2.2 Relaciones más frecuentes

Vinculado a este estudio está el de las relaciones más frecuentes establecidas desde los diferentes nodos (Figura 1). Se puede observar (Tabla 1) como en 17 de los 26 casos, Madrid es una de las dos relaciones más frecuentes, situación lógica por la morfología radial de la red<sup>6</sup>. Además, todos los nodos tienen relaciones con Madrid, y en la mitad de los casos (13), más del 20% de las relaciones son con la capital, es decir, se desarrolla una relación dirigida.

Para este estudio, y atendiendo a las características de las relaciones establecidas dentro de la red ferroviaria, se entiende como relación dirigida aquella en la que más de un 20% de las relaciones son con uno o más nodos determinados.

Respecto a Barcelona, su posición periférica dentro de la red y en la propia Península, hace que sean 6 los casos en los que la capital catalana sea una de las dos relaciones más frecuentes, existiendo 7 nodos sin ningún tipo de relación directa con ella y otros 4 en los que la relación no es por alta velocidad (Albacete, Cuenca, Valencia y Alicante). Por último, solamente en 5 casos (desde Figueres a Lleida, además de Valencia), esta relación es dirigida.

Este concepto de relación dirigida describe especialmente casos como los de Girona (51,14% con Barcelona), Toledo, Valladolid o Segovia-Guiomar (100, 51,6 y 46,38% respectivamente con Madrid), en los que un nodo de alta velocidad tiene dependencia de otro. En estos casos se producen relaciones basadas en viajeros pendulares o commuters (Guirao, 2013).

Las relaciones frecuentes de la Figura 1 muestran, en primer lugar, la centralidad de las grandes metrópolis (Madrid y Barcelona), que actúan polarizando las relaciones de sus nodos más inmediatos. Y en segundo lugar, la importancia de la posición del nodo dentro de la red ferroviaria, que hace que estas estaciones sean puntos de origen, destino o paso.

Destaca especialmente la influencia de la posición central de Madrid, pero también ejercen su influencia Barcelona, en la línea noreste (desde Zaragoza hasta Figueres) y Córdoba (respecto a las estaciones andaluzas), por su situación privilegiada de cruce de caminos y su notable peso demográfico.

La Figura 1 permite extraer un visión gráfica de lo anteriormente comentado. Barcelona establece

---

<sup>4</sup> No se han tenido en cuenta, en ningún caso, las relaciones con transbordo (ejemplo: Toledo-Madrid, Madrid-Sevilla), aunque sí se han contabilizado las conexiones por línea convencional (ejemplos: Valladolid-Zaragoza o Albacete-Barcelona), que a pesar de no ser conexiones de alta velocidad, conectan, de forma directa, dos nodos de alta velocidad.

<sup>5</sup> Se entiende por estación terminal aquella en la que termina la vía ferroviaria (tanto alta velocidad como convencional). En este caso y más adelante, se entiende que termina la AVF española.

<sup>6</sup> No obstante, existen servicios desde Barcelona y el Levante que utilizan el bypass que circunda Madrid para dirigirse hacia el eje sur.

relaciones muy fuertes con los nodos cercanos. En el caso de Girona (90), por las conexiones de tren convencional dentro de un continuo urbano muy poblado. En los casos de Zaragoza (58), Lleida (62) y Camp de Tarragona (51), se produce una sinergia entre las relaciones propias de estas tres ciudades, su relación con Barcelona y la relación entre Madrid y Barcelona, con más de 3 millones de viajeros anuales (Fundación de los Ferrocarriles Españoles, 2013), que hacen que la línea noreste sea relativamente concurrida.

En el caso de la influencia de Madrid, esta se extiende por sus nodos cercanos, así como las líneas del Levante. Es destacable el hecho de que a pesar de que el número de nodos bajo su influencia es muy alto (10), la cantidad de relaciones no es tan importante como en el caso de Barcelona (excepto Valladolid, con 61), hecho explicable por el escaso peso demográfico de los nodos circundantes, así como por la lejanía de aquellos con una población considerable, como podrían ser Valencia o Alicante.

También hay que apuntar el hecho de que Zaragoza tienen más relación con Barcelona exclusivamente por su posición dentro de la red ferroviaria, que posibilita que todos los trenes provenientes del cuadrante noroeste de la Península (Pamplona, Irun, Bilbao, Valladolid, Vigo, A Coruña, Gijón...), circulen por Zaragoza en su trayecto hacia Barcelona.

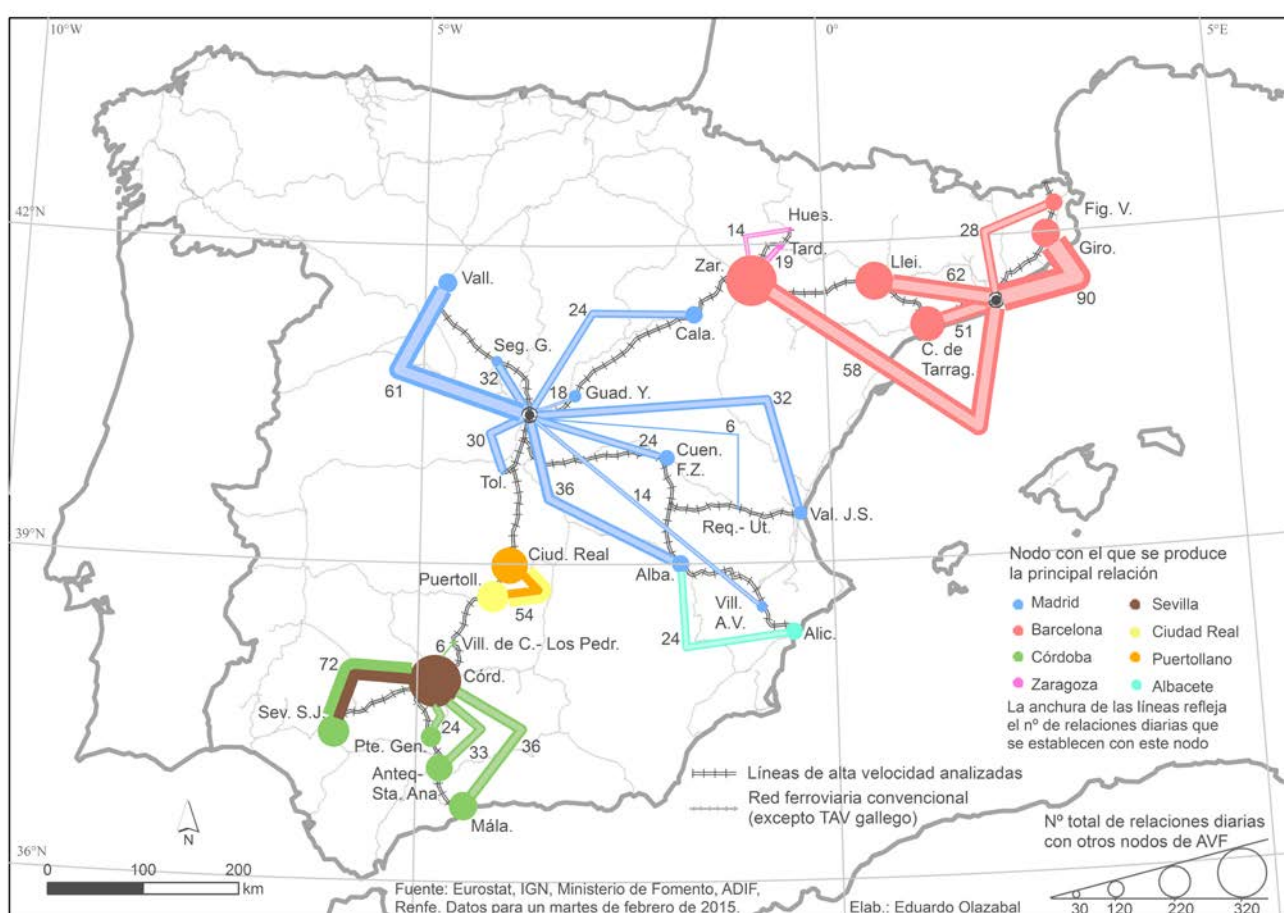


Figura 1. Relación más frecuente de los nodos de alta velocidad ferroviaria<sup>7</sup>

Otro dato a destacar es que Ciudad Real y Puertollano también tienen una relación dirigida con Madrid (48 y 46 conexiones, respectivamente), pero en el mapa aparece reflejada la relación entre ellos. Esto se debe a que los trenes de alta velocidad que paran en Ciudad Real, lo hacen también en Puertollano, incluyendo aquellos que circundan Madrid por el bypass sur, y que por lo tanto no paran en la capital española.

Córdoba, como ya se ha comentado anteriormente, tiene una importancia destacada como nudo ferroviario de alta velocidad, estableciendo relaciones muy fuertes con todos los demás nodos andaluces.

<sup>7</sup> En caso de que un nodo tuviera el mismo número de relaciones con dos o más estaciones diferentes. En primer lugar se ha optado por revisar los datos de número de pasajeros por relación en las diferentes fuentes (ver Figura 2), y en caso de no estar disponibles (Puente Genil-Herrera y Villanueva de Córdoba-Los Pedroches), se ha asignado al nodo con mayor número de relaciones con otras estaciones de AVF (en este caso, Córdoba).

### 3. TIPOLOGÍAS DE NODO POR TRÁFICOS Y SERVICIOS

Las estaciones analizadas presentan diferentes niveles de tráfico ferroviario y volumen de viajeros. Para sintetizar esta información, se ha optado por relacionar los dos conceptos siguiendo el modelo de representación logarítmica utilizado por Facchinetti-Mannone et al. (2010). En la Figura 2 se observa la correlación existente entre servicios y pasajeros ( $R^2=0,70$ ,  $p<0,001$ ). Tomando como media la línea de tendencia, hay pocas estaciones con un nivel relativo de servicios bajo (Toledo, Málaga, Alicante, Valencia-JS y Sevilla-SJ), siendo la tónica general un nivel de servicios alto en relación a los pasajeros anuales.

Destaca el caso de Antequera-Sta. Ana como ejemplo de estación con una fuerte nodalidad interna (oferta de servicios y capacidad relacional) y escaso número de pasajeros. Se trata de un nudo ferroviario donde convergen la línea convencional Almería-Granada-Algeciras y la línea de alta velocidad Málaga-Córdoba/Madrid/Sevilla, coincidiendo servicios de alta velocidad y convencionales. Sin embargo, se encuentra a 17 km del centro urbano de Antequera, que apenas supera los 40.000 habitantes y en un entorno rural de baja densidad de población. Las características de esta estación, su posición en la red y el contexto territorial en el que se inscribe, explicarían las diferencias entre servicios y viajeros que refleja el gráfico. Otro caso que destaca por razones opuestas es el de Toledo, un ejemplo muy claro de relación dirigida, con una escasa provisión de servicios (30 diarios, todos con Madrid), pero con un número de viajeros muy elevado (1.446.822 anuales). Los valores que ofrecen todos sus indicadores de nodalidad (Tabla 1) son inferiores a la media, al situarse la estación en un “apéndice” dentro de la red de alta velocidad. Un “cul-de-sac” por el que no circulan los servicios que cubren el eje sur hacia Andalucía, y que está destinado únicamente<sup>8</sup> a atender las relaciones entre la capital manchega y Madrid. Funcionando así como un servicio para viajeros de trayecto pendular (33 minutos hasta Madrid-Atocha), lo que explica los destacados datos de pasajeros para una ciudad de poco más de 80.000 habitantes como Toledo, que con la red de alta velocidad puede considerarse integrada en el área metropolitana de Madrid (Guirao, 2013).

De este modo, la Figura 2 muestra cuatro tipologías de nodo según la relación entre servicios y pasajeros, así como su implantación central, tangencial o periférica (Bellet y Jurado, 2014). Hay que señalar que dentro de esta clasificación se ha priorizado el volumen de pasajeros, dato que facilita la agrupación de nodos con características similares. El número que señala a cada óvalo de la Figura se corresponde con cada uno de las siguientes tipologías.

#### 3.1 Estaciones centrales que sirven a territorios con densidades de población altas

Estos cinco nodos se caracterizan por tener un alto número de servicios (más de 130 diarios) y un número de pasajeros superior a los dos millones anuales. Son estaciones centrales, situadas en ciudades importantes, de más de 300.000 habitantes (excepto Girona) y que además funcionan como nudos ferroviarios de diferentes niveles e importancias, con servicios mixtos de alta velocidad y tren convencional. Girona es un caso excepcional, que aunque tiene un área urbana notablemente densa (185.085 habitantes en la Comarca del Gironés, Idescat 2014), su nodalidad y número de pasajeros se explican por su cercanía a un continuo urbano muy poblado como el área metropolitana de Barcelona (4.774.561 habitantes, Idescat 2014).

#### 3.2 Estaciones terminales en las que su situación en la red ferroviaria es determinante

Estos nodos presentan unos servicios relativamente bajos (entre 30 y 65), justificados por su posición periférica dentro de la red de alta velocidad ferroviaria española, que hace que todas las conexiones se produzcan en un solo sentido. Es decir, Valencia-JS solo tiene conexión de alta velocidad vía Requena-Utiel, Alicante por Villena AV, Málaga por Puente Genil-Herrera y Toledo con Madrid. Sin embargo, la densidad de población que habita en estos núcleos (o en áreas urbanas cercanas, en el caso de Toledo)<sup>9</sup>, permite que en los cuatro casos se alcancen cifras de viajeros anuales relativamente altas.

Todas son capitales provinciales, que, excepto Toledo, tienen un papel regional destacado en la red urbana española. En el caso de Valencia-Joaquín Sorolla, la importancia demográfica a nivel estatal (tercera ciudad en número de habitantes), no parece corresponderse ni al número de servicios ni al de viajeros. Esto se debe a que este nodo está dedicado principalmente a la alta velocidad, cediendo la mayor parte de los servicios y pasajeros de tren convencional a la cercana Valencia Nord<sup>10</sup>, aunque también acoge servicios Euromed de la línea Alicante-Barcelona.

<sup>8</sup> Hasta julio de 2011 también existía el servicio Toledo-Cuenca-Albacete, que fue eliminado por baja demanda.

<sup>9</sup> Este caso se ha explicado en detalle al comienzo de esta misma página.

<sup>10</sup> Ambas estaciones están separadas por 10 minutos a pie o por un autobús lanzadera que cubre el recorrido. Estas dos estaciones suman más de 4 millones de viajeros en 2013 (Fundación de los Ferrocarriles Españoles, 2013).

### 3.3 Estaciones en ciudades medias/intermedias de relativa importancia

En esta tipología se encuentran nodos de diferentes implantaciones, desde central a periférica, pero caracterizados por estar situados en ciudades intermedias de cierta importancia. En estas estaciones el número de servicios responde principalmente a su situación dentro de la red (Puertollano se ve favorecido frente a Figueres-Vilafant por su ubicación privilegiada en el eje sur). Mientras que el número de pasajeros se condiciona a la implantación de la estación y a la duplicidad de la misma (este es el caso de Camp de Tarragona, estación periférica que “compite” con las estaciones de tren convencional, principalmente de Tarragona<sup>11</sup>, pero también de Reus).

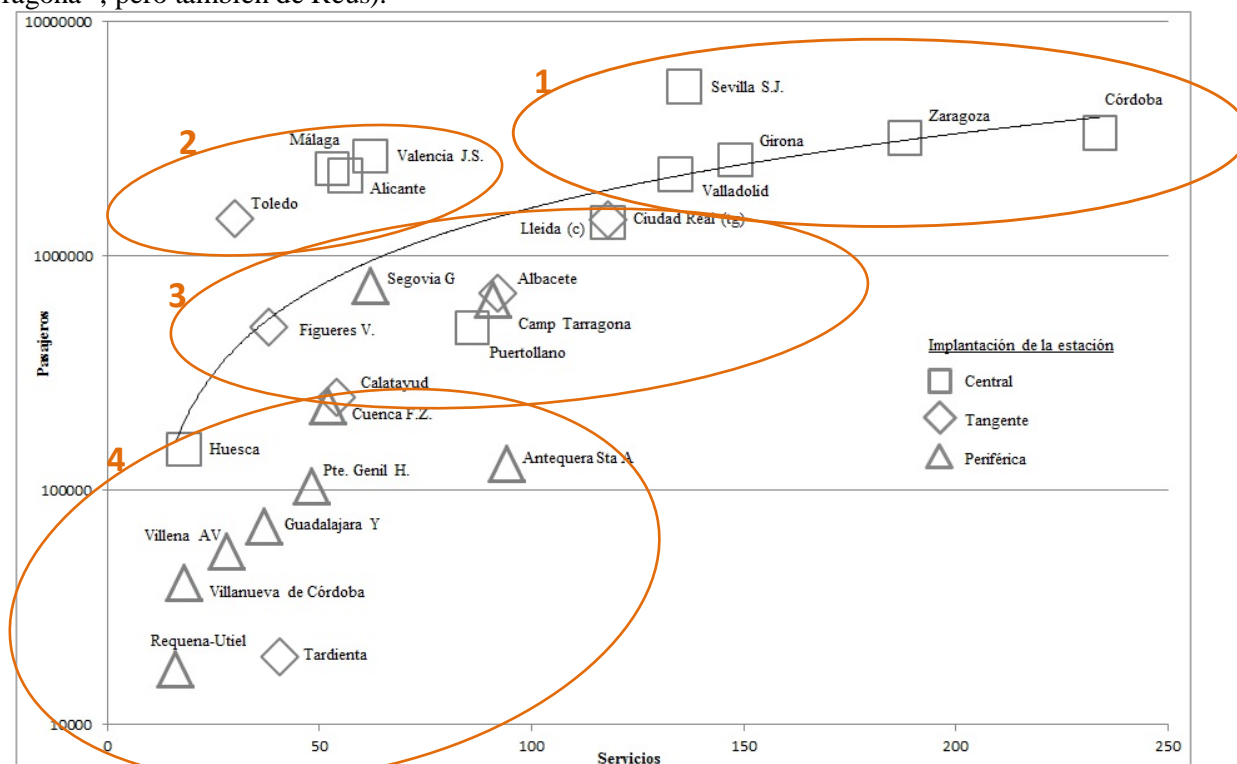


Figura 2. Relación entre pasajeros y servicios en las estaciones de alta velocidad ferroviaria. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ADIF, RENFE y otros<sup>12</sup>.

### 3.4 Estaciones periféricas en entornos de baja densidad de población

Los factores comunes de estos nodos son su emplazamiento periférico<sup>13</sup> y la baja densidad de población, que explican la baja oferta de servicios (exceptuando el caso de Antequera-Santa Ana<sup>14</sup>) y el escaso número de pasajeros, que en ningún caso supera los 1.000 viajeros diarios.

Es diferente el caso de Guadalajara-Yebes, que a pesar de encontrarse próximo a un núcleo de población importante como Guadalajara (84.404 habitantes, INE 2011), no recoge todos los pasajeros que se supondría al tener en el centro de la ciudad la estación de tren convencional, que conecta con Madrid en tan solo 10-15 minutos más que el tren de alta velocidad (mediante servicios de media distancia) y también se incluye dentro de la red de cercanías de Madrid, con conexiones muy frecuentes, que aunque tardan 30 minutos más que la AVF, tienen un precio muy reducido.

<sup>11</sup> La combinación de las dos estaciones correspondientes a Tarragona (Camp de Tarragona y Tarragona ciudad) arroja un total de 2.518.031 viajeros en 2013 (Fundación de los Ferrocarriles Españoles, 2013).

<sup>12</sup> Servicios correspondientes a un día laborable del mes de febrero de 2015 que no sea ni lunes ni viernes. Pasajeros con datos de 2013, excepto: Antequera Sta. A., Calatayud, Figueres-V, Girona, Huesca, Puente Genil-Herrera, Requena-Utiel (estimado) y Tardienta, datos de 2010. Villena AV, datos del primer año de funcionamiento (2013-2014). Villanueva de C. (estimado) y Alicante (estimado), datos de 2014. Fuentes del número de pasajeros (por orden de importancia): Fundación de los Ferrocarriles Españoles (2013), prensa nacional/local y www.ferropedia.com.

<sup>13</sup> Exceptuando los casos de Calatayud, en la que su posición tangencial le permite alcanzar los 200.000 viajeros anuales, Huesca, con 150.000 viajeros y Tardienta, situada en un municipio de menos de 1.000 habitantes.

<sup>14</sup> Este caso se explica con detalle en la página 5 de esta comunicación.

#### 4. LOS CONDICIONANTES DE LA NODALIDAD INTERNA DE LAS ESTACIONES DE AVF

Los resultados expuestos y la discusión motivada a partir de la Tabla 1 y las Figuras 1 y 2, permiten concluir que los condicionantes más importantes en la nodalidad interna de las diferentes estaciones son los siguientes.

##### 4.1 Las características de la infraestructura

Tipo de red (mixta o de alta velocidad), situación dentro de la red, duplicidad de estaciones y tipo de servicios ofrecidos (ver Tabla 1). Las características de la infraestructura penaliza nodos como Camp de Tarragona o Cuenca-FZ, que verían incrementados sus niveles de pasajeros y servicios si la infraestructura ferroviaria integrara en una misma estación los servicios ferroviarios de alta velocidad y convencional, como son los casos de Ciudad Real o Lleida, mucho mejor posicionados en todos los indicadores tratados. La situación dentro de la red es clave para la nodalidad interna. Casos como Antequera-Santa Ana, Ciudad Real y Córdoba así lo demuestran, siendo, cada una de ellas, estaciones destacadas en cuanto a la nodalidad dentro de las tipologías descritas en el punto anterior (ver Figura 2).

##### 4.2 El contexto territorial

Cobra una importancia mayúscula, teniendo que tener en cuenta la posición geográfica en la que se inscribe el nodo, así como las características socioeconómicas y demográficas del entorno territorial. La posición geográfica dentro de la Península puede favorecer la nodalidad, pero está supeditada a la situación dentro la red de AVF, así como a las características socioeconómicas del entorno. Este es el caso ya comentado de Toledo, con una situación geográfica muy favorable, pero que sin embargo ha quedado fuera del eje sur de AVF y funciona como un “apéndice” hacia Madrid. La población del entorno urbano de la estación favorece más al número de pasajeros que a la nodalidad, como es el caso de Sevilla-SJ o Málaga, núcleos de alta densidad de población que, observando la Figura 2, tienen una relación servicios/pasajeros inclinada hacia los pasajeros (es decir, por encima de la línea de tendencia).

Sin embargo, la proximidad a grandes metrópolis influye tanto en la nodalidad como en los viajeros. Estos son los casos de Girona, Ciudad Real, Valladolid o Segovia, con conexiones de menos de una hora con Barcelona o Madrid e indicadores altos de nodalidad interna y de número de pasajeros<sup>15</sup>.

##### 4.3 El tipo de estación

Especialmente la localización de la estación respecto a los principales núcleos de población (periférica, tangente, central, ver Figura 2) y la accesibilidad a ellos. El tipo de implantación de la estación (Bellet y Jurado, 2014), es un condicionante que a su vez afecta a la accesibilidad de la misma, aumentando el tiempo efectivo de viaje puerta a puerta. Son los espacios intermedios o los territorios con menores densidad de población los que suelen tener un acceso periférico o tangencial a la red, con el objetivo de reducir los costes de implantación de la infraestructura y no penalizar los tiempos de viaje entre las grandes metrópolis (Ribalagya, 2005).

Estos son los casos de Requena-Utiel, Villanueva de Córdoba, Villena AV, etc. Esta posición periférica es un hándicap para la llegada de viajeros, lo cual unido a otros condicionantes, como el tamaño poblacional del entorno (que exceptuando el caso de Camp de Tarragona, en ningún caso supera los 60.000 habitantes), hace que estos nodos apenas atraigan viajeros y de modo general tengan niveles de nodalidad interna bajos. La estación de Requena-Utiel es paradigmática, al no estar favorecida por ninguno de los condicionantes mencionados. Tiene 8 llegadas y 8 salidas diarias con Valencia-Joaquín Sorolla y Madrid, parando en menos de la mitad de las ocasiones en Cuenca-Fernando Zobel y dejando tan solo 22 relaciones diarias con estos 3 nodos. Lo que supone algo más de 17.000 viajeros anuales (47 pasajeros diarios). El contrapunto lo pone Puertollano, con 20.000 habitantes, más que la suma de los municipios de Requena y Utiel. La posición central de la estación, así como la cercanía a núcleos de importancia como Madrid, Ciudad Real y Córdoba, y especialmente su posición estratégica en la red de AVF, han conseguido que Puertollano tenga 86 servicios diarios y 200 relaciones con 17 nodos de AVF, pudiendo acceder a 15 de ellos en menos de 3 horas. Esto supone 505.702 pasajeros anuales (1.378 viajeros diarios).

---

<sup>15</sup> Girona-Barcelona, 1,39 millones de viajeros (Mv). Ciudad Real-Madrid, 0,76 Mv. Valladolid-Madrid, 1,21Mv. Segovia-Madrid, 0,77 Mv (Fundación de los Ferrocarriles Españoles, 2013).



## **5. CONCLUSIONES**

La fuerte inversión pública dedicada a la alta velocidad ferroviaria, así como el debate generado sobre la viabilidad económica de la infraestructura y sus efectos territoriales, exige un estudio más detallado de los diferentes factores que afectan a su funcionamiento.

La nodalidad interna se presenta como un concepto clave que permite acercarnos a la realidad de las estaciones del sistema ferroviario español, mostrando las funcionalidades de cada caso, así como las jerarquías de la red, a partir de la oferta de servicios y las relaciones creadas.

Este trabajo contribuye a la comprensión del papel que las estaciones de AVF juegan en el territorio dentro una red radial orientada hacia Madrid, en la que se establecen relaciones dirigidas hacia las dos grandes áreas metropolitanas de la geografía española, que reciben importantes movimientos pendulares de las ciudades circundantes. Una posición privilegiada dentro de la red ferroviaria, situándose en un cruce de líneas de alta velocidad y convencional, hace que Córdoba tenga los valores de nodalidad interna más altos de todas las estaciones analizadas. Sin embargo, no ejerce funciones de origen o destino de viajeros en la misma medida que las grandes áreas metropolitanas españolas (Sevilla-Santa Justa tiene casi dos millones de viajeros anuales más que Córdoba). Se ha visto cómo unos altos valores de nodalidad no se corresponden siempre con un alto número de viajeros, sino que existen otros factores explicativos. Estos factores (condicionantes) son, en última instancia, los que explican el papel de los nodos dentro de la red, así como su alto o bajo número de viajeros y grado de uso de la infraestructura.

Los datos nos muestran que una buena situación dentro de la red ferroviaria es fundamental para alcanzar altas cotas de nodalidad interna. Antequera-Santa Ana, Córdoba o Puertollano son buenos ejemplos de ello.

En todo caso, es la suma de condicionantes favorables lo que hace que una estación de alta velocidad disfrute de una oferta de servicios y de un nivel de relaciones directas destacado. Estos son los casos de Zaragoza y Córdoba, dos áreas urbanas importantes, con estaciones centrales de tren convencional y de alta velocidad, en nudos ferroviarios situados en las dos líneas de alta velocidad más utilizadas de la Península.

## **6. AGRADECIMIENTOS**

Esta comunicación se inscribe dentro del Proyecto de Investigación Fundamental no orientada del Ministerio de Economía y Competitividad. Plan Nacional de I+D+I (2013-2015). Ref. CSO2012-34629: “Patrones de transformación urbana y estrategias asociadas a la alta velocidad ferroviaria en España (URBATAV)”, dirigido por C. Bellet. E. Olazabal está financiado por un contrato predoctoral en formación de la Universitat de Lleida.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

- Albalade, D. y Bel, G. (2011): “Cuando la economía no importa: auge y esplendor de la alta velocidad en España”. *Revista de Economía Aplicada*, 55.
- Bellet, C., Alonso, P. y Casellas, A. (2010): “Infraestructuras de transporte y territorio. Los efectos estructurantes de la llegada del tren de alta velocidad en España”. *Boletín de la AGE*, 143–164.
- Bellet, C. y Jurado, J. (2014): “La localización de las estaciones de Alta Velocidad en España”. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 34/2, 9–24.
- Bertolini, L. (1999): “Spatial Development Patterns and Public Transport : The Application of an Analytical Model in the Netherlands”. *Planning Practice & Research*, 14/2, 199–211.
- Bertolini, L. and Spit, T. (1998): *Cities on Rails: The Redevelopment of Railway Stations and their Surroundings*. Routledge.
- Betancor, O. y Llobet, G. (2015): *Contabilidad Financiera y Social de la Alta Velocidad en España*. FEDEA.
- Burckhart, K., Martí-Henneberg, J. y Tapiador, F.J. (2010): “Cambio de hábitos y transformaciones territoriales en los encuesta de viajeros en la línea Madrid-Barcelona”. En *X Coloquio Internacional de Geocrítica. Diez años de cambios en el mundo, en la geografía y en las ciencias sociales, 1999-2008*, 1–15.
- Chorus, P. y Bertolini, L. (2011): “An application of the node place model to explore the spatial development dynamics of station areas in Tokyo”. *The journal of transport and land use*, 4/1, 45–58.

- Coto-Millán, P., Inglada, V. y Rey, B. (2007): "Effects of network economies in high-speed rail: the Spanish case". *The Annals of Regional Science*, 41/4, 911–925.
- Dupuy, G., Ribeill, G. y Savy, M. (1985): "Les effect de réseau des trains à grande vitesse". En *Les Aspects socio-économiques des trains a à grande vitesse*, Tome II, Paris, Ministère de l'Urbanisme, du Logement et des Transports, 685–696.
- Facchinetti-Mannone, V. (2010): *L'implantation des gares de la grande vitesse. Analyse comparée des implantations belges, françaises et espagnoles*, Paris.
- Facchinetti-Mannone, V. (2005): "La nodalité des gares TGV périphériques". *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, 48, 45–58.
- Fundación de los Ferrocarriles Españoles (2013): *Informe del Observatorio del Ferrocarril en España*.
- Garmendia, M., Ribalaygua, C. y Ureña, J.M. (2012): "High speed rail: implication for cities". *Cities*, 29, S26–S31.
- Garmendia, M., Ureña, J.M. and Coronado, J.M. (2011): "Cambios en la estructura territorial debidos a nuevas conexiones de alta velocidad en territorios aislados: la provincia de Ciudad Real en España". *EURE*, 37.
- Guirao, B. (2013): "Spain: highs and lows of 20years of HSR operation". *Journal of Transport Geography*, 31, 201–206.
- Gutiérrez, J. (2001): "Location, economic potential and daily accessibility: an analysis of the accessibility impact of the high-speed line Madrid-Barcelona-French border". *Journal of Transport Geography*, 9/2001.
- Inglada, V., Coto-Millán, P. y Villaverde, J. (2012): "Economic Assessment of High-Speed Rail in Spain". En Ureña, J.M. (ed) *Territorial Implications of High-Speed Rail*. Ashgate Publishing.
- Martín, J.C. y Nombela, G. (2008): "Impacto de los nuevos trenes ave sobre la movilidad". *Revista de Economía Aplicada*, XVI, 5–23.
- Reusser, D.E., Loukopoulos, P., Stauffacher, M. y Scholz, R.W. (2008): "Classifying railway stations for sustainable transitions—balancing node and place functions". *Journal of Transport Geography*, 16/3, 191–202.
- Ribalaygua, C. (2005): "Nuevas estaciones periféricas de alta velocidad ferroviaria: estrategias para su incorporación a las ciudades españolas". *Colección Cuadernos de Ingeniería y Territorio*, 5.
- Rivas, A. y Coronado, J.M. (2005): "La movilidad de alta velocidad en estaciones situadas en ciudades de tamaño pequeño el corredor Madrid-Ciudad Real-Puertollano". *Ingeniería y territorio*, 70, 52–57.
- De Rus, G. y Nombela, G. (2007): "Is Investment in High Speed Rail Socially Profitable?" *Journal of Transport Economics and Policy*, 41/January, 3–23.
- De Rus, G. y Román, C. (2006): "Análisis económico de la línea de alta velocidad Madrid-Barcelona". *Revista de Economía Aplicada*, XIV.
- Ryder, A. (2012): "High speed rail". *Journal of Transport Geography*, 22, 303–305.
- Serrano, J.M. y García, R. (2010): "La política de transporte ferroviario en España. Los corredores de alta velocidad: sus potenciales y limitaciones". *Scripta Nova*, 1–16.
- Troin, J-F. (1995): *Rail et aménagement du territoire: des héritages aux nouveaux défis*. Edisud.
- Ureña, J. M. (2012): *Territorial Implications of High Speed Rail: A Spanish Perspective*. Ashgate Publishing.
- Ureña, J.M., Menéndez, J.M., Guirao, B., Escobedo, J., Rodríguez, F., Coronado, J.M., Ribalaygua, C., Rivas, A. y Martínez, A. (2005): "Alta velocidad ferroviaria e integración metropolitana en España : el caso de Ciudad Real y Puertollano". *EURE*, XXXI, 87–104.
- Zemp, S., Stauffacher, M., Lang, D.J. y Scholz, R.W. (2011): "Classifying railway stations for strategic transport and land use planning: Context matters!" *Journal of Transport Geography*, 19/4, 670–679.