

Influencia de la localización en los patrones de movilidad metropolitana; análisis comparado según tipología de encuesta^(*)

Andrés MONZÓN DE CÁCERES^(a)

Lissy LA PAIX PUELLO^(b)

Miguel Ángel DELGADO IGLESIAS^(b)

Álvaro FERNÁNDEZ HEREDIA^(b)

RESUMEN: Este trabajo de investigación ha tenido como primer objetivo analizar la influencia de la tipología de encuesta en el ratio de movilidad, comparando la basada en los viajes, con la basada en las actividades realizadas, que es la más utilizada internacionalmente. Los resultados muestran que la encuesta de actividades recoge más viajes. El segundo objetivo fue analizar la influencia de la localización en la generación de viajes y su distribución modal. A estos efectos se realizaron encuestas en dos municipios de la periferia de Madrid —uno próximo (Pozuelo de Alarcón) y otro más alejado y con menor oferta de transporte público (Algete)— y en un distrito central de la capital (Chamberí). Los resultados confirman la importancia de la centralidad y oferta de transporte público en las pautas de movilidad: por ejemplo, el uso del coche crece del 22% de Chamberí, al 57% de Pozuelo, llegando a un 60,5% de los viajes en el caso de Algete.

I. INTRODUCCIÓN

En el año 2006 se realizó la investigación «Mejora metodológica de movilidad de viajeros para el análisis de la demanda de transporte en España», orientado a la modificación de los modelos de encuestas de movilidad utilizados hasta ahora en España. El objetivo era doble: mejorar la captación de viajes y la comparabilidad de los resultados de nuestras encuestas a nivel internacional. Los datos de movilidad e España resultan

claramente inferiores a la registrada en las encuestas de otros países de nuestro entorno y características similares. Esta diferencia podría deberse a que con los actuales modelos de encuesta, el encuestado olvida algunos de sus movimientos.

Se realizó una comparación de cuestionarios de encuestas en dos zonas de Madrid. Un cuestionario basado en el recuerdo de los viajes efectuados, utilizado en la Encuesta de Movilidad de 2004, del

^(a) Catedrático de Transportes.

^(b) Investigadores. TRANSyT-Centro de Investigación del Transporte. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid.

^(*) Este artículo ha sido elaborado a partir del proyecto «Desarrollo de encuestas de movilidad de viajeros para la previsión y dimensionamiento de las infraestructuras de transporte en España» financiado con cargo a las Ayudas a Proyectos de Investigación sobre temas de infraestructuras del Ministerio de Fomento, convocatoria de 2006.

Consortio de Transportes de Madrid. El otro fue un cuestionario basado en el recuerdo de las actividades realizadas, diseñado de modo que el encuestado declare primero las actividades que ha hecho en el día de referencia, y después cómo efectuó los viajes para realizarlas. La hipótesis que se formuló fue que preguntando de esta manera el número de viajes olvidados sería menor.

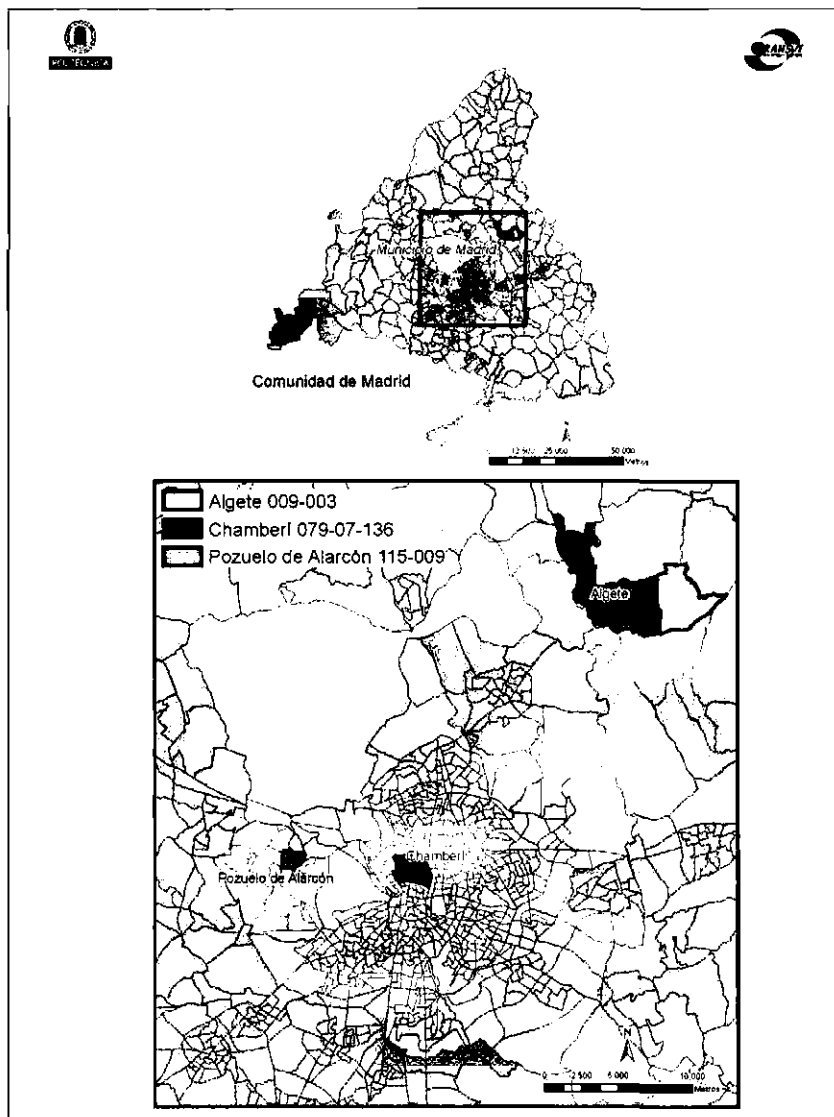
A la vista de los prometedores resultados estudio realizado en el año 2006 (ver Monzón y Madrigal), y para dar mayor robustez a los resultados se ha ampliado el tamaño de la muestra en la comparación de los dos

cuestionarios y añadido una nueva zona con una oferta de transporte público menor que las dos anteriores. Se pretende así caracterizar las pautas de movilidad en día laborable en función de la densidad de población, oferta de transporte público y centralidad respecto a Madrid ciudad.

2. DESARROLLO DE LAS ENCUESTAS

Las zonas ya seleccionadas en 2006 fueron: una zona céntrica situada en la Almendra Central del municipio de Madrid,

Figura 1. Zonas de transporte elegidas



concretamente en el distrito de Chamberí, y otra periférica situada en Pozuelo de Alarcón, unos quince kilómetros al oeste de Madrid. La tercera zona, añadida en 2007 pertenece al municipio de Algete, con una población similar a las anteriores. La diferencia principal de esta zona respecto a las anteriores es que es una zona con una oferta de transporte público limitada.

2.1. Muestra seleccionada

La muestra que se utilizó en el estudio anterior fue de 35 familias por zona y procedimiento, lo que representa un total 140 familias encuestadas. En este segundo estudio se ha propuesto una ampliación de la muestra hasta 60 hogares, 30 para cada tipo de cuestionario, en las zonas anteriores y 100 hogares en la nueva, repartidas por igual entre los dos modelos de cuestionario. El muestreo se ha realizado sobre las bases de datos telefónicos disponibles en la actualidad.

La muestra, en cuanto a personas encuestadas y viajes realizados se refiere, asciende a 943 personas y 2.152 viajes. Finalmente, la muestra obtenida asciende a 345 familias encuestadas, según la distribución por zonas y cuestionario es la siguiente:

2.2. Realización y metodo de las encuestas

Las campañas de encuestas se realizaron, respectivamente en mayo de 2006 y octubre-noviembre de 2007. El procedimiento operativo general tuvo que modificarse en una parte de los hogares encuestados, por las dificultades para recibir visitas en su hogar. Por ello, una parte de la muestra ha recibido los cuestionarios, con el día de referencia impreso, en su buzón. Se determinó que el

seguimiento de estos hogares por parte de los encuestadores telefónicos fuera mayor, con objeto de asistir a los encuestados en caso de dificultad en la cumplimentación del cuestionario o incompreensión de algún concepto. Sin embargo, no se ha detectado esta posible dificultad y estos hogares han colaborado de la misma manera que los que fueron visitados.

2.3. Índice de no respuesta.

Los índices de no respuesta han sido elevados, pero no se observa diferencias apreciables ni significativas imputables al tipo de cuestionario. De los hogares contactados, el 36% de los de Chamberí, el 36,3% de los de Pozuelo y el 24,8% de los de Algete, rechazaron realizar la encuesta después de haber accedido en un principio. El motivo principal del rechazo ha sido la negativa a permitir el paso de los encuestadores a la vivienda.

3. RESULTADOS

3.1. Validación de Resultados

Para otorgar mayor fiabilidad a las aportaciones del cuestionario basado en actividades (CBA) frente al cuestionario basado en Viajes (CBV), se ha realizado un análisis de las medias de viajes para cada tipo de cuestionario. El objeto del análisis es demostrar que los cuestionarios reflejan medias de viajes significativamente diferentes. Por lo tanto, partimos de dos conjuntos de datos, uno la muestra tomada con el CBV y otro la correspondiente al CBA. Se ha utilizado la prueba de Kruskal Wallis, la cual es un test no paramétrico válido para

Tabla I

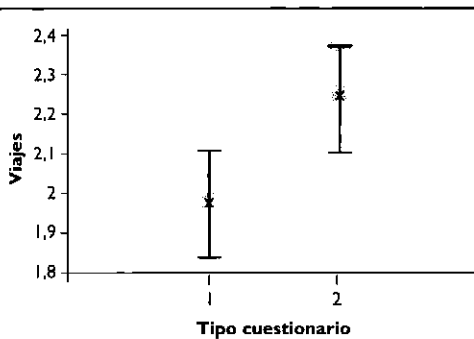
MUESTRA OBTENIDA SEGÚN TIPO DE CUESTIONARIO APLICADO

Zona	CBV			CBA		
	Hogares	Personas	Viajes	Hogares	Personas	Viajes
009-003	52	139	330	51	144	344
079-07-136	58	145	308	59	143	327
115-009	64	179	379	61	193	464
Total	174	463	1.017	171	480	1.135

distribuciones no-normalizadas, que evalúa las medianas en lugar de las medias.

Los resultados muestran que la probabilidad de que estas medias sean iguales es muy baja: de 0,0009. Dado que nuestro parámetro es un p-valor o probabilidad de ocurrencia (p) mayor o igual a 0,05, por tanto se puede concluir que los dos cuestionarios arrojan resultados claramente diferentes.

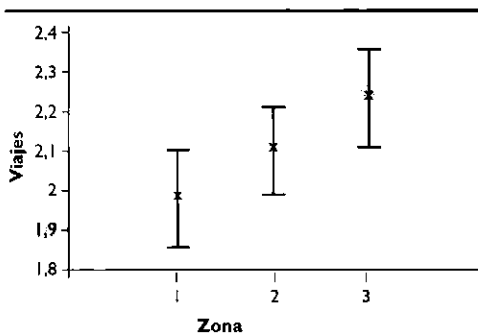
Figura 2. Gráfico de Medias e Intervalos de Confianza al 95% para viajes según tipos de cuestionarios



Nota: Cuestionario 1 = Basado en Viajes (CBV);
Cuestionario 2 = Basado en Actividades.

Posteriormente, se han evaluado las diferencias en movilidad para las tres zonas. Partiendo de la hipótesis «las tres zonas tienen la misma media de viajes», la probabilidad de que sean iguales es de 0,1392 (mayor de 0,05). Con este resultado concluimos que los cuestionarios dan para las 3 zonas niveles de movilidad similares, sin considerar los modos de viaje.

Figura 3. Gráfico de Medias e Intervalos de Confianza al 95% para viajes según la zona.

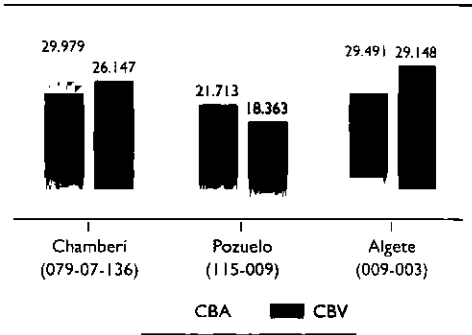


Nota: Zona 1 = Chamberí; Zona 2 = Pozuelo de Alarcón;
Zona 3 = Algete

Se han considerado tres factores: tipo de cuestionario, tramo de edad y zona. Se ha medido su influencia en la media de viajes, y como resultado se obtiene que el aspecto más influyente sobre la media de viajes es el tramo de edad y el segundo factor es el tipo de cuestionario, en tercer lugar se encuentra la zona.

En cuanto a los modos de viaje, cabe resaltar las diferencias significativas entre las medias de cada modo. Estadísticamente los cuestionarios tienen resultados diferentes, aunque esto supone una investigación más profunda y la construcción de experimentos de mayor robustez, un modelo de regresión con variables cualitativas y una variable cuantitativa nos aportará más respuestas.

Figura 4. Viajes Totales según zona de estudio y tipo de cuestionarios



En la Figura 4 se aprecia que el cuestionario basado en actividades (CBA) capta más viajes que el cuestionario basado en el recuerdo de viajes (CBV) y este hecho se repite en las tres zonas estudiadas. Los viajes por persona que viajó tras la aplicación del cuestionario basado en el recuerdo de viajes, ascienden a 2,66 en la zona de Algete, 2,64 en la zona de Chamberí y 2,44 en la zona de Pozuelo de Alarcón. La aplicación del cuestionario basado en el recuerdo de actividades muestra unos resultados superiores: 2,74 viajes/persona que viajó en Algete y 2,67 en Chamberí y Pozuelo de Alarcón. Ello representa un incremento de viajes del 3,09% en la zona de Algete, del 0,96% en la zona de Chamberí y del 9,41% en la zona de Pozuelo.

3.2. Análisis de Movilidad

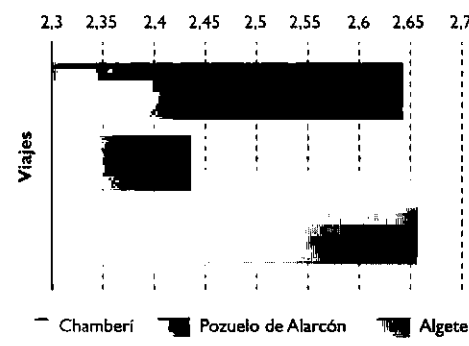
Para caracterizar la movilidad de las zonas de estudio, se han comparado los valores obtenidos según el cuestionario basado en viajes (CBV) para la movilidad media diaria, reparto modal, motivo de viaje y tiempo de viaje para las tres zonas seleccionadas.

Movilidad media diaria

El total de viajes para las tres zonas alcanza valores muy cercanos para las zonas de Chamberí y Algete, siendo la movilidad ligeramente reducida en la zona de Pozuelo de Alarcón. En Chamberí se obtuvo 2,64 viajes por persona que viajó; en la zona de Pozuelo, 2,44 y en la zona de Algete 2,66. Esto indica que en la zona de Algete las personas realizan menos viajes al día, debido a que se encuentran en una zona de la periferia de Madrid y disponen de poca oferta de transporte público.

Viajes por persona que viajó se refiere a la media de viajes sólo incluyendo las personas que realizaron desplazamientos en el día de referencia. Es decir, para esta media se han excluido aquellas personas que han contestado la encuesta y no realizaron ningún movimiento.

Figura 5. Viajes por persona que viajó



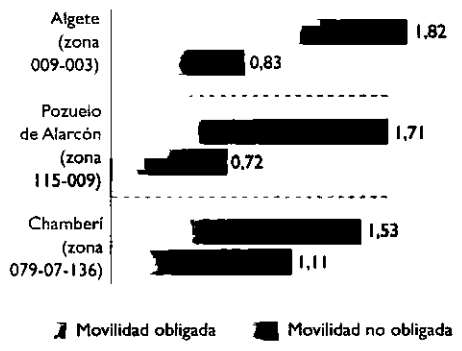
Motivo de viaje

La movilidad obligada

Los resultados de viajes por persona que viajó, distribuidos según movilidad

obligada (motivo trabajo o estudios) y no obligada (resto de los motivos), reflejan un comportamiento similar entre las zonas. Para cada una de las tres zonas predomina la movilidad obligada, siendo mayor en la zona de Algete, con 1,82 viajes por persona que viajó.

Figura 6. Viajes por persona que viajó según movilidad obligada y no obligada



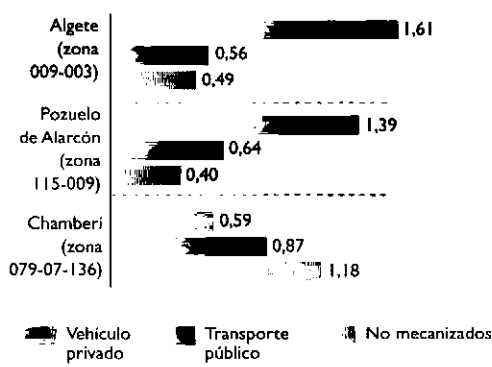
La movilidad basada en casa

Los viajes basados en casa, esto es, aquellos en los que su origen o su destino es el domicilio, representan el 92,58% en Algete, el 91,19% en Chamberí y el 90,83% en Pozuelo. Significa que la mayor parte de la movilidad se encuentra condicionada por los viajes hacia y desde el hogar.

Reparto modal

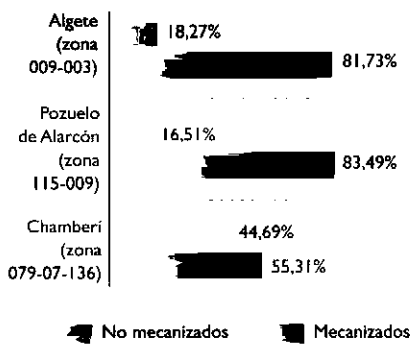
En la zona de Chamberí predomina el viaje en transporte público, mientras que en Pozuelo de Alarcón y Algete es mayoritario el vehículo privado. Este se relaciona con el índice de motorización: los que viven en Chamberí tienen menos necesidad de coche, al disponer de buena oferta de transporte público.

Otra razón que explica la diferente distribución modal es que el tiempo del viaje en transporte público en Pozuelo y Algete duplica al viaje en coche. Por el contrario, en Chamberí son similares.

Figura 7. Reparto Modal de Viajes por persona que viajó

También hay que destacar las diferencias en movilidad a pie. En Chamberí es casi tres veces la movilidad en las otras dos zonas. Por otra parte, en Pozuelo su mejor oferta de transporte público atrae algo más de viajes, reduciendo proporcionalmente los que se realizan en coche, respecto a Algete.

El uso global de viajes mecanizados presenta cifras comunes para Algete y Pozuelo: 81,73% de los viajes realizados por los residentes de Algete y el 83,49% de la zona de Pozuelo de Alarcón. En Chamberí bajan a un significativo 55,31%, lo que indica la importancia de la movilidad a pie en la Almendra Central de Madrid.

Figura 8. Reparto Modal según viajes mecanizados y no mecanizados

Tiempo de viaje

El tiempo de viaje es un factor importante en la elección modal. Se ha calculado el tiempo medio de viaje para cada zona,

incluyendo todos los modos de viaje (mecanizados y no mecanizados), y desagregado por modos. De la tabla cabe destacar que el tiempo de viaje en los modos no mecanizados es menor. El tiempo de viaje en transporte público alcanza valores más altos para todas las zonas. Las personas evitan realizar viajes largos a pie. Entre cuestionarios no presentan diferencias significativas los tiempos de viaje para cada modo de viaje, esto es positivo ya nos indica que no hay interacción entre los tipos de cuestionario y los modos de viaje en cuanto al tiempo captado.

Tabla 2

TIEMPOS DE VIAJE POR ZONA Y TIPO DE CUESTIONARIO

Zona	Promedio de tiempo de viaje	Tipo Cuestionario		
		Modo Viaje	CBV	CBA
Chamberí (079-07-136)	NM	TP	0:15	0:20
		TP	0:33	0:36
		VP	0:36	0:35
Pozuelo (115-009)	NM	TP	0:16	0:20
		TP	0:39	0:45
		VP	0:27	0:27
Algete(009-003)	NM	TP	0:16	0:14
		TP	0:54	1:10
		VP	0:27	0:31
Total general			0:29	0:31

El tiempo promedio que utiliza una persona de Pozuelo de Alarcón en realizar un viaje en transporte público se duplica con relación al tiempo de viaje en vehículo privado: 45 minutos en transporte público y 27 minutos en vehículo privado. La zona de Algete sigue la misma directriz, la relación de proporción TP/VP es superior a 2: con un promedio de 1 hora y 10 minutos de viaje en transporte público y 31 minutos en vehículo privado. En Chamberí las duraciones se encuentran bastante cercanas: 36 minutos en transporte público y 35 minutos en vehículo privado.

4. CONCLUSIONES

En definitiva, se comprueba cómo el cambio de tipo de cuestionario permite captar mejor la movilidad diaria. Los viajes

por persona que viajó ascienden de usar CBV a CBA: de 2,66 a 2,74 viajes/persona en Algete, de 2,44 a 2,67 en Pozuelo, y de 2,64 a 2,67 en Chamberí. Ello representa un incremento de viajes del 3,09% en la zona de Algete, 9,41% en la zona de Pozuelo, y del 0,96% en Chamberí.

Con ambos tipos cuestionarios ha habido un porcentaje muy superior a lo esperado de personas que reportaron no realizar desplazamientos el día de referencia. Sin embargo, mientras que en la zona de Algete este porcentaje es similar en ambas muestras de hogares (entre el 15,3% para el cuestionario por viajes y el 16,9% para el cuestionario por actividades), en las zonas de Chamberí y Pozuelo de Alarcón se observa cierta discrepancia entre los hogares a los que se aplicó el tipo de cuestionario por viajes (32,6% en Chamberí y 24,7% en Pozuelo) y a los que se aplicó el nuevo cuestionario por actividades (23,4% en Chamberí y 18,6% en Pozuelo).

Dado que la campaña no ha podido ir acompañada del apoyo publicitario preciso para asegurar la necesaria colaboración ciudadana, cabe pensar en la posibilidad de que una parte de estas personas fueran realmente personas que no querían colaborar con la encuesta e intentaron eludirla respondiendo que no viajaron. Este comportamiento es más difícil de llevar a cabo con el diseño del cuestionario por actividades, ya que el encuestado en primer lugar declara las actividades que ha realizado a lo largo del día, y después se le pregunta por el detalle de sus viajes.

La actividad fundamental en las tres zonas viene determinada por los viajes de las personas que trabajan; sin embargo, en Chamberí la categoría de jubilados ocupa un mayor porcentaje respecto a Pozuelo de Alarcón y Algete. Este aspecto se manifiesta en los viajes no mecanizados, que en Chamberí reflejan mayor magnitud en comparación con las demás zonas.

En Chamberí predomina el viaje en transporte público, mientras que en Pozuelo de Alarcón al igual que en Algete aventaja el vehículo privado al transporte público. La menor oferta de transporte público y mayor motorización explica estas diferencias. Además, la relación de los tiempos de viaje en transporte público y privado es superior a 2 en Pozuelo de Alarcón y Algete. En Chamberí son similares, lo que es una clara explicación del diferente reparto modal observado en las dos zonas de la periferia.

Podemos comprobar cómo el cuestionario por actividades recoge una mayor movilidad en el caso de zonas periféricas y con pobre servicio de transporte público. En estas zonas, donde los viajes son largos y generalmente de una sola etapa, el cuestionario por actividades consigue recoger una movilidad más realista.

Sin embargo, aún queda por comprobar si realmente en zonas donde predominan viajes multietapa, característicos del transporte público, el cuestionario convencional de viajes arroja mejores resultados. Esto puede explicarse porque las personas que realizan viajes multietapa en el transporte público suelen tener un esquema de viaje muy definido en su cabeza y, en ese caso, el cuestionario convencional es más claro.

5. BIBLIOGRAFÍA

- ARMOOGUM, J.; COINDET, J. P.; MADRE, J. L.; MASSOT, M. H. y PAPON, F. (2001): Suivi de la Mobilité en Île de France: test d'une enquête longitudinale. INRETS Rapport sur la Convention ADEME.
- APARICIO F., (1991): Tratamiento Informático de Encuestas. Madrid. RA-MA.
- CONFERENCE PROCEEDINGS, June 28-July 1 (1999): Washington, D.C., TRB Committee on Travel Survey Methods (A1D10) Available online at http://gulliver.trb.org/publications/circulars/ec026/15_madre.pdf (04/07/05).
- CONSORCIO REGIONAL DE TRANSPORTES DE MADRID. (1997): Jornadas Técnicas sobre la Encuesta Domiciliaria de Movilidad en la Comunidad de Madrid 1996.
- CONSORCIO REGIONAL DE TRANSPORTES DE MADRID. (1998): Encuesta Domiciliaria de Movilidad en la Comunidad de Madrid 1996. Experiencias en otras ciudades europeas.
- COST 305 (1988): Data system for the study of demand for interregional passenger transport, Final Paper, Brussels, Luxemburg.

- DE LA FUENTE LAYOS, L. A. (2005): Statistics in focus: Short distance passenger in Europe www.europa.eu.int/comm/eurostat/ (04/05/05). Eurostat.
- EEMMA, D.; TIMMERMANS, H. y VAN VEGHEL, L. (1996): Effects of data collection Methods in Travel Activity Research, European Institute of Retailing and Services Studies Report, www.bwk.tue.nl/urb/eirass/report.htm (22/07/05).
- EVERT, H.C.; W. BRÖG, VAN y ERL, E. (2004): Survey Design, The Past, the Present and the Future. Paper for the International Conference on Travel Survey Methods, Costa Rica.
- FOLLNER, R. y KUNERT, U. (2003): Methodological advances in National Travel Surveys: Mobility in Germany 2002. 10th International Conference on Travel Behaviour Research. Lucerne 10-15 August.
- GRANDE I.; ABASCAL E. (2005): Análisis de Encuestas. Madrid. ESIC.
- INSEE and INRETS (1997): Spécial Enquête Transports et Communications, Recherche Transports, Sécurité, n° 56-57.
- MADRE, J. L. y MAFFRE, J. (1999): Is it Necessary to Collect Data on Daily Mobility and Long-Distance Travel in the Same Survey ? Personal Travel The Long and Short of It.
- MINISTERIO DE FOMENTO (2003): Encuesta de movilidad de las personas residentes en España. Movilia. Ministerio de Fomento, Madrid.
- MONZÓN, A. y MADRIGAL, E. (2006): Mejora Metodológica De Encuestas De Movilidad de Viajeros para el Análisis de la Demanda De Transporte En España.
- MURUZÁBAL, J.; CASCALES, J. A. y CHAMORRO, J. (2004): Metodología de la evaluación continua de las bases de datos en una encuesta domiciliaria de movilidad. VI Congreso de Ingeniería de los transportes Zaragoza 2004 Movilidad 75-82.
- PEÑA, D. (1989): *Modelos lineales y series temporales*. Madrid: Alianza Editorial.
- RICHARDSON, A. J.; AMPT, E. S. y MEYBURG, A. H. (1995): *Survey Methods for transport Planning*. Eucalyptus Press. Melbourne (Australia).
- SCHÈOU, B. (1997): Modélisation des déplacements domicile-travail en milieu péri-urbain: le cas de la région lyonnaise.
- SHEAFFER, R.; MENDENHALL III, W. y LYMAN, R. (2006): *Muestreo de Elementos*. Madrid: Editorial Thompson.
- U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION (2004): 2001 National Household Travel Survey User's Guide (Versión 3).