

**Tesis Doctoral**

**LA MOVILIDAD AL TRABAJO COMO ELEMENTO DE LA  
PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DE LOS USOS  
RESIDENCIALES Y DE ACTIVIDAD ECONÓMICA.**

**Una aplicación práctica al caso de la región metropolitana de Madrid  
sobre la base de las encuestas de la movilidad de 1988 y 1996**

**V o l u m e n - I I**

Presentada por:  
**Juan Ignacio Sánchez Gutiérrez**

Dirigida por:  
**D. Pablo Martín Urbano**  
Dr. En Ciencias Económicas y Empresariales.

T-416  
V. II



R. FEE. 81891

M

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA MADRID  
REGISTRO GENERAL  
Entrada 01 N.º 200900007142  
11/04/03 13:52:30

## ÍNDICE

Introducción .....	....2
--------------------	-------

### PARTE PRIMERA

#### Bases teóricas en el estudio de la movilidad y la estructura urbana.

1. Planteamientos teóricos sobre el territorio y la estructura de usos y valores urbanos en la doctrina económica .....	....20
1.1. El territorio en el análisis económico .....	....20
1.1.1. El espacio en los principios del pensamiento económico clásico ....	....22
1.1.2. La valoración del territorio en el pensamiento económico neoclásico .....	....23
1.1.3. Planteamientos alternativos sobre el espacio. Las doctrinas keynesianas .....	....26
1.1.4. Planteamientos alternativos sobre el espacio. El pensamiento marxista .....	....29
1.1.5. Planteamientos alternativos sobre el espacio. Las formulaciones del desarrollo endógeno .....	....31
1.1.6. La situación resultante del espacio como elemento de análisis económico .....	....31
1.2. Los planteamientos de la economía urbana. El análisis de la estructura urbana .....	....32
1.2.1. Elementos determinantes de la estructura espacial de usos y valores urbanos .....	....39
1.2.1.1. Teorías sobre las rentas de accesibilidad .....	....41
1.2.1.2. Teorías sobre las rentas de externalidad .....	....48
1.2.1.3. Teorías sobre las rentas de organización social .....	....55
1.2.1.4. La segmentación del mercado urbano y su planteamiento teórico .	....59

1.2.1.5. Las teorías marxistas sobre la renta del suelo .....	61
<b>2. Las vinculaciones existentes entre la estructura urbana de usos del suelo y la configuración espacial de la movilidad .....</b>	<b>70</b>
<b>3. La movilidad metropolitana. La totalidad de desplazamientos y los efectuados por motivo trabajo .....</b>	<b>86</b>
3.1. El concepto de movilidad .....	87
3.2. Los factores determinantes de la movilidad .....	88
3.3. El papel de la movilidad en un espacio metropolitano .....	90
3.4. El problema del transporte metropolitano derivado del nivel de movilidad .....	95
3.5. Los diversos motivos de desplazamiento que conforman la movilidad .....	99
3.6. La movilidad motivada por la necesidad de la población de acudir a su puesto de trabajo .....	102
3.6.1. Características de la movilidad por motivo trabajo .....	103
3.6.2. Factores que determinan las características de la movilidad por motivo trabajo .....	105
3.6.2.1. Variables socioeconómicas .....	105
3.6.2.2. Variables espaciales .....	108
3.6.2.3. Variables temporales .....	109

## **PARTE SEGUNDA**

### **VARIABLES ESPACIALES EN LA CARACTERIZACIÓN DE LA MOVILIDAD POR MOTIVO TRABAJO. LA ORGANIZACIÓN FÍSICA DE LOS USOS RESIDENCIALES Y DE EMPLEO EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE MADRID.**

---

<b>4. La estructura espacial de las áreas residenciales y los centros de actividad económica en la región metropolitana de Madrid .</b>	<b>111</b>
4.1. La conexión lógica entre el lugar de residencia y el puesto de empleo en los flujos por motivo trabajo .....	112
4.2. La organización de la población sobre el espacio metropolitano madrileño .....	116
4.2.1. La formación y desarrollo del espacio metropolitano madrileño .....	117

4.2.2. El desarrollo metropolitano descentralizado durante la fase recesiva de la primera mitad de la década de los ochenta .....	122
4.2.3. La continuidad del proceso de crecimiento descentralizado durante la etapa de expansión económica de la segunda mitad de los años ochenta .....	127
4.2.4. La consolidación del proceso de descentralización con el cambio de década y coyuntura económica .....	139
4.2.5. La persistencia en la descentralización de la población en la segunda mitad de la década de los noventa hasta la actualidad .....	146
4.2.6. La estructura espacial del uso residencial en el agregado metropolitano madrileño .....	148
4.2.7. Conclusión: la consolidación del modelo descentralizado de localización de la población y el parque edificado de vivienda .....	153
<b>4.3. La distribución espacial de los centros de actividad económica en la metrópoli madrileña .....</b>	<b>158</b>
<b>4.4. Visión integrada de la estructura espacial de las áreas residenciales y de actividad económica en la región metropolitana de Madrid .....</b>	<b>171</b>
4.4.1. Los desequilibrios espaciales empleo-residencia que caracterizan la región metropolitana madrileña .....	174
4.4.1.1. La organización espacial residencial de la población ocupada .....	176
4.4.1.2. La distribución de los puestos de trabajo sobre el espacio metropolitano .....	179
4.4.1.3. Comparación de dos procesos de descentralización: la población ocupada y los puestos de trabajo .....	185
4.4.2. La caracterización de toda zona metropolitana en función de la relación entre el número de empleos ubicados y de ocupados residentes .....	189
<b>5. Análisis de la organización espacial de los desplazamientos por motivo trabajo en la región metropolitana de Madrid .....</b>	<b>196</b>
<b>5.1. Distribución espacial de los flujos por motivo trabajo. Análisis mediante Matrices Generación – Atracción .....</b>	<b>197</b>
5.1.1. La totalidad de desplazamientos .....	198
5.1.1.1. La totalidad de desplazamientos .....	198
5.1.1.2. Según Zona de Generación de los desplazamientos. Proporción de viajes atraídos por los distintos sectores .....	201
5.1.1.3. Según Zona de Atracción de los desplazamientos. Proporción de viajes generados por los distintos sectores .....	202
5.1.1.4. Caracterización de la distribución espacial del total de flujos por motivo trabajo .....	205
5.1.2. Los desplazamientos peatonales .....	208
5.1.3. Los desplazamientos en medios de transporte público .....	210
5.1.3.1. En volumen .....	210
5.1.3.2. Según Zona de Generación de los desplazamientos. Proporción de viajes atraídos por los distintos sectores .....	213

5.1.3.3. Según Zona de Atracción de los desplazamientos. Proporción de viajes generados por los distintos sectores .....	214
5.1.3.4. Caracterización de la distribución espacial de los flujos en transporte público por motivo trabajo .....	216
5.1.4. Los desplazamientos en transporte privado .....	217
5.1.4.1. En volumen .....	217
5.1.4.2. Según Zona de Generación de los desplazamientos. Proporción de viajes atraídos por los distintos sectores .....	220
5.1.4.3. Según Zona de Atracción de los desplazamientos. Proporción de viajes generados por los distintos sectores .....	222
5.1.4.4. Caracterización de la distribución espacial de los flujos en vehículo propio por motivo trabajo .....	224
5.1.5. Los desplazamientos en otros modos de transporte .....	225
<b>5.2. Polos de atracción y áreas de generación de viajes al trabajo en la región metropolitana de Madrid. Análisis mediante «indicadores absolutos y relativos» de desplazamientos por motivo trabajo .....</b>	<b>226</b>
5.2.1. La generación de desplazamientos por motivo trabajo .....	229
5.2.2. La atracción de desplazamientos por motivo trabajo .....	232
5.2.3. El saldo atracciones – generaciones de viajes por motivo trabajo .....	233
5.2.4. El cociente entre atracciones y generaciones de flujos al trabajo .....	237
<b>5.3. Comparación de los desplazamientos por motivo trabajo efectuados en transporte público y en transporte privado .....</b>	<b>243</b>
5.3.1. Aspectos más relevantes de la estructura espacial de los flujos. Resultados obtenidos de las matrices Generación – Atracción .....	245
5.3.2. Análisis de los principales indicadores de generación y atracción de desplazamientos .....	246
5.3.2.1. Generaciones de viajes al trabajo .....	249
5.3.2.2. Atracciones de viajes por motivo trabajo .....	251
5.3.2.3. Saldo Atracciones– Generaciones de viajes al trabajo .....	254
5.3.2.4. Cociente Atracciones/Generaciones de viajes al trabajo .....	257
5.3.3. El grado de especialización modal en los viajes al trabajo .....	260
5.3.3.1. Coeficiente de especialización en el uso del transporte público .....	262
5.3.3.2. Coeficiente de especialización en el uso del vehículo propio .....	265
5.3.4. El peso del transporte público y el vehículo privado en la generación de desplazamientos según la causa de los mismos .....	267
5.3.5. Conclusiones .....	272

## **PARTE TERCERA**

### **La explicación de la movilidad al trabajo a través de los usos urbanos de residencia y empleo de la población ocupada. Aplicación metodológica al caso de la región metropolitana de Madrid.**

---

<b>6. La configuración espacial de los viajes al trabajo debida a la disposición de los usos residenciales y de actividad económica sobre el territorio. Análisis del agregado metropolitano madrileño en 1988 y 1996 .....</b>	<b>..277</b>
<b>6.1. Análisis de la estructura física de la movilidad al trabajo debida a la organización espacial de los usos urbanos de residencia y empleo .....</b>	<b>...281</b>
<b>6.2. Visión gráfica para la caracterización de los diferentes sectores espaciales de la región metropolitana madrileña en cuanto a la generación/atracción de viajes al trabajo, a partir de la condición residencial/laboral de su estructura interna de usos urbanos .....</b>	<b>...287</b>
6.2.1. El lugar de residencia de la población ocupada y la generación de desplazamientos por motivo trabajo .....	...291
6.2.2. La localización de los puestos de empleo y la atracción de desplazamientos por motivo trabajo .....	...296
6.2.3. El cociente empleos / población ocupada residente y el cociente atracciones / generaciones de flujos .....	...300
<b>6.3. Consideraciones finales: modelización gráfica en la explicación de la estructura espacial de la movilidad al trabajo e implicaciones para una propuesta de acción .....</b>	<b>...305</b>
<b>7. Análisis de regresión en la explicación de la movilidad por motivo trabajo a través de la organización espacial de los usos urbanos de residencia y empleo de la población ocupada. Una aplicación al caso de Madrid .....</b>	<b>...308</b>
<b>7.1. La explicación de la estructura de flujos de transporte por motivo trabajo en 1988 .....</b>	<b>...315</b>
7.1.1. La estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios .....	...315
7.1.2. La estimación por Mínimos Cuadrados Generalizados .....	...326
<b>7.2. La explicación de la estructura de flujos de transporte por motivo trabajo en 1996 .....</b>	<b>...333</b>
7.2.1. La estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios .....	...333
7.2.2. La estimación por Mínimos Cuadrados Generalizados .....	...342
<b>7.3. Principales conclusiones del modelo en la explicación de la estructura de flujos de transporte por motivo trabajo .....</b>	<b>...347</b>

7.4. Aplicación del modelo obtenido a la situación estimada para el año 2001 .....	...355
<b>8. Análisis Cluster en el estudio de la diferenciación espacial de la movilidad por motivo trabajo en la región metropolitana de Madrid en 1988 y 1996 .....</b>	<b>...363</b>
8.1. Caracterización sectorial de los desplazamientos por motivo trabajo en la región metropolitana de Madrid .....	...363
8.2. Valoración de las variables consideradas en el análisis .....	...366
8.3. Desarrollo del proceso de análisis, para la caracterización sectorial de los desplazamientos por motivo trabajo mediante la técnica Cluster .....	...369
8.3.1. Análisis de la situación observada en 1988 mediante distintos procedimientos «jerárquicos» .....	...370
8.3.2. Análisis de la situación observada en 1996 mediante distintos procedimientos «jerárquicos» .....	...375
8.3.3. Ajuste de los resultados obtenidos para la situación observada en 1988, mediante un procedimiento cluster «no jerárquico» .....	...379
8.3.4. Ajuste de los resultados obtenidos para la situación observada en 1996, mediante un procedimiento cluster «no jerárquico» .....	...383
8.3.5. Interpretación de los conglomerados resultantes, según la solución adoptada para 1988 y análisis de sus centroides .....	...387
8.3.6. Interpretación de los conglomerados resultantes, según la solución adoptada para 1996 y análisis de sus centroides, en comparación con los resultados obtenidos a partir de los datos de 1988 .....	...393
8.3.7. Valoración de la estructura de la movilidad por motivo trabajo en la región metropolitana de Madrid en 1988 y 1996 .....	...396

## **PARTE CUARTA**

### **La necesidad de acción en el intento de aliviar el problema del tráfico urbano en la región metropolitana de Madrid.**

---

<b>9. Propuestas de actuación sobre el sistema de transporte metropolitano a través de la ordenación territorial en la Comunidad de Madrid .....</b>	<b>...399</b>
9.1. La estrategia de planificación integrada del territorio y el transporte .....	...400
9.1.1. Singularidades de la planificación territorial en España y particularidades del caso madrileño .....	...409
9.1.2. Medidas de acción en el desarrollo de una estrategia integrada en materia de suelo y transporte urbano para el agregado metropolitano madrileño .....	...415



9.1.2.1. El control de los precios del suelo .....	417
9.1.2.2. La descentralización del empleo y la creación de un espacio metropolitano policéntrico .....	420
9.1.2.3. La constitución de un espacio metropolitano menos zonificado en funciones y usos urbanos .....	425
9.1.2.4. El modelo espacial resultante de la efectiva aplicación de la estrategia de planificación integrada .....	430
9.1.3. Requisitos para el desarrollo de las líneas de acción de planificación integrada .....	431
<b>9.2. Planteamientos de la UE respecto de la acción de planificación integrada en los espacios urbanos y metropolitanos europeos .....</b>	<b>440</b>
<b>9.3. Análisis de los principales instrumentos de planificación territorial existentes en la Comunidad de Madrid, en relación con la propuesta de planificación integrada .....</b>	<b>454</b>
<b>9.4. Valoración de la situación actual observada, en referencia al sistema de transportes y la estructura urbana de usos del suelo en la región metropolitana de Madrid .....</b>	<b>460</b>
9.4.1. La planificación y la inversión en el sistema metropolitano de transportes .....	460
9.4.2. La planificación y gestión del crecimiento urbano .....	465
<b>9.5. El necesario desarrollo de una estrategia de planificación integrada en la Comunidad de Madrid .....</b>	<b>479</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>483</b>
<b>Guía para la expresión en euros de las cifras señaladas en pesetas .....</b>	<b>509</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>514</b>
<b>Fuentes .....</b>	<b>537</b>

### PARTE TERCERA.

**L**A EXPLICACIÓN DE LA MOVILIDAD AL TRABAJO A TRAVÉS DE LOS USOS URBANOS DE RESIDENCIA Y EMPLEO DE LA POBLACIÓN OCUPADA. APLICACIÓN METODOLÓGICA AL CASO DE LA REGIÓN METROPOLITANA DE MADRID

## 6. LA CONFIGURACIÓN ESPACIAL DE LOS VIAJES AL TRABAJO DEBIDA A LA DISPOSICIÓN DE LOS USOS RESIDENCIALES Y DE ACTIVIDAD ECONÓMICA SOBRE EL TERRITORIO. ANÁLISIS DEL AGREGADO METROPOLITANO MADRILEÑO EN 1988 Y 1996

La organización física de los usos del suelo genera un esquema concreto de movilidad sobre el espacio; la disposición de los usos residenciales y de los puestos de empleo en el caso de los desplazamientos por motivo trabajo. *“El carácter esencial que juega la estructura de usos del suelo de la ciudad reside en la forma en que influye en su sistema de transporte”* (NEWMAN, P., & KENWORTHY, J., 1999: xiii-xiv). Como se vio en el capítulo 2, existe una clara interdependencia entre la estructura espacial de usos urbanos y el modelo territorial de movilidad, produciéndose una continuada influencia recíproca entre ambos elementos a lo largo del tiempo. En el capítulo 4 se profundizó en la particular distribución de las viviendas y los centros de trabajo en la región metropolitana de Madrid, contrastando el carácter «residencial», «laboral» o «equilibrado» de los diferentes sectores que la componen. A continuación, en el capítulo quinto se analizó el conjunto de desplazamientos por motivo trabajo que diariamente se producen en el seno de este concreto marco espacial, distinguiendo las principales áreas de generación de este tipo de viajes, los focos de atracción de los mismos y las zonas más equilibradas.

Siguiendo, entonces, el razonamiento expuesto en el capítulo 2, la organización física de la movilidad al trabajo se derivaría de la concreta estructura de los usos residenciales y laborales en el espacio y de las necesarias relaciones que los vinculan, de la misma manera que dicha estructura espacial, en gran medida, se habría

desarrollado a partir de un modelo de transporte urbano específico y evolucionaría en función de los continuados cambios introducidos en el sistema de transporte. Los flujos al trabajo que diariamente tienen lugar en el agregado metropolitano de Madrid, y que constituyen el principal motor generador de congestión del tráfico, son el resultado del específico patrón territorial de usos residenciales y empleos existente en el mismo. *“El crecimiento de la movilidad, tanto en vehículo privado como en transporte público - que es consecuencia del modelo de localización y del empleo- y las características peculiares del sistema de desplazamientos madrileño -marcadamente radial- han dado lugar a la aparición de los problemas de tráfico y transportes que hoy padece la ciudad”* (REVENGA, J., 1991: 168).

Desde el momento en que se define «movilidad», haciendo referencia a las actividades sociales que la explican, según recoge el capítulo 3, se está poniendo de relieve el efecto de la estructura de usos urbanos sobre el esquema espacial de flujos de transporte, ya que, según sea la disposición física de las actividades en el territorio, la cual se representa mediante una concreta organización de los usos del suelo sobre los que las mismas se desarrollan, así será la configuración espacial de los desplazamientos resultantes. En este sentido, Renato Rozzi ofrece una definición muy interesante del tráfico, entendiéndolo que *“no es más que la expresión de los lazos funcionales que se establecen entre las múltiples actividades, o sistemas de actividad, que constituyen un conjunto urbano, y las modalidades del movimiento del tráfico no son sino el reflejo de las formas económicas, sociales, institucionales y territoriales, de acuerdo con las cuales están organizados los individuos y las actividades. [...] este complejo conjunto de factores y relaciones puede ser encontrado a través de los usos del suelo”* (ROZZI, R., 1971: 84).

Esta relación directa se reafirma y reajusta continuamente, según entienden Mitchell y Rapkin, de manera tal que *“las variaciones que se producen a lo largo del tiempo en los diversos tipos de actividades que se llevan a cabo en las ciudades, son factores muy importantes en las relaciones entre el movimiento y la dinámica del uso del suelo. Los cambios en las actividades y en los establecimientos que las desempeñan alteran los sistemas de acción y sus correspondientes sistemas de movimiento”*

(MITCHELL, R.B. & RAPKIN, C., 1954: 60). Sin embargo, y volviendo a las ideas expuestas por estos autores y recogidas en el capítulo 2, también *“los cambios en el tipo de movimiento de una determinada vía de comunicación son una de las consecuencias de las alteraciones en el modelo de utilización del suelo”* (MITCHELL, R.B & RAPKIN, C., 1954: 64).

De forma muy sintética, expresa la misma idea Harry Ward Richardson, para quien *“el cambio urbano (expansión urbana, cambios en la localización) repercute considerablemente en el desplazamiento al trabajo y sobre el sistema de transportes en su conjunto”* (RICHARDSON, H.W., 1975b: 123). Renato Rozzi considera este aspecto temporal uno de los elementos fundamentales en la planificación de los transportes, comprendiendo que *“la manera en que influirán los cambios en la configuración espacial de los usos del suelo sobre la estructura territorial de los desplazamientos es una pregunta clave”* (ROZZI, R., 1971: 85).

La manifestación patente de este hecho en la realidad urbana tiene que ver con el tradicional proceso de crecimiento urbano -en extensión y población-, caracterizado por la descentralización de la función residencial hacia zonas de menor densidad y la creciente importancia del centro como área de concentración laboral, lo que ha implicado una polarización espacial de los flujos de transporte y un aumento de la distancia media de los recorridos (Vide RICHARDSON, H.W., 1975b: 124). *“Con la descentralización, la corriente intraurbana de tráfico se vuelve mucho más compleja, con más tráfico radial y desplazamientos transversales”* (RICHARDSON, H.W., 1975b: 77).

En lo que se refiere a la movilidad por motivo trabajo, y como se dijo en el capítulo 4, la actividad social que impulsa la realización del desplazamiento es precisamente la necesidad de la población de acudir a su puesto de trabajo, para realizar su función laboral - productiva. Sin embargo, esta circunstancia es aún más relevante; la verdadera cuestión del transporte urbano, en su conjunto, reside en la estructura espacial de los usos residenciales y laborales, debido a que la misma configura la morfología de la principal corriente de flujos urbanos en medios mecanizados.

.. “Las transferencias entre unidades de consumo (residencia) y de producción y gestión (trabajo) representan la cantidad más importante y, a causa de su concentración en el tiempo y en el espacio, van a determinar la estructura de la red de circulación” (CASTELLS, M., 1976: 238). Es más, “no es exagerado afirmar que el problema del transporte urbano surge al separar el hogar y el puesto de trabajo” (RICHARDSON, H.W., 1975b: 123). A este respecto, cabe señalar que la organización de los usos del suelo genera un determinado volumen de flujos, que se incrementa al aumentar la separación entre actividades interrelacionadas, de manera especial en lo que se refiere al alejamiento entre los centros de empleo y las viviendas (Vide OWEN, W., 1966: 189). Por todo ello, “es obvio que el volumen y la distribución de los habitantes son los factores esenciales en los transportes, junto con el sitio de trabajo” (LÓPEZ GÓMEZ, A., 1983: 170). La cuestión fundamental para entender el fenómeno de la movilidad urbana consiste, en consecuencia, en identificar dónde reside y trabaja la población (vide MEURS, H. & HAAIJER, R., 2001: 430). De ahí, que sea indispensable el análisis detallado de la organización física del espacio residencial y de empleo, para el estudio y planificación del sistema urbano de transportes. “La localización de las zonas residenciales y de los puestos de empleo [...] es el elemento esencial para el estudio de la demanda de transporte” (VALERO CALVETE, 1970: 44). También lo entiende así Renato Rozzi, quien manifiesta que “el uso del suelo determina la demanda de transporte generada” (ROZZI, R., 1971: 85). Javier Asensio y Anna Matas defienden que “La influencia de la forma urbana sobre la demanda de transporte se produce tanto en términos de los patrones de desplazamientos metropolitanos, dando lugar a distintos orígenes y destinos de los viajes, como del reparto modal” (ASENSIO, J. & MATAS, A., 1999:178).

Paolo Ceccarelli precisa con gran acierto todo este desarrollo argumental, al indicar que “el volumen de tráfico generado y atraído por una zona concreta puede definirse por un cierto número de viajes que se realizan para satisfacer determinadas funciones. Definiendo el tipo de relación existente entre una determinada función o actividad que, en términos territoriales, se expresa mediante el «uso del suelo» y el número y carácter de los desplazamientos que se verifican por y para ella, tendría que

*poderse elaborar un cuadro de los flujos de tráfico en un determinado territorio y, además planificar el tráfico a través de la reglamentación y redistribución de los usos del suelo” (CECCARELLI, P., 1971: XVIII - XIX).*

Como alternativa, en la era actual *“la revolución tecnológica informacional y la globalización de la economía y la comunicación [en la que] las nuevas tecnologías de información permiten la articulación de procesos sociales a distancia [...] [incluyendo] el tele-trabajo” (BORJA, J. & CASTELLS, M., 1997: 11, subr. mío),* podría reducir considerablemente las necesidades de desplazamiento debidas a la separación del lugar de residencia y de trabajo de la población, identificándose ambos en gran número de casos. Sin embargo en la actualidad, a pesar de observarse un número creciente de casos, no pasa de ser una situación minoritaria. De hecho *“resulta imposible prever la incidencia de las telecomunicaciones en la movilidad cotidiana, de aquí a treinta años, con una confianza suficiente como para integrar la política de oferta de telecomunicaciones como variable exógena en la previsión de la demanda de transportes” (CLAISSE, G. & ROWE, F., 1996: 73),* con lo que de momento, no parece poderse plantear a gran escala un acercamiento virtual de ambos usos urbanos.

### **6.1. Análisis de la estructura física de la movilidad al trabajo debida a la organización espacial de los usos urbanos de residencia y empleo**

Asumiendo estos planteamientos y aceptando que *“[...] cada tipo de uso del suelo está caracterizado por una determinada generación de tráfico y que la redistribución de ésta depende de la configuración de los usos del suelo” (ROZZI, R., 1971: 85),* de forma específica en lo que se refiere a los desplazamientos al trabajo, se concluye en el presente apartado con la interpretación de las variables espaciales que definen la configuración espacial de los mismos, de modo que se puede caracterizar los distintos sectores integrantes de la región metropolitana madrileña como «áreas de generación» o «polos de atracción» de viajes, en función de su condición «residencial» o «laboral» respectivamente.

Por tanto, y considerando, como se ha dicho, la relevancia de la estructura espacial de los usos residenciales y laborales en la configuración de la corriente más importante de flujos urbanos en medios mecanizados, la planificación de la movilidad por motivo trabajo y del sistema de transporte en su conjunto debe afrontarse a partir del análisis de la organización de los usos de vivienda y empleo y de la propia acción de ordenación de los mismos dentro de la estructura general del espacio metropolitano.

Los pasos de este proceso, en opinión de Rozzi, deben consistir, tras un estudio inicial de las generaciones y atracciones de viajes en las distintas unidades, en que se haya dividido el espacio de referencia, en un examen que permita una correcta identificación de la estructura de usos del suelo, del que se derive el cálculo de ciertos índices de generación y atracción del tráfico, correspondientes a los distintos usos urbanos, continuando con una previsión de la distribución futura de los mismos, que faculte la elaboración de modelos de tráfico correspondientes a los futuros usos del suelo esperados (Vide ROZZI, R., 1971: 87).

De esta manera, *“si pudiese definirse un esquema futuro del uso del suelo, podría deducirse el modelo de tráfico resultante y proyectar un sistema adecuado de transporte”* (MCLOUGHLIN, J.B., 1971: 83-84). John W. Dickey afirma esta posibilidad, manifestando que, como *“las hipótesis de los estudios sobre estimación de viajes se centran en la existencia de la relación cuantificable entre la organización de los usos urbanos y el tráfico total y su distribución, y en que, como el uso del suelo puede ser previsto con cierta seguridad, las demandas futuras de tráfico también pueden predecirse”* (DICKEY, J.W., 1977: 216). Así, *“una vez sentadas las bases que permiten realizar con garantías previsiones sobre el futuro uso de suelo, podemos hacer previsiones sobre el tráfico, sin más que transferir al modelo de uso futuro los índices de generación de tráfico pertenecientes a cada uno de los actuales tipos de uso”* (ROZZI, R., 1971: 87). Harry W. Richardson va aún más lejos, considerando que los mayores esfuerzos deben centrarse en la previsión de la futura estructura de los usos de vivienda y empleo. Sus efectos directos sobre el patrón de desplazamientos urbanos son tan claros que *“si se pudieran predecir las densidades residenciales y la localización y*



*el esquema de las actividades, sería posible predecir también el volumen futuro de tráfico” (RICHARDSON, H.W., 1975b: 126). La misma idea plantea Javier Valero Calvete, aunque incidiendo esencialmente en la disposición espacial de los centros de actividad económica. Por ello, señala que para conocer la demanda de transporte y predecir su evolución futura, un indicador fundamental es la localización de los puestos de trabajo, siendo preciso el conocimiento de su número (volumen), distribución espacial y clasificación por sectores (Vide VALERO CALVETE, 1970: 44).*

Pues bien, el procedimiento adecuado para la óptima previsión de la futura disposición física de los usos del suelo, en general, y de las viviendas y centros de trabajo, en particular, que permitiera efectuar una correcta estimación de los flujos de transporte esperados, debiera consistir, como indica Wilfred Owen, en una conveniente planificación territorial y urbana. *“La principal forma de actuar sobre el tamaño de la demanda de transporte es mediante la planificación del uso del suelo, la cual establece el modelo de crecimiento urbano y la localización, dimensión y uso de estructuras urbanas, control de la demanda de servicios públicos y de la base de la generación de tráfico” (OWEN, W., 1966: 188). Este mismo planteamiento está contenido en la afirmación de Paolo Ceccarelli anteriormente destacada, cuando señalaba que “[...] tendría que poderse elaborar un cuadro de los flujos de tráfico en un determinado territorio y, además planificar el tráfico a través de la reglamentación y redistribución de los usos del suelo” (CECCARELLI, P., 1971: XVIII - XIX). Es decir, Ceccarelli está advirtiendo que la previsión de los futuros flujos de tráfico y la planificación del sistema de transporte en su conjunto debe fundamentarse en una decidida acción de ordenación del territorio.*

Alfonso Sanz Alduán y Antonio Estevan Estevan en su propuesta de «Programa de estabilización ecológica del transporte», como instrumento de acción para una necesaria nueva cultura del transporte, insisten a mediados de los noventa en esta idea, de manera que *“el ámbito de la planificación urbanística y territorial es determinante en la generación de la demanda de transporte. Es necesario por consiguiente, hacer uso intensivo de las posibilidades de la planificación espacial para reducir las*

*necesidades de movilidad motorizada* (SANZ ALDUÁN, A. & ESTEVAN ESTEVAN, A., 1996, 249).

De la misma manera, el gobierno británico, en la Policy Planning Guidance 13, directriz que establece las líneas de actuación que han de adoptar las administraciones locales en materia de transporte y cuyo principio fundamental lo constituye la planificación integrada de los usos del suelo y los transportes, destaca que *“estableciendo el modelo de desarrollo y determinando la localización, escala, densidad, diseño y mezcla de usos urbanos, la planificación puede ayudar a reducir la necesidad de movilidad, disminuyendo la longitud de los desplazamientos y haciendo más seguro y sencillo para la población el acceso a los centros de trabajo, espacios comerciales, de ocio y demás servicios en medios de transporte público, andando o en bicicleta”* (OFFICE OF THE DEPUTY PRIME MINISTER [en línea], 2002: 1)

Además, el urbanismo, como doctrina de planificación y gestión del desarrollo del espacio urbano, en su tratamiento del problema del transporte, defiende como principio básico que el tráfico pueda ser manejado mediante un control y un reajuste de los usos del suelo que representan los destinos y los propósitos de los transportes (Vide DICKMAN, J.W., 1971: 5).

Por ello, en última instancia, *“la causa básica de la congestión es la ausencia de una planificación apropiada del uso del suelo”* (OWEN, W., 1966: 195-196). En este sentido, debe tenerse presente que no se conseguirá nada, si los desarrollos urbanos previstos no son planificados considerando sus posibles efectos sobre la movilidad (Vide OWEN, W., 1966: 196). Basándose en su análisis de la realidad del transporte urbano, Wilfred Owen constata que *“las ciudades planificadas, a pesar de contar con una proporción menor de espacio dedicada a viario, sufren una menor congestión, debido a que las relaciones entre usos del suelo ofrecen un acceso más fácil, los viajes son más cortos y hay una considerable dependencia de los desplazamientos peatonales”* (OWEN, W., 1972: 83).

En definitiva, la propia ausencia de una planificación racional de los usos urbanos ha conducido al proceso de concentración de las actividades económicas en los centros urbanos y de dispersión residencial, ocupando las zonas exteriores de los espacios metropolitanos. De este proceso se ha derivado, en consecuencia, un incremento del volumen y longitud de los desplazamientos diarios efectuados, dando lugar a la aparición de la congestión en el acceso a los núcleos de actividad, caso de la región metropolitana de Madrid. Cuanto mayor sea la distancia que separa las áreas residenciales del centro urbano, mayor será la intensidad de los desplazamientos centrípetos al trabajo, hecho que se debe a la escasa densidad de puestos de empleo en las zonas exteriores (Vide DANIELS, P.W. & WARNES, A.M., 1983: 244). Manuel Castells, destaca este hecho a principios de la década de los setenta en el caso de la región metropolitana de París, donde “[...] *la repartición espacial de los empleos y de las residencias determina importantísimos flujos migratorios cotidianos entre el centro de la aglomeración y la ‘periferia’.*[...] *Dada la concentración de las actividades, la dispersión de las residencias y la ‘viscosidad’ particular del centro de París, el medio de transporte adecuado es sin duda alguna el ferrocarril metropolitano (bajo sus diversas formas)*” (CASTELLS, M., 1976: 239, subr. mío).

Esta estructura espacial de usos urbanos se ha derivado, entonces, de la interacción de las fuerzas de la accesibilidad, las externalidades urbanas y ambientales y la organización jerárquica de la sociedad. Aunque la localización de los usos urbanos estuviera motivada exclusivamente por consideraciones relativas a la accesibilidad, las pautas de movilidad que resultaran manifestarían una situación del tráfico ineficiente. Según este supuesto, todo establecimiento -espacio en que se desarrolla una actividad humana cualquiera- en su relación con otros establecimientos, efectuaría diversos desplazamientos, tratando que los mismos le supusieran el menor esfuerzo -fueran lo más escasos posible en número, cortos en distancia, breves en tiempo, económicos en costes...-, para lo cual trataría de hallar el emplazamiento que le permitiera optimizar, en función del nivel de accesibilidad general, el sistema de movimientos que precisara realizar. Sin embargo, en la mayoría de las ocasiones ello no sería factible, debido a diversos obstáculos, como la escasez y limitación de espacio, los elevados precios o rentas del suelo, la competencia de otros usos urbanos similares o diferentes, las

restricciones legales al uso del suelo<sup>1</sup>..., con lo que la localización del establecimiento sería distinta y, de esta manera, se configuraría en su conjunto una estructura espacial de establecimientos, que daría lugar a un sistema de movimientos muy distinto del óptimo.

Mediante una acción decidida de planificación espacial, entonces, podría actuarse sobre el esquema global de accesibilidades en el territorio, incidiendo en los elementos que determinan las grandes diferencias de accesibilidad entre zonas, con objeto de equilibrar el espacio general. Pues bien, la acción conjunta, sobre las decisiones de localización, de las «fuerzas» de la accesibilidad, las externalidades urbanísticas y medioambientales y la organización jerárquica de la sociedad, introduciría una mayor complejidad aún en la organización física del espacio, lo que haría necesaria una planificación más amplia y rigurosa.

En el caso de la región metropolitana de Madrid, según estos planteamientos, podría explicarse la organización física de la movilidad por motivo trabajo y el esquema espacial de circulación urbana en su conjunto, a través del análisis de la particular estructura de usos residenciales y de empleo. De esta manera, constatando este hecho, se estaría facultando la posibilidad de prever la distribución de los futuros flujos de transporte al trabajo en el seno del agregado metropolitano de Madrid. Este hecho destaca la importancia que debiera concederse, entonces, a la planificación urbana y territorial (regional) que haya de elaborarse y aplicarse. La manera de afrontar los problemas del transporte urbano en la región metropolitana madrileña debiera plantearse a partir de una estrategia planificadora, que reequilibrase el espacio metropolitano y completarse con políticas complementarias en materia de infraestructuras de transporte, prestación de servicios públicos de transporte y gestión de la circulación y el aparcamiento.

John W. Dickey, en su manual del tráfico urbano, destaca la similitud encontrada en el análisis gráfico de los diagramas de destinos de viajes diarios y de

---

<sup>1</sup> Circunstancias que introducen elementos relativos a las externalidades urbanísticas - ambientales en la organización espacial de los usos urbanos.

metros cuadrados de superficie edificada de actividades económicas, indicando la manera en que la organización espacial de éstos define el volumen y disposición territorial de aquéllos (Vide DICKEY, J.W., 1977: 216).

## **6.2. Visión gráfica para la caracterización de los diferentes sectores espaciales de la región metropolitana madrileña en cuanto a la generación/atracción de viajes al trabajo, a partir de la condición residencial/laboral de su estructura interna de usos urbanos**

En una línea similar a la propuesta por Dickey, puede llevarse a cabo un análisis, a partir de los datos contenidos en las encuestas de movilidad de la Comunidad de Madrid. La disponibilidad de los datos procedentes de las dos últimas (1988 y 1996) -elaboradas por el Consorcio de Transportes de Madrid, homogéneas en la división sectorial realizada y en la definición de la «región metropolitana de Madrid» como agrupación espacial metropolitana de dimensiones superiores a las de la tradicional área metropolitana funcional- permite realizar este análisis en dos fechas distintas distantes en el tiempo. En el estudio de la estructura espacial de los usos residenciales y de actividad económica realizado en el capítulo 4, se utilizaron los datos obtenidos por dichas fuentes, relativos a puestos de empleo localizados y población ocupada residente en los nueve sectores en que se desagrega el espacio de referencia. De las mismas se extrajo también la información con la que se elaboró el capítulo 5, respecto del análisis de los viajes al trabajo generados y captados por cada sector metropolitano. Por tanto, es necesario remitirse a ambos, a la hora de tratar de explicar la distribución espacial de los viajes al trabajo, a partir de la estructura física de los usos residenciales y laborales.

En esta relación explicativa de la movilidad al trabajo por parte de la estructura de viviendas y centros de actividad económica en el espacio, el primer aspecto significativo consiste en que, como se ha realizado en el capítulo anterior, se ha definido el «desplazamiento» de acuerdo con su punto de partida (zona de generación) y fin (área de atracción), entendiéndose que, al tratarse de movimientos motivados por la

necesidad de desarrollar una actividad laboral, el primero consiste en una vivienda y el segundo en un puesto de trabajo.

Antes de continuar, debe aclararse que el análisis de generaciones y atracciones de viajes empleado -en los términos metodológicos utilizados por el Consorcio de Transportes de Madrid- considera que todo punto del espacio del que parte un desplazamiento genera dos viajes, el propio que se ha iniciado en él y el de regreso. En el caso de la movilidad por motivo trabajo, se contabilizaría en el sector espacial donde estuviera localizada la vivienda la generación de dos desplazamientos, uno desde el lugar de residencia hacia el puesto de trabajo y otro de vuelta al hogar. Por el mero hecho de residir en una zona concreta del espacio, ésta está generando, cuando menos, dos viajes por motivo trabajo. La contrapartida, dos desplazamientos atraídos, se encuentra, entonces, en el área dónde esté ubicado el lugar de trabajo. Hay que considerar que también, en casos, se producirán cuatro desplazamientos por motivo trabajo, al acudir al lugar de residencia a comer y regresar de nuevo a trabajar por la tarde, habida cuenta de la frecuente jornada laboral partida. En este caso, se debieran contabilizar cuatro generaciones en el área donde estuviera localizada la vivienda y cuatro atracciones en la zona que albergara el centro de trabajo. De hecho, comparando el volumen de viajes generados y de población ocupada residente, puede observarse que el primero es levemente superior a dos veces el segundo, como se aprecia en el Cuadro 6.1, indicando que la mayor parte de las personas ocupadas realizan dos desplazamientos diarios por motivo trabajo, pero una pequeña proporción lleva a cabo cuatro viajes. En conclusión, podría decirse que cada ocupado residente en un sector genera cada día, como media, algo más de dos viajes al trabajo. Del lado contrario, el número de desplazamientos atraídos es ligeramente superior al doble del número de empleos existentes, con lo que se podría entender que cada puesto de trabajo atrae, como media, poco más de 2 viajes al trabajo diariamente.

Esta manera de contabilizar los flujos de transporte permite apreciar la verdadera entidad de cada sector espacial, en cuanto a su capacidad de generar o atraer desplazamientos por motivo trabajo, evitando en el estudio de la totalidad de viajes efectuados el efecto «perverso» del análisis origen - destino, que, al considerar en los

desplazamientos de vuelta los orígenes y destinos de manera inversa a los de ida, termina por cuasi-equilibrar el número de viajes originados y destinados en cada sector, desvirtuando, de esta manera, la verdadera magnitud y la particular idiosincrasia de la disposición espacial de los flujos de transporte por motivo trabajo.

**Cuadro 6.1: Desplazamientos al trabajo efectuados, población ocupada residente y puestos de trabajo existentes en la región metropolitana de Madrid**

1988			1996		
Viajes generados (G)	Población ocupada residente (POR)	G / POR	Viajes generados (G)	Población ocupada residente (POR)	G / POR
3.295.961	1.460.316	2,257	3.750.104	1.725.805	2,173

1988			1996		
Viajes atraídos (A)	Puestos de empleo (E)	A / E	Viajes atraídos (A)	Puestos de empleo (E)	A / E
3.295.961	1.421.018	2,319	3.750.104	1.711.256	2,191

Fuente: CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID: Encuesta Domiciliaria de Movilidad de Madrid 1996 y Encuesta de Movilidad Metropolitana de Madrid 1988.

Con arreglo a los planteamientos expuestos a lo largo del presente capítulo, se considera que en cada sector de la región metropolitana de Madrid, el número de ocupados residentes explica y determina el volumen de viajes al trabajo generados y el número de empleos existentes la cantidad de desplazamientos por motivo trabajo atraídos. En este análisis explicativo del esquema espacial de la movilidad al trabajo, a través de la organización física de los usos del suelo relacionados con las actividades de residencia y empleo, puede comenzarse por indagar de manera individualizada, por un lado en la relación directa entre el volumen de ocupados que residen en cada sector, como expresión de la entidad de los usos residenciales, y el número de desplazamientos al trabajo generados en el mismo. De otra parte, entre la cantidad de viajes por motivo trabajo recibidos por cada unidad espacial y el volumen de empleos localizados en ella, como representación de la importancia de los usos de actividad económica.

Para continuar, puede realizarse un análisis integrado, el resultado del cual consistiría en poder identificar todo sector con un carácter «residencial» marcado, dado el predominio de ocupados residentes sobre empleos ubicados, como «área generadora»

de desplazamientos al trabajo, por producir más viajes de los que atrae. Del mismo modo, toda zona definida por su carácter «laboral», debido al mayor número de puestos de empleo que de población ocupada, sería definida como «polo de atracción» de viajes por motivo trabajo.

Para estudiar la vinculación entre ocupados residentes y desplazamientos generados, se ha contrastado el peso de ambas variables para cada sector espacial sobre el conjunto de la región metropolitana, procediendo de idéntica forma en el caso de la relación entre empleos existentes y viajes atraídos. Ello puede realizarse mediante un mero examen gráfico basado en los datos contenidos en los Cuadros 6.2 y 6.3.

**Cuadro 6.2: Población ocupada residente y desplazamientos al trabajo generados por sectores en la región metropolitana de Madrid**

Sectores espaciales	Encuesta de Movilidad 1988				Encuesta de Movilidad 1996			
	Población ocupada residente (POR)		Viajes generados (G)		Población ocupada residente (POR)		Viajes generados (G)	
	Volumen	peso % S/Total	Volumen	peso % S/Total	Volumen	peso % S/Total	Volumen	peso % S/Total
Almendra	336.871	23,07%	822.263	24,95%	326.027	18,89%	731.610	19,51%
Periferia Norte	70.024	4,80%	147.595	4,48%	75.119	4,35%	160.558	4,28%
Periferia Oeste	34.592	2,37%	80.709	2,45%	37.830	2,19%	83.042	2,21%
Periferia Sur	323.145	22,13%	706.681	21,44%	336.905	19,52%	725.678	19,35%
Periferia Este	213.454	14,62%	482.936	14,65%	230.603	13,36%	511.438	13,64%
<b>Total Perifer.</b>	<b>641.215</b>	<b>43,91%</b>	<b>1.417.921</b>	<b>43,02%</b>	<b>680.457</b>	<b>39,43%</b>	<b>1.480.716</b>	<b>39,48%</b>
C. Metr. Norte	56.487	3,87%	125.346	3,80%	85.480	4,95%	191.236	5,10%
C. Metr. Oeste	48.517	3,32%	103.875	3,15%	108.076	6,26%	212.776	5,67%
C. Metr. Sur	261.539	17,91%	566.219	17,18%	362.650	21,01%	783.213	20,89%
C. Metr. Este	115.687	7,92%	260.337	7,90%	163.115	9,45%	350.553	9,35%
<b>Total C.Metr.</b>	<b>482.230</b>	<b>33,02%</b>	<b>1.055.777</b>	<b>32,03%</b>	<b>719.321</b>	<b>41,68%</b>	<b>1.537.778</b>	<b>41,01%</b>
<b>Total R.Metr.</b>	<b>1.460.316</b>	<b>100,00%</b>	<b>3.295.961</b>	<b>100,00%</b>	<b>1.725.805</b>	<b>100,00%</b>	<b>3.750.104</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID: Encuesta Domiciliaria de Movilidad de Madrid 1996 y Encuesta de Movilidad Metropolitana de Madrid 1988.

Este procedimiento permite, entonces, comparar la desagregación espacial de la población ocupada de la región metropolitana de Madrid, en función de su lugar de residencia, con la división territorial de los viajes al trabajo en cuanto a su lugar de generación. Del otro lado, idéntico proceso comparativo puede realizarse al respecto de los puestos de trabajo dispuestos en los distintos sectores integrantes del espacio



metropolitano y los desplazamientos por motivo trabajo en lo que a sus lugares de atracción se refiere.

**Cuadro 6.3: Empleos existentes y desplazamientos al trabajo atraídos por sectores en la región metropolitana de Madrid**

Sectores espaciales	Encuesta de Movilidad 1988				Encuesta de Movilidad 1996			
	Puestos de empleo (E)		Viajes atraídos (A)		Puestos de empleo (E)		Viajes atraídos (A)	
	Volumen	peso % S/Total	Volumen	peso % S/Total	Volumen	peso % S/Total	Volumen	peso % S/Total
Almendra	660.532	46,48%	1.549.801	47,02%	686.919	40,14%	1.495.821	39,89%
Periferia Norte	51.973	3,66%	112.904	3,43%	68.505	4,00%	144.363	3,85%
Periferia Oeste	64.249	4,52%	140.506	4,26%	72.756	4,25%	155.774	4,15%
Periferia Sur	168.113	11,83%	390.062	11,83%	187.927	10,98%	418.710	11,17%
Periferia Este	148.985	10,48%	331.110	10,05%	179.657	10,50%	386.327	10,30%
<b>Total Perifer.</b>	<b>433.320</b>	<b>30,49%</b>	<b>974.582</b>	<b>29,57%</b>	<b>508.845</b>	<b>29,74%</b>	<b>1.105.174</b>	<b>29,47%</b>
C. Metr. Norte	44.455	3,13%	103.476	3,14%	80.296	4,69%	179.683	4,79%
C. Metr. Oeste	41.063	2,89%	91.789	2,78%	78.266	4,57%	162.241	4,33%
C. Metr. Sur	146.577	10,31%	348.481	10,57%	219.480	12,83%	501.111	13,36%
C. Metr. Este	95.071	6,69%	227.832	6,91%	137.450	8,03%	306.074	8,16%
<b>Total C.Metr.</b>	<b>327.166</b>	<b>23,02%</b>	<b>771.578</b>	<b>23,41%</b>	<b>515.492</b>	<b>30,12%</b>	<b>1.149.109</b>	<b>30,64%</b>
<b>Total R.Metr.</b>	<b>1.421.018</b>	<b>100,00%</b>	<b>3.295.961</b>	<b>100,00%</b>	<b>1.711.256</b>	<b>100,00%</b>	<b>3.750.104</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID: Encuesta Domiciliaria de Movilidad de Madrid 1996 y Encuesta de Movilidad Metropolitana de Madrid 1988.

### 6.2.1. El lugar de residencia de la población ocupada y la generación de desplazamientos por motivo trabajo

Según se vio en el capítulo anterior, es en las zonas con mayor volumen de población donde mayor número de desplazamientos al trabajo, en términos absolutos, se generan. De la misma manera, estas áreas -consideraciones demográficas aparte- cuentan con los mayores volúmenes de población ocupada. De esta forma, en el año 1988 eran la Almendra Central y los sectores del Sur de la periferia y la corona metropolitana las unidades espaciales más pobladas, con mayor volumen de ocupados residentes y mayor cantidad de viajes generados. El área central del municipio de Madrid albergaba al 23,07% de los ocupados residentes en la región metropolitana de

Madrid y, fruto de ello, diariamente era el lugar donde se generaba el 24,95% de los desplazamientos por motivo trabajo.

La periferia Sur era la zona de residencia del 22,13% de la población ocupada del agregado metropolitano madrileño y, así, en ella se generaba cada día el 21,44% del total de viajes por motivo trabajo del mismo. Por su parte, en la zona Sur de la corona metropolitana residía el 17,91% de la población ocupada y producía consecuentemente el 17,18% de los viajes totales al trabajo.

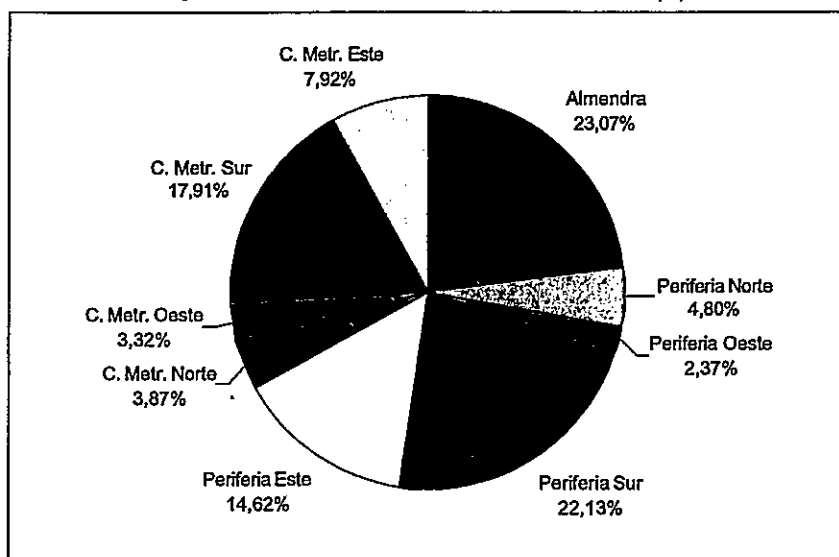
En el extremo contrario, las áreas con menor número de habitantes, esto es, las del Norte y Oeste de la periferia y la corona metropolitana, eran las que generaban los menores volúmenes de desplazamientos al trabajo y las que albergaban las menores proporciones de ocupados residentes. Del mismo modo que en el caso de los sectores espaciales de mayor peso demográfico, en estas áreas las proporciones de ocupados residentes y de viajes generados sobre el total de la región metropolitana madrileña eran muy similares. Idéntico hecho se constata también en los restantes casos, intermedios en cuanto a su importancia demográfica. Como se puede apreciar, comparando las dos figuras que integran el Gráfico 6.1, la división por sectores territoriales de la población ocupada en la región metropolitana, según su lugar de residencia, es similar a la distribución porcentual de los desplazamientos al trabajo, según su zona de generación.

Asimismo, con los datos de 1996 se observa también una enorme semejanza en la representación gráfica de la distribución espacial de los ocupados residentes y de los flujos de transporte al trabajo generados en el agregado metropolitano madrileño, como recoge el Gráfico 6.2. En cada zona en que se ha dividido dicho marco de referencia, el número de habitantes ocupados representaba una proporción, sobre la totalidad de la población ocupada de la región metropolitana de Madrid, prácticamente igual a la que suponía el número de viajes por motivo laboral que dicha zona generaba, sobre el total de viajes al trabajo efectuados diariamente en la región metropolitana. Las unidades espaciales que contaban con mayores volúmenes de población ocupada eran las que generaban los principales flujos de transporte por motivo trabajo y las áreas con un

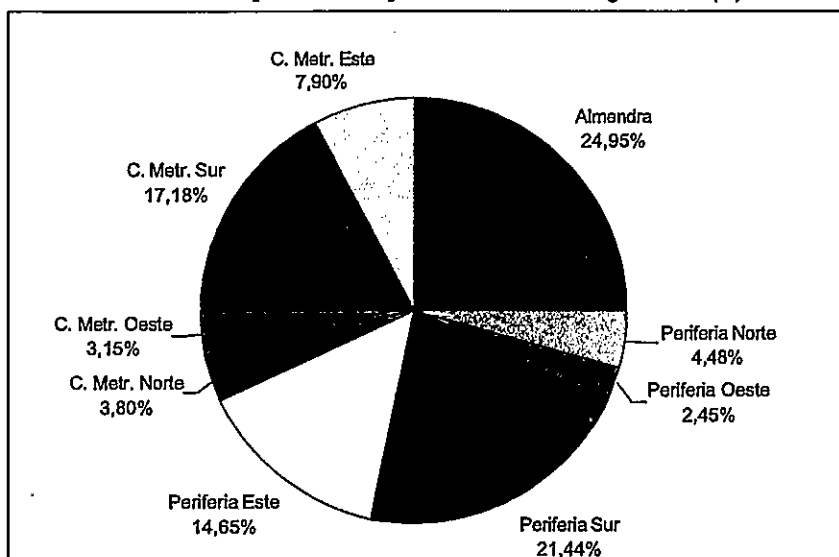
menor número de habitantes ocupados eran las que menor cantidad de desplazamientos producían en tal concepto.

**Gráfico 6.1: Población ocupada por lugar de residencia y viajes al trabajo por área de generación en la región metropolitana de Madrid en 1988**

**Población ocupada residente. 1988. Por zona de residencia (%)**



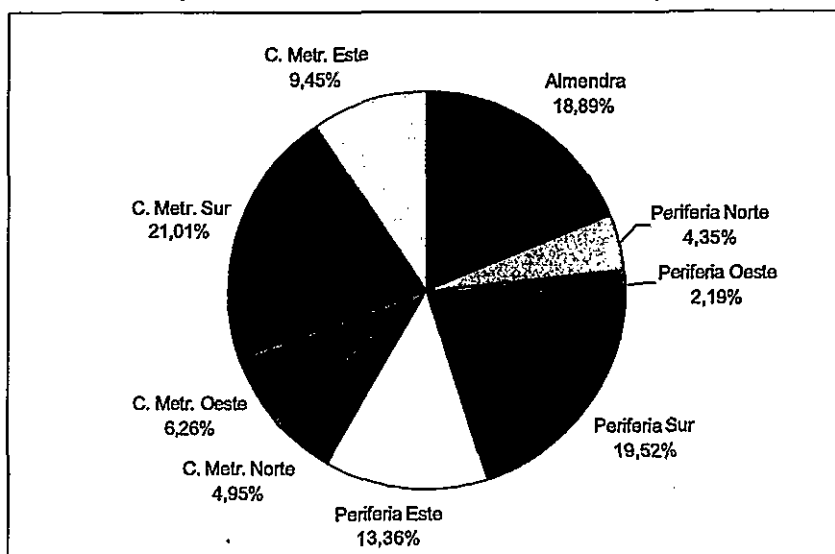
**Generaciones de viajes al trabajo. 1988. Por zona de generación (%)**



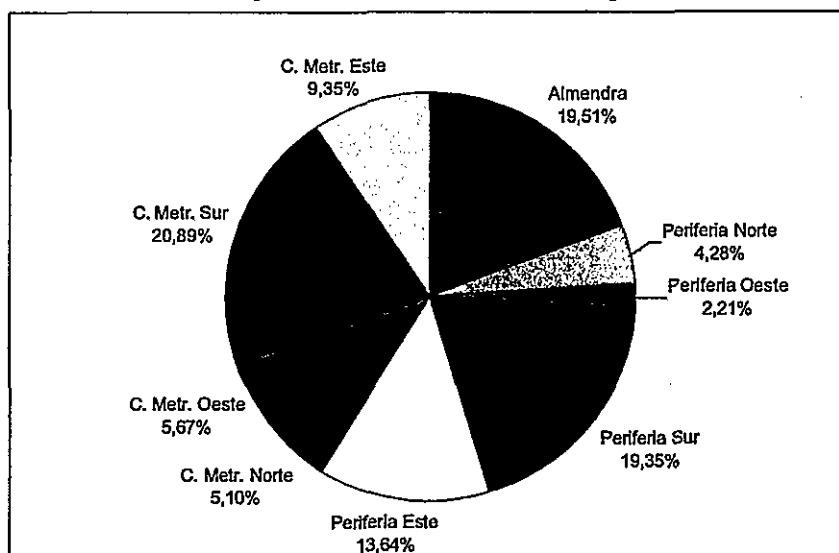
Fuente: CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID: Encuesta de Movilidad Metropolitana de Madrid 1988.

**Gráfico 6.2: Población ocupada por lugar de residencia y viajes al trabajo por área de generación en la región metropolitana de Madrid en 1996**

**Población ocupada residente. 1996. Por zona de residencia (%)**



**Generaciones de viajes al trabajo. 1996. Por zona de generación (%)**



Fuente: CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID: Encuesta Domiciliaria de Movilidad de Madrid 1996.

Entre las dos fechas de referencia, 1988 y 1996, los dos principales sectores de residencia de la población ocupada metropolitana, la Almendra Central y la periferia Sur, perdieron importancia sobre el total de la región metropolitana y, paralelamente, su participación en la generación de desplazamientos al trabajo disminuyó de manera

similar. También los otros tres sectores de la periferia de la capital perdieron entre 1988 y 1996 entidad como lugares de residencia de la población ocupada, representando, de la misma manera, una menor proporción sobre el total de viajes generados.

Sin embargo, en todos los sectores de la corona metropolitana, aumentó en importancia en dicho periodo la función residencial, representando una proporción sobre el total del marco metropolitano superior en 1996 que ocho años antes y, de idéntica forma, la capacidad de generación de flujos al trabajo creció en todos estos sectores en relación con el conjunto del espacio metropolitano. Es especialmente singular el caso del Oeste, por el extraordinario incremento de su participación en la concentración residencial de población ocupada y en la producción de viajes al trabajo, llegando casi a doblarse en ambos aspectos. También debe destacarse el caso del sector Sur, que se convirtió en la principal área habitada por población ocupada de la región metropolitana de Madrid y en la más importante zona de generación de viajes al trabajo.

Este análisis gráfico viene a poner de relieve de forma conjunta las situaciones y procesos comentados de manera detallada en los dos capítulos anteriores. En definitiva, el aspecto más relevante del presente epígrafe consiste en ofrecer esta rápida visión gráfica de las equivalencias existentes entre la división sectorial de la función residencial de la población ocupada y la distribución espacial de los lugares donde se generan los desplazamientos por motivo trabajo en dos momentos específicos del tiempo, pudiendo por tanto, señalar también las semejanzas manifestadas en los cambios experimentados por ambas variables entre ambas fechas.

Los Gráficos 6.1 y 6.2 ilustran, en conclusión, la posibilidad de averiguar en un momento determinado cuál es la organización espacial de la generación de la movilidad por motivo trabajo en un marco espacial concreto, mediante el preciso conocimiento de la estructura urbana de los usos residenciales de la población que realiza una actividad remunerada en el periodo de referencia, así como de prever la futura disposición de la generación de desplazamientos al trabajo, a través de los planteamientos adoptados para la ordenación urbanística de dichos usos.

### **6.2.2. La localización de los puestos de empleo y la atracción de desplazamientos por motivo trabajo**

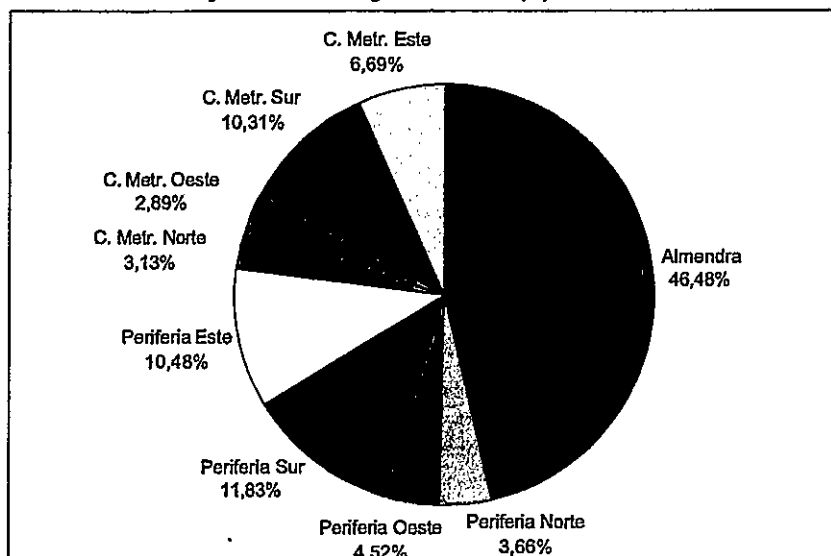
Como se puso de manifiesto en el capítulo previo, las zonas de mayor peso demográfico, de cuantas componen la región metropolitana de Madrid, disponen de un mayor volumen de puestos laborales, atrayendo, asimismo, los flujos de transporte por motivo trabajo más voluminosos. A partir de los datos obtenidos para el año 1988, el aspecto más destacable de la situación observada en tal fecha consiste en la desproporcionada concentración de empleos en el área central de Madrid, con cerca del 46,5% de los existentes en el agregado metropolitano, peso que explica el hecho de que la Almendra Central atrajera entonces a algo más del 47% del total de desplazamientos al trabajo efectuados en la región metropolitana.

En el Sur y Este de la periferia y el sector Sur de la corona metropolitana se localizaba -en cada uno de ellos- alrededor de un 10 - 12% del total de puestos de trabajo existentes en la región metropolitana, y similarmente atraían -cada uno- entre un 10 y un 12% de los viajes al trabajo realizados en dicho ámbito espacial. Por su parte, las áreas de menor entidad demográfica, ubicadas en el Norte y Oeste de la periferia y la corona metropolitana, disponían de los menores contingentes de puestos de trabajo y, por ello, eran las que menores cantidades de desplazamientos al trabajo captaban.

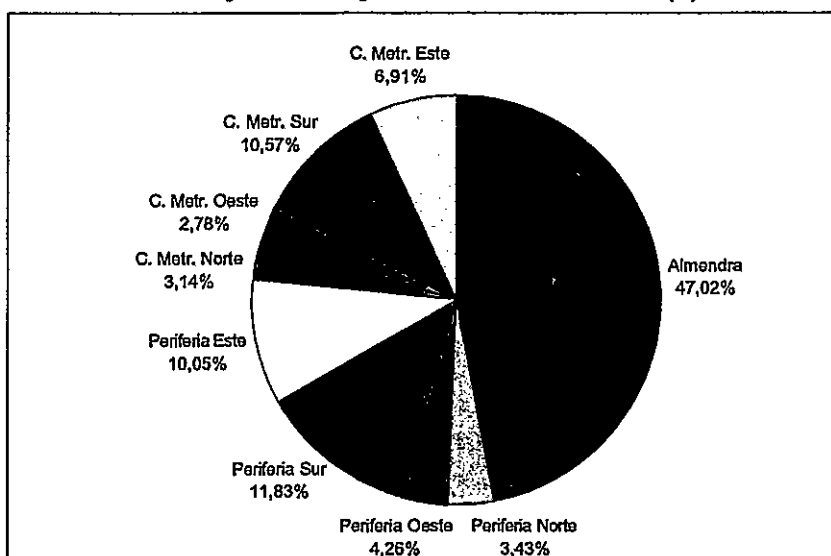
En todos los sectores en que se ha configurado la división espacial de la región metropolitana empleada, en el año 1988 las proporciones de empleos y de viajes atraídos sobre el total del espacio metropolitano eran extraordinariamente similares, según puede verse contrastando las dos figuras del Gráfico 6.3. Así, la organización territorial de los desplazamientos al trabajo, en cuanto a su zona de atracción, se muestra análoga a la desagregación espacial de los puestos de empleo en la región metropolitana.

**Gráfico 6.3: Puestos de empleo por área de ubicación y viajes al trabajo por zona de atracción en la región metropolitana de Madrid en 1988**

**Puestos de trabajo. 1988. Por lugar de ubicación (%)**



**Atracciones de viajes al trabajo. 1988. Por zona de atracción (%)**



Fuente: CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID: Encuesta de Movilidad Metropolitana de Madrid 1988.

Los datos referentes a la situación de 1996 muestran de nuevo una excepcional semejanza entre la representación gráfica de la distribución de los puestos de trabajo y de la atracción de viajes por motivo trabajo efectuados en el interior del agregado metropolitano madrileño, tal y como se puede apreciar en las dos figuras de que se

compone el Gráfico 6.4. En cada sector territorial, el volumen de puestos de trabajo, localizados, representaba una proporción, sobre la totalidad de empleos existentes, semejante a la que suponía el número de viajes por motivo laboral que cada sector atraía, en relación a los viajes totales al trabajo que diariamente se llevaban a cabo en el conjunto metropolitano. Las unidades espaciales que disponían de más puestos laborales, atraían más desplazamientos por motivo trabajo y, en el extremo contrario, las zonas con menor parque de empleos captaban menores corrientes de viajes por este motivo.

En el transcurso de los ocho años que separan la realización de ambas encuestas de movilidad, se produjeron ciertos cambios, entre los cuales debe destacarse la menor concentración relativa, respecto del conjunto de la región metropolitana, de puestos de trabajo en la Almendra Central, pasando de suponer casi el 46,5% a representar poco más del 40,1%. De forma similar, la capacidad de atracción de viajes al trabajo en términos relativos del área central disminuyó entre ambas fechas, pasando del 47% al 39,9%.

En la periferia de la capital la situación observada en el año 1996, en relación con la apreciada ocho años antes, evidenciaba en su conjunto una gran estabilidad en cuanto a su importancia como zona de localización de empleos y de atracción de viajes al trabajo. Sin embargo, a nivel sectorial se pueden señalar ciertos cambios, pues mientras la periferia Norte cobró, aunque levemente, mayor entidad en la ubicación de puestos de empleo y, por ello, en la captación de desplazamientos al trabajo, la zona Este se mantuvo prácticamente estable en ambas variables y en el Sur y el Oeste disminuyó ligeramente, de forma paralela, la proporción de empleos localizados y de flujos atraídos.

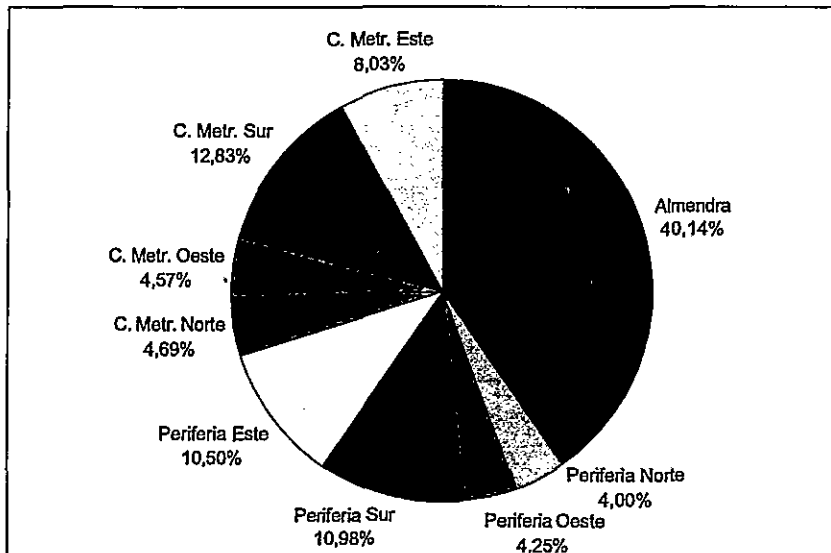
Por el contrario, los cuatro sectores del cinturón metropolitano ganaron entre 1988 y 1996 participación sobre la totalidad del agregado metropolitano, tanto en la disponibilidad de puestos de empleo, como en la atracción de desplazamientos por motivo trabajo, debiendo señalar que el sector Sur de la corona metropolitana en 1996 pasó a ser la segunda zona en concentración de empleos y, de esta manera, también en



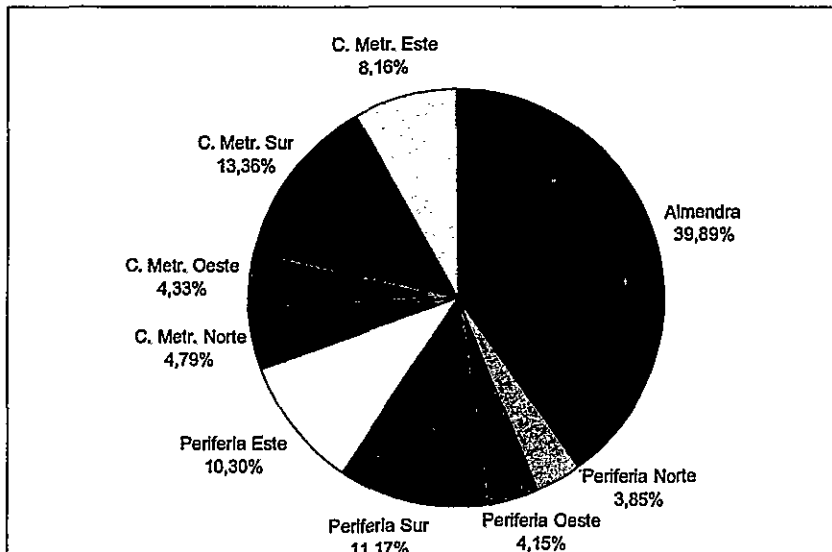
cuanto a la atracción de viajes al trabajo. En los sectores con menor peso demográfico, esto es, Norte y Oeste, el cambio expresado fue extraordinario, constatándose una participación sobre el total metropolitano, en la concentración de empleos y en la atracción de viajes al trabajo, en torno a un 50% más significativa que en 1988.

**Gráfico 6.4: Puestos de empleo por área de ubicación y viajes al trabajo por zona de atracción en la región metropolitana de Madrid en 1996**

**Puestos de trabajo. 1996. Por lugar de ubicación (%)**



**Atracciones de viajes al trabajo. 1996. Por zona de atracción (%)**



Fuente: CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID: Encuesta Domiciliaria de Movilidad de Madrid 1996.

El fundamento del análisis realizado en este apartado, al igual que en el previo, radica en mostrar de forma gráfica e inmediata la semejanza entre la distribución espacial de los empleos y la organización de los desplazamientos al trabajo en cuanto a su zona de atracción en dos momentos concretos, por lo cual, además, puede destacarse la similitud manifestada por los cambios experimentados por ambas variables. En los Gráficos 6.3 y 6.4, en conclusión, se muestra la posibilidad de conocer la organización espacial de la atracción de los desplazamientos al trabajo en un espacio específico, a través del conocimiento de la estructura de los usos de actividades económicas y, asimismo, de estimar la disposición futura de aquélla, a través de las propuestas de previsión y planificación de éstos.

### **6.2.3. El cociente empleos / población ocupada residente y el cociente atracciones / generaciones de flujos al trabajo**

Una visión integrada de los análisis individuales previos vendría a completar y reafirmar las principales conclusiones obtenidas en aquéllos. Se trata, entonces, de considerar la relación entre el volumen de empleos y de población ocupada residente en cada sector metropolitano -destacando su carácter predominantemente «laboral» o «residencial»- y entre la capacidad de atracción y de generación de viajes por motivo trabajo por parte de cada unidad espacial -indicando su caracterización como «polo de atracción» o «área de generación»-, de manera que puedan entenderse las singularidades de ésta última, a través de las peculiaridades de la primera.

Para ello, se hace uso de dos indicadores previamente valorados; los cocientes entre los empleos existentes y la población ocupada residente (E/POR) en cada sector territorial y entre los viajes atraídos y los generados (A/G) por los mismos. Dichos indicadores fueron respectivamente examinados en los capítulos 4 y 5. Como en ellos se comentó, puede entenderse que las zonas con un valor del cociente E/POR superior a la unidad tienen un carácter «laboral», en tanto que aquéllas con un valor del cociente E/POR inferior a la unidad muestran un carácter «residencial». De la misma manera, las áreas cuyo cociente A/G de viajes por motivo trabajo está por encima de la unidad,

se consideran «polos de atracción» y las que tienen un cociente  $A/G$  inferior a uno se identifican como «zonas de generación». Por supuesto, es preciso acotar los casos, por cuanto pueden encontrarse situaciones intermedias, tan próximas a la unidad por exceso o defecto, que no manifestaran realmente diferencias apreciables con una supuesta situación de equilibrio. Así, podría entenderse la existencia de áreas de carácter «equilibrado», en cuanto al volumen de ocupados residentes y de puestos de empleo con que cuentan y de «áreas equilibradas», en cuanto a la generación y atracción de viajes al trabajo. En este sentido, podría aproximarse, para ambas variables, la situación de equilibrio en los casos con valores entre 0,85 y 1,15.

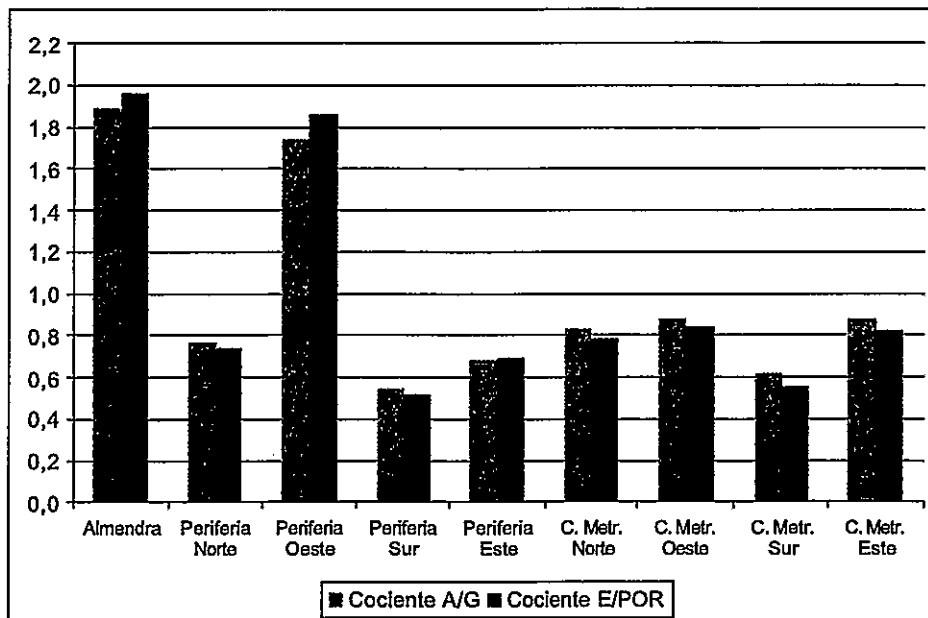
De manera gráfica, en los dos epígrafes previos, se ha identificado primero la distribución espacial del lugar de residencia de la población ocupada (POR) con el esquema territorial de la generación de viajes al trabajo (G) y, después, la organización de los empleos en el espacio metropolitano (E) con la estructuración espacial de los desplazamientos por motivo trabajo en cuanto a sus lugares de atracción (A). El análisis conjunto que se plantea, basado de la misma manera en el examen gráfico de las variables, incorpora los dos elementos que interaccionan en ambos casos, la población ocupada residente (POR) y los puestos de empleo existentes (E), por un lado, y la generación (G) y la atracción (A) de viajes por motivo trabajo, por otro, vinculando, para cada sector territorial, la relación resultante entre las dos primeras variables y la obtenida entre las dos últimas.

Atendiendo a la clasificación comentada, en el año 1988 las dos únicas áreas con un claro carácter «laboral» eran la Almendra central y la periferia Oeste con cocientes  $E/POR$  iguales a 1,961 y 1,857 respectivamente y, asimismo, constituían las dos únicas zonas que podían considerarse «polos de atracción» de viajes al trabajo, al situarse sus respectivos cocientes  $A/G$  en valores iguales a 1,885 y 1,741. Las restantes áreas integrantes de la región metropolitana madrileña podían ser identificadas como «residenciales», en tanto que en ninguna de ellas el cociente  $E/POR$  alcanzaba un valor igual a 0,85, encontrándose, sin embargo, muy próximos a mostrarse como «espacios equilibrados» los sectores Oeste y Este de la corona metropolitana, cuyos respectivos cocientes  $E/POR$  eran 0,846 y 0,822. En ambas zonas se apreciaba cierto equilibrio en

la generación y atracción de viajes al trabajo, con cocientes A/G iguales a 0,884 y 0,875 respectivamente. Los desequilibrios más acusados de «tipo residencial» se daban en las zonas del Sur de la periferia y la corona metropolitana, con cocientes E/POR que apenas superaban el 0,5, siendo, además, las áreas con mayor cualidad como «zonas de generación» de viajes al trabajo, con cocientes A/G que sobrepasaban muy levemente el valor 0,5.

La representación gráfica de los cocientes E/POR se muestra enormemente similar a la de los cocientes A/G, para todos y cada uno de los sectores que integran el espacio metropolitano de Madrid, tal y como se puede observar en el Gráfico 6.5, con lo que puede entenderse que en el año 1988, toda zona de carácter «residencial» constituía una «zona de generación» de viajes al trabajo, mientras que todo sector de carácter «laboral» era un «polo de atracción» de desplazamientos con tal finalidad.

**Gráfico 6.5: Cociente E/POR y cociente A/G de viajes al trabajo por sectores integrantes de la región metropolitana de Madrid en 1988**



Fuente: Consorcio de transportes de Madrid: Encuesta de Movilidad Metropolitana de Madrid 1988.

La situación en el año 1996 pone de manifiesto de nuevo una enorme semejanza en la representación gráfica de ambos indicadores en todos los sectores que integran el

territorio metropolitano, de la manera que recoge el Gráfico 6.6. En cada uno, el cociente E/POR alcanza un valor análogo al de su respectivo cociente A/G. La Almendra Central y la periferia Oeste continuaban siendo las dos únicas zonas que podían considerarse de carácter «laboral», con cocientes E/POR que se situaban en valores aún más elevados que en 1988, esto es, 2,107 y 1,923 respectivamente.

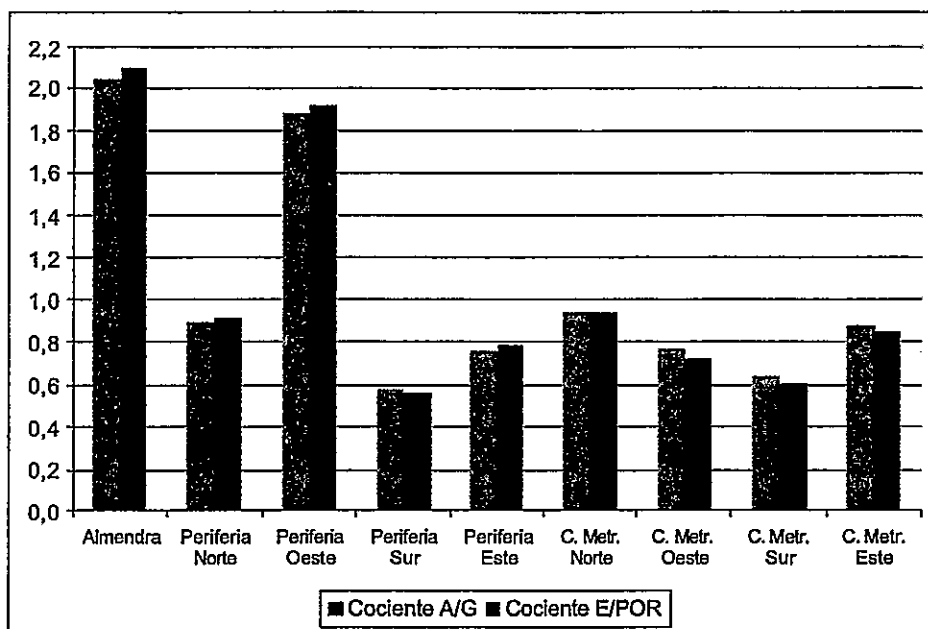
De igual forma, eran las dos únicas zonas que podían categorizarse como «polos de atracción» de viajes al trabajo, con cocientes A/G también superiores a los de 1988, esto es 2,045 y 1,876 respectivamente. En el extremo contrario, los sectores del Sur de la periferia y la corona metropolitana continuaban destacando por tener el carácter «residencial» más acusado, al contar con los menores valores del cociente E/POR en todo el agregado metropolitano madrileño (0,558 y 0,605 respectivamente) y, en consecuencia, se mostraban como las principales «áreas de generación» de viajes por motivo trabajo, con cocientes A/G iguales a 0,577 y 0,640. El hecho más destacable consistía en que podían distinguirse unidades espaciales con un claro «carácter equilibrado» entre empleos y habitantes ocupados en el Norte de la periferia y la corona metropolitana, donde sus correspondientes cocientes E/POR se aproximaban considerablemente a la unidad, alcanzando valores de 0,912 y 0,939, explicando el equilibrio que manifestaban también en la atracción y generación de desplazamientos al trabajo, representado por cocientes A/G iguales a 0,899 y 0,940 respectivamente.

Los cambios ocurridos entre 1988 y 1996 tuvieron como elemento más significativo el aumento generalizado de los cocientes E/POR. Del mismo modo, en el transcurso del tiempo que separa ambas fechas, se produjo un crecimiento general de los cocientes A/G de viajes al trabajo. De manera individualizada, el mayor incremento tuvo lugar en el Norte de la periferia, hasta el punto de que, como se ha dicho, pasó de ser un sector con un claro carácter «residencial» en 1988 (E/POR = 0,742) a encontrarse en una situación equilibrada (E/POR = 0,912), por lo que, de la misma manera, evolucionó desde una actitud claramente generadora de viajes al trabajo (A/G = 0,765) a mostrar un gran equilibrio entre la atracción y la generación de desplazamientos efectuados por motivo laboral (A/G = 0,899). También es destacable el cambio apreciado, en este sentido, en el Norte de la corona metropolitana, zona que

pasó en 1996 a consolidar su situación de «área equilibrada», en empleos y población ocupada residente, así como en la generación y atracción de viajes por motivo trabajo, ya constatada en 1988. En consecuencia, se convirtió en el sector con un equilibrio más claro, como corresponde a su condición de área con un carácter residencial - laboral más proporcionado.

El caso contrario era el de la zona Oeste del anillo metropolitano, que, de ser el sector relativamente más armónico en cuanto a su capacidad de generación y atracción de viajes por motivo trabajo en 1988 (0,884), por manifestar el mayor equilibrio residencial - laboral del aglomerado metropolitano (0,846), llegó a ser en 1996 el tercer sector con un carácter más claramente «residencial» (0,724) y, así, una de las zonas de mayor «condición generadora» de viajes al trabajo (0,762).

**Gráfico 6.6: Cociente E/POR y cociente A/G de viajes al trabajo por sectores integrantes de la región metropolitana de Madrid en 1996**



Fuente: CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID: Encuesta Domiciliaria de Movilidad de Madrid 1996.

El aspecto primordial del análisis consiste, de idéntico modo al realizado en los dos epígrafes anteriores, en la presentación gráfica de la gran semejanza existente entre los cocientes E/POR y A/G, para cada unidad espacial, lo que lleva a identificar toda

zona de carácter «residencial» como «zona generadora» de flujos al trabajo, todo sector de índole «laboral» como «polo de atracción» de desplazamientos por motivo trabajo y toda unidad espacial «equilibrada» en su situación laboral - residencial como «área equilibrada» en cuanto a su capacidad de generación y atracción de viajes laborales. En los Gráficos 6.5 y 6.6, en definitiva, se representa la capacidad de conocer la caracterización de todo sector territorial, en cuanto a la atracción y generación de desplazamientos al trabajo, a partir de la especificación «residencial» o «laboral» de su estructura de usos urbanos, así como de aventurar la situación futura de aquélla a través de la orientación planificada de ésta.

El cociente entre empleos y población ocupada residente (E/POR) parece, en conclusión, ser un excelente instrumento para aproximar de manera rigurosa el valor del cociente entre los viajes al trabajo atraídos y generados (A/G) por cada unidad territorial que se considere. De este modo, con objeto de indagar en la magnitud de los desequilibrios territoriales, debidos a la desigual capacidad de atracción y generación de flujos de transporte por motivo trabajo por parte de los distintos sectores que integran un ámbito espacial determinado, puede acometerse mediante el mero estudio del carácter predominantemente residencial o laboral de los mismos.

### **6.3. Consideraciones finales: modelización gráfica en la explicación de la estructura espacial de la movilidad al trabajo e implicaciones para una propuesta de acción**

Para concluir este capítulo, parece necesario recoger las ideas expuestas en el mismo de forma sintética, partiendo de los supuestos teóricos enunciados en su comienzo y adoptados como preceptos básicos en el desarrollo argumental efectuado, y según los cuales, aparte de existir una relación manifiesta y cuantificable entre la estructura espacial de usos urbanos y el modelo territorial de movilidad, en general, y entre la organización física de los usos de residencia y empleo de la población ocupada y el esquema espacial de viajes al trabajo, en concreto, la particular distribución de los usos del suelo existente genera un esquema específico de movilidad sobre el territorio.

De esta manera, la disposición de los flujos de transporte por motivo trabajo se deriva de la estructura concreta de usos residenciales y laborales en el espacio, fruto de las indispensables relaciones que vinculan a ambos.

Con este principio de partida, se entiende que, existiendo una extraordinaria similitud en el análisis gráfico de la estructura espacial de los usos residenciales y laborales de la población ocupada -representado por la disposición de la función residencial de los ocupados en el territorio (POR), la distribución espacial de los empleos (E) y el valor del cociente E/POR en cada unidad espacial- y de la configuración territorial de la movilidad por motivo trabajo -a través de la distribución espacial tanto de la generación (G) como de la atracción (A) de viajes al trabajo y del valor del cociente A/G en cada sector territorial- es posible explicar las peculiaridades que caracterizan a ésta, mediante el estudio de las particularidades que definen aquélla. Y del mismo modo, la estimación de la organización de la movilidad al trabajo en el futuro puede realizarse mediante la previsión de la estructura de usos residenciales y laborales esperada.

Por todo ello, el análisis detallado y preciso de la organización física del espacio residencial y de empleo se muestra como herramienta indispensable en el estudio y planificación del esquema de movilidad por motivo trabajo y, dado que la misma supone la principal corriente de flujos urbanos en medios mecanizados, del sistema de transporte urbano en su conjunto.

El aspecto primordial, desde el punto de vista de la acción política y técnica en materia de transporte urbano, reside, entonces, en la capacidad de prever la futura configuración de los flujos de transporte, con base en la estimación de una concreta estructura de usos de residencia y empleo. *“Si se conocieran las pautas futuras de la localización de los distintos usos del suelo (o actividades) podrían predecirse las pautas de demanda de viajes desde cada zona a todas las demás en la ciudad”* (MCLOUGHLIN, J.B., 1971: 66). En este sentido, una decidida acción voluntaria de planificación de los usos del suelo, que determinara la futura organización física de las viviendas y los centros de empleo, sería el procedimiento adecuado para la realización



de una previsión sólida y rigurosa del sistema de transporte urbano. El instrumento esencial con que debe contarse en la planificación de los transportes es la decidida acción de ordenación territorial en el marco urbano, metropolitano y regional, la reglamentación y redistribución de los usos del suelo, a que se refiere Ceccarelli (Vide CECCARELLI, P., 1971: XVIII - XIX).

El proyecto europeo SPARTACUS (*System for Planning and Research in Towns and Cities for Urban Sustainability*), perteneciente al «Programa de medio ambiente y clima» del IV Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico, realizado con el fin de impulsar un sistema de análisis global, para la formulación de estrategias consistentes de desarrollo urbano sostenible a largo plazo, entre sus resultados, y a este respecto, señala que *“las pruebas realizadas en materia de planificación de los usos del suelo muestran que las medidas individuales diseñadas para incentivar a la población o a los empleos a desplazarse a otras áreas, con la finalidad de equilibrar la relación entre habitantes y empleos [relación, en definitiva, cuantificada a través del cociente E/POR] en las distintas zonas, no producen ningún efecto positivo significativo. Sin embargo, si las políticas se combinan, de modo que tanto la población como el empleo son redistribuidos al mismo tiempo, pueden obtenerse resultados muy positivos”* (SPARTACUS CONSORTIUM [en línea], 1998: Project Results, subr. mío). La estrategia de planificación territorial, en consecuencia, debe incentivar una acción global de ordenación de los usos urbanos, equilibrando el espacio metropolitano en su conjunto.

Para terminar y al objeto de reafirmar las impresiones extraídas del análisis gráfico efectuado, se constata la necesidad de profundizar en los aspectos examinados y, en consecuencia, realizar un esfuerzo analítico adicional, metodológicamente más preciso, acción para la que se reserva el siguiente capítulo.



## **7. ANÁLISIS DE REGRESIÓN EN LA EXPLICACIÓN DE LA MOVILIDAD POR MOTIVO TRABAJO A TRAVÉS DE LA ORGANIZACIÓN ESPACIAL DE LOS USOS URBANOS DE RESIDENCIA Y EMPLEO DE LA POBLACIÓN OCUPADA. UNA APLICACIÓN AL CASO DE MADRID**

Para profundizar en el estudio de la organización física de los desplazamientos al trabajo, en función de la distribución espacial de puestos de empleo y lugares de residencia de la población ocupada -desarrollado en el capítulo previo- el análisis de regresión se presenta como una técnica estadística apropiada. Mediante la utilización del mismo, se pretende, por tanto, explicar la disposición de los flujos de transporte por motivo trabajo en el marco espacial, representada por el cociente entre los atraídos y los generados (A/G), a partir del esquema de localización territorial de empleos y ocupados residentes, caracterizado por el cociente de ambos (E/POR). Sin embargo, teniendo en cuenta que existen diversas variables de naturaleza socioeconómica, que condicionan la movilidad por motivo trabajo y que se puede apreciar una diferenciación espacial de las mismas, se hace necesaria su valoración como posibles variables explicativas en el análisis de regresión. Es decir, considerando que pueden advertirse diferencias espaciales en diversas variables socioeconómicas, que juegan cierto papel en la caracterización de los viajes al trabajo, debe hacerse extensivo a las mismas el análisis de regresión, incorporándolas como variables explicativas del modelo en su inicio. En un planteamiento similar, Javier Valero Calvete señalaba *“es evidente que en la atracción de viajes de trabajo [...] han de influir necesariamente otros factores, además del número de puestos de trabajo en la zona [...], pero si esta sola variable es capaz de recoger de una forma aceptable la totalidad del fenómeno, podrá elaborarse la ecuación de atracción del modelo [simplificación de la situación real observada] a*

*partir de ella, como si en la realidad las cosas ocurriesen de esta manera. [De este modo], el número de variables independientes debe ser el menor posible [y] la utilización de nuevas variables debe justificarse por una notable mejora de los coeficientes de correlación [...]*" (VALERO CALVETE, J., 1970: 132-133, subr. mío).

De esta manera, se ha valorado la inclusión de variables que definen la entidad demográfica de las distintas unidades espaciales (densidad de población, tamaño medio del hogar y porcentaje de viviendas principales sobre el total de viviendas familiares), la edad y organización laboral de su población (porcentaje de población en edad de trabajar, tasa de actividad y tasa de paro) y el nivel económico de las mismas (renta familiar). Junto a ellas, el cociente entre Empleos y Población ocupada Residente (E/POR), elemento que caracteriza a una unidad espacial como predominantemente «residencial» o «laboral». Se plantea, así, la explicación del cociente entre viajes al trabajo atraídos y generados, que constituye un instrumento de gran utilidad, a la hora de ilustrar el problema de los flujos de transporte por motivo trabajo en el marco de una gran aglomeración metropolitana. La posibilidad de explicar este hecho a partir de variables conocidas, facilita la necesaria tarea de planificación y consiguiente aplicación de medidas de actuación que incidan sobre éstas, de modo que se podrían afrontar los problemas generados por el esquema espacial de flujos por motivo trabajo desde un marco de acción básico.

Se propone, en consecuencia, un análisis de regresión lineal múltiple, para explicar la variable «dependiente» (A/G), mediante ocho posibles variables «independientes» (E/POR, Densidad, Tamaño del hogar, Viviendas principales, Edad de trabajo, Tasa de actividad, Tasa de paro, Nivel de renta). La utilización de datos de sección cruzada se ha decidido realizar, dentro del marco de la región metropolitana de Madrid, a nivel de municipio y, en el caso del municipio de Madrid, de distrito. La desagregación en «sectores», de donde se obtienen las nueve zonas diferenciadas con que se ha venido trabajado, resulta inapropiada para llevar a cabo este análisis, dada la escasez de observaciones con que se contaría, disponiendo de prácticamente tantas variables explicativas como observaciones. Por otro lado, la utilización de un mayor grado de desagregación espacial se ha descartado, debido a que, en tal caso, la

disponibilidad de las variables empleadas, procedentes de distintas fuentes, entraña enorme dificultad o sencillamente no existe. En este sentido, se utiliza una división espacial de índole administrativo, que abarca la totalidad de la región metropolitana de Madrid. Se emplean, así, 69 unidades espaciales en el año 1988 y 70 en el año 1996, a causa de la segregación del municipio de Tres Cantos, integrado anteriormente en el término municipal de Colmenar Viejo.

- a) La variable explicada o dependiente (Y), denominada AG, cociente entre los viajes atraídos y generados por motivo trabajo (A/G), manifiesta la índole de toda unidad espacial como área generadora de desplazamientos al trabajo o como foco de atracción de los mismos, de manera tal que, conociendo el valor que adopta para cada municipio o distrito, es posible obtener una imagen fiel del esquema territorial de flujos por motivo trabajo en el interior de la región metropolitana de Madrid.
- b) Las ocho variables explicativas o independientes recogen diferentes elementos espaciales, demográficos y socioeconómicos que, se entiende, juegan un papel relevante en la configuración de la movilidad al trabajo.
  - EPOR ( $X_1$ ), es decir, el cociente entre el número de puestos de empleo existentes y de ocupados residentes en cada unidad espacial (E/POR), indica el carácter mayoritariamente laboral o residencial de las mismas. Se entiende que toda zona con un predominio de puestos de empleo, hecho que señala su condición «laboral», se caracteriza por una mayor atracción que generación de viajes al trabajo. Del mismo modo, una presencia más significativa de población ocupada residente que de puestos de trabajo, da lugar a un volumen de generaciones de desplazamientos al trabajo superior al de atracciones por el mismo concepto.
  - Densid ( $X_2$ ), esto es, la densidad de población, número de habitantes por  $\text{km}^2$ , caracteriza la entidad demográfica de un espacio concreto en relación con su superficie, representando el grado de concentración del uso residencial en el territorio, de manera que la generación de desplazamientos

por cualquier motivo, trabajo incluido, será más intensa en las zonas con mayor densidad de población.

- Tamhogar ( $X_3$ ), Tamaño medio del hogar, factor demográfico representativo de la estructura cuantitativa de la unidad familiar, como agrupación humana que habita una vivienda, punto de generación de los viajes por motivo trabajo. Esta variable, además, está muy vinculada a la tipología residencial que habita la familia, entendiéndose que un mayor tamaño del hogar implica que, en términos generales, en igualdad de condiciones socioeconómicas, se habita una vivienda media mayor. Otro aspecto de gran interés consiste en considerar la diferencia del tamaño medio del hogar para volúmenes similares de población, lo que puede matizar aspectos modales, como la disponibilidad y posibilidad de usos de automóviles por parte de los miembros de la unidad familiar. De su valor se desprenden también otras implicaciones interesantes, como el grado de envejecimiento de la población, el nivel de natalidad y nupcialidad, la presencia de procesos de separación familiar (divorcios, separaciones), el grado de emancipación de la población joven, etc., siempre y cuando se complete su análisis convenientemente con variables adicionales.
- Vivppales ( $X_4$ ), porcentaje que el número de viviendas principales representa sobre el total de viviendas familiares. Considerando la totalidad del parque residencial destinado a residencia de unidades familiares, se consideran exclusivamente las que constituyen el domicilio habitual y permanente de la población (principales), dejando aparte aquellas que se encuentran desocupadas o constituyen una vivienda secundaria para uso de fin de semana, vacaciones u ocupación esporádica y temporal. Lógicamente, la generación de viajes por motivo trabajo de forma cotidiana sólo se producirá en viviendas principales.
- Edadtrab ( $X_5$ ), proporción de población en edad de trabajar (entre 16 y 65 años). Se trata del colectivo potencial más genérico que se desplaza por motivo trabajo. Se entiende, por definición, que los individuos que no integren este conjunto de población, no efectúan desplazamientos al

trabajo. Lógicamente se darán excepciones, principalmente de personas de más de 65 años, pero se entiende que tales casos son minoritarios y que el grueso de la población potencialmente activa está formado por población con edades comprendidas entre los 16 y 65 años. Cuanto mayor sea el peso de este grupo de población en una unidad espacial, mayores flujos de transporte por motivo trabajo se llevarán a cabo en ella.

- Tasaactiv ( $X_6$ ), tasa de actividad, esto es, proporción de la totalidad de población potencialmente activa (en edad de trabajar: 16-65 años) que realiza efectivamente una actividad laboral para la producción de bienes y servicios o que, sin estarlo, se encuentra en condiciones de incorporarse a ella. Esta variable matiza, por tanto, la información aportada por la anterior (Edadtrab,  $X_5$ ), puesto que, de entre el total de población de entre 16 y 65 años, quienes no pertenezcan al grupo de activos, no desarrollarán actividad laboral alguna y, por tanto, no efectuarán desplazamientos por motivo trabajo.
- Tasaparo ( $X_7$ ), tasa de paro; peso de la población parada sobre el conjunto de población activa. Por población parada, se entiende aquella que está sin trabajo, pero disponible para trabajar y buscando activamente empleo, así como la que habiendo encontrado un puesto de trabajo, aún no se ha incorporado a él. Sirve de complemento de las dos variables anteriores (Tasaactiv,  $X_6$  y Edadtrab,  $X_5$ ), manifestando que la población parada no realiza desplazamiento cotidiano alguno entre su hogar y un puesto de trabajo, pues no dispone de él.
- Renta ( $X_8$ ), que se refiere al nivel de renta disponible per capita, entendida como la suma del total de las Bases Imponibles declaradas en el IRPF, en el seno de una unidad espacial, dividido por el total de población residente en la misma. Esta variable de índole económico complementa la información aportada por el tamaño medio del hogar (tamhogar,  $X_3$ ), generando, entre ambas, lo que podría entenderse como renta familiar disponible. El nivel de renta, si bien parece no tener a priori una participación clara en el número de viajes al trabajo efectuados, pues todo aquél que tenga un puesto de

trabajo, tendrá que acudir diariamente a él desde su lugar de residencia, sí introduce matices muy importantes, pues juega un papel fundamental en la determinación modal de los desplazamientos, asociado principalmente a un mayor uso del vehículo privado para un mayor nivel de renta. “*La estimación de la función de la demanda del uso de los vehículos [...] ha dado lugar a unos resultados que comprueban que el uso del automóvil en España es altamente dependiente de la renta*” (ITURRIBARRÍA, H., 2000: 87).

El modelo de partida viene, en consecuencia, representado por la siguiente formulación lineal:

$$Y_i = b_0 + b_1 X_{1i} + b_2 X_{2i} + b_3 X_{3i} + b_4 X_{4i} + b_5 X_{5i} + b_6 X_{6i} + b_7 X_{7i} + b_8 X_{8i} + u_i$$

para  $i = 1, 2, \dots, T$ ; siendo:

- $Y_i$ , la variable dependiente, AG, señalada, para cada una de las unidades espaciales consideradas, que representan las distintas observaciones realizadas.
- $X_{ni}$ , las  $n$  variables explicativas (ocho en este caso) indicadas, para cada una de las unidades espaciales incluidas en el análisis.
- $b_n$ , los  $n$  parámetros que ponderan cada variable independiente en la explicación de la variable dependiente. De manera individual, cada uno de ellos representa el cambio en la variable dependiente asociado a un cambio unitario en la variable independiente que ponderan, es decir, los distintos coeficientes de regresión de cada variable independiente con la variable dependiente.
- $b_0$ , el parámetro indicativo del término independiente o valor constante de la variable explicada, independientemente de las variables explicativas.
- $u_i$ , el término de perturbación aleatoria o error, en tanto que, por buena que sea la explicación de la variable dependiente por parte del modelo adoptado, no es perfecta.



El modelo estima un valor de la variable dependiente tal que:

$$\hat{Y}_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \beta_5 X_{5i} + \beta_6 X_{6i} + \beta_7 X_{7i} + \beta_8 X_{8i}$$

para  $i = 1, 2, \dots, T$ ; donde:

- $\hat{Y}_i$ , es la estimación de la variable dependiente, AG, realizada por el modelo,
- $X_{ni}$ , las  $n$  variables explicativas.
- $\beta_n$ , La estimación realizada por el modelo, según el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios, de los  $n$  parámetros, que ponderan cada variable independiente en la explicación de la variable dependiente. Se trata, en definitiva de los *coeficientes de regresión mínimo cuadrático ordinarios* estimados por el modelo.
- $\beta_0$ , la estimación mínimo cuadrático ordinaria del término independiente.

Se trata en definitiva de hallar, como es sabido, unos estimadores  $\beta_0$  y  $\beta_n$  que minimicen el error  $\hat{u}_i$ , diferencia entre el valor observado de la variable explicada ( $Y_i$ ) y el valor estimado de la misma ( $\hat{Y}_i$ ):

$$\hat{u}_i = Y_i - \hat{Y}_i$$

Para la realización del análisis de regresión planteado, se ha empleado el programa estadístico SPSS, mediante la utilidad de *Linear Regresión* (Regresión lineal) de que dispone. Se ha adoptado como procedimiento el análisis de regresión por etapas, para seleccionar las variables independientes que finalmente serán incluidas en el modelo, excluyendo aquellas que no son significativas en la explicación de la variable dependiente, optando, dentro del mismo, por aplicar el método *forward* (hacia delante), que introduce una variable explicativa en el modelo cuando cumpla un criterio de entrada o tolerancia, esto es, que el nivel de significación de su valor del estadístico F sea menor que el nivel de significación fijado. Se ha establecido este valor «por defecto» en 0,05.

## 7.1. La explicación de la estructura de flujos de transporte por motivo trabajo en 1988

Con los datos disponibles para el año 1988 para la variable dependiente (AG) y el conjunto de variables independientes, se ha construido una tabla de valores con 69 observaciones, los distintos municipios y, en el caso de la capital, los distritos que integran la región metropolitana de Madrid en dicho año. Dicha tabla se recoge en el Anejo estadístico número 2, al igual que todos los resultados obtenidos en el análisis realizado («Salidas de SPSS»).

### 7.1.1. La estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios

La primera variable independiente que se ha incorporado al análisis, observando la matriz de correlaciones entre todas las variables que intervienen en el modelo de partida -tanto la explicada como el conjunto de explicativas-, es aquella con una mayor correlación con la variable dependiente. Como se puede apreciar en el Cuadro 7.1, la variable más correlacionada con la explicada, AG, es la variable independiente  $X_1$  (EPOR). El coeficiente de correlación de ambas variables es 0,963. De esta manera, se construye el modelo de regresión utilizando EPOR como única variable independiente, pudiéndose formular de la siguiente manera:

$$\hat{Y}_i = P_0 + P_1 X_{1i}$$

para  $i = 1, 2, \dots, T$ .

En el estudio de la significatividad del término independiente y de la variable explicativa,  $X_1$ , se ha aplicado el test de significación de los coeficientes de regresión de ambas, para comprobar si es apropiada o no la consideración de la constante y si lo es o no la inclusión de la variable independiente seleccionada. En ambos casos, se han realizado sendas «hipótesis nulas», por las que se supone que los valores de los respectivos coeficientes de regresión son similares a cero, lo que implicaría respectivamente que la constante y la variable explicativa no fueran significativas en la

explicación de la variable dependiente, por lo que no debieran, en tal circunstancia, utilizarse con propósitos explicativos. Realizado el cálculo mediante el estadístico T, resultante de dividir el coeficiente de regresión correspondiente por el error estándar de la estimación del mismo, se obtienen estos resultados:

- En el caso de la constante,  $T = 0,213 / 0,034 = 6,189$ .
- En el caso de la Variable independiente  $X_1$ ,  $T = 0,788 / 0,027 = 29,072$ .

**Cuadro 7.1: Matriz de correlaciones entre las variables del modelo. Datos 1988**

	AG	EPOR	Tam hogar	Densid	Renta	Tasa Activ	Tasa Paro	Viv Ppales	Edad trab
AG	1,000	0,963	-0,265	0,242	0,210	0,033	-0,137	-0,064	-0,163
EPOR	0,963	1,000	-0,218	0,207	0,190	0,042	-0,110	-0,044	-0,108
Tam hogar	-0,265	-0,218	1,000	-0,753	-0,461	0,304	-0,123	-0,334	-0,115
Densid	0,242	0,207	-0,753	1,000	0,556	-0,361	0,159	0,407	0,083
Renta	0,210	0,190	-0,461	0,556	1,000	-0,435	-0,218	0,244	0,339
Tasa Activ	0,033	0,042	0,304	-0,361	-0,435	1,000	-0,025	-0,111	-0,191
Tasa Paro	-0,137	-0,110	-0,123	0,159	-0,218	-0,025	1,000	0,450	-0,025
Viv Ppales	-0,064	-0,044	-0,334	0,407	0,244	-0,111	0,450	1,000	0,349
Edad trab	-0,163	-0,108	-0,115	0,083	0,339	-0,191	-0,025	0,349	1,000

El contraste se lleva a cabo mediante la comparación del valor de T obtenido con el valor crítico de una distribución t de Student -resultante según se recoge en las tablas estadísticas, del nivel de significación seleccionado y del número de grados de libertad para el tamaño muestral y el número de regresores empleados (el término independiente y la variable explicativa  $X_1$ ). En este caso, se ha seleccionado un nivel de significación igual a 0,05 y con los grados de libertad resultantes, esto es, 67 (69 observaciones - 2 regresores), el valor crítico obtenido en tablas es, por aproximación con 60 grados de libertad, 1,671.

Teniendo en cuenta que se aceptaría la hipótesis nula enunciada, en caso de que el valor obtenido en el análisis fuera menor al obtenido en tablas y que se rechazaría cuando fuera mayor, a la vista de los resultados, en ambos casos, tanto para la constante como para la variable independiente utilizada,  $X_1$  (EPOR), se rechaza la hipótesis nula; el valor del estadístico T es superior al valor crítico determinado. La probabilidad de que ello sea debido al azar es muy pequeña (5%), pero, aún utilizando un nivel de

significación más reducido, la constante y EPOR se muestran significativas individualmente en la explicación de la variable explicada AG. El valor crítico con 67 grados de libertad y un nivel de significación igual a 0,0005 se aproxima por 3,460 (con 60 grados de libertad), observándose que los estadísticos obtenidos en ambos casos continúan superando largamente tal nivel de significación. Según el test empleado, tanto para la variable explicativa como para el término independiente, la probabilidad de que su significación, de manera individual en la explicación de la variable explicada, se deba al azar, sería ahora extraordinariamente pequeña; sólo un 0,05%. Se concluye, entonces, que ambas son significativas, al objeto de ser incluidas en el modelo para la explicación de la variable dependiente.

Para el análisis de la significatividad estadística del modelo, se ha utilizado la prueba del estadístico F. La hipótesis nula planteada es que la reducción en el error obtenida utilizando el modelo se debe meramente al azar, hecho por el cual el modelo no sería significativo. El estadístico F, obtenido de la división que tiene por numerador el cociente entre la Suma de los Cuadrados de la Regresión y el número de grados de libertad de la Regresión (número de regresores - 1), y por denominador el cociente de la Suma de los Cuadrados de los Residuos y el número de grados de libertad de los Residuos (Número de observaciones - número de regresores), presenta un valor tal que:

$$F = [20,029/(2-1)] / [1,588/(69-2)] = 845,204.$$

Se compara éste con el valor crítico de una distribución F de Snedecor resultante, según se recoge en las tablas, del nivel de significación seleccionado y del número de grados de libertad de numerador y denominador debido al tamaño muestral y el número de regresores empleados. Seleccionando un nivel de significación igual a 0,05, con 1 grado de libertad en el numerador (2 regresores - 1) y 67 en el denominador (69 observaciones - 2 regresores), el valor crítico en tablas es, por aproximación con 60 grados de libertad en el denominador, 4,0.

Considerando que se aceptaría la hipótesis nula, en caso de que el valor del estadístico F obtenido en el análisis fuera menor al obtenido en tablas y se rechazaría cuando fuera mayor, se procede a rechazar la hipótesis nula ( $845,204 > 4,0$ ), con lo que

puede decirse que el modelo es significativo. Considerando la muestra empleada en el estudio, se explica con este modelo 845,204 veces más variación de la variable dependiente que utilizando su media y la probabilidad de que ello se deba al azar es muy pequeña (5%), pero, aún utilizando un nivel de significación más reducido, el modelo es significativo. El valor crítico con un nivel de significación igual a 0,01 se aproxima por 7,08 (con 60 grados de libertad en el denominador), muy inferior al valor obtenido en el cálculo del estadístico F.

A continuación, se ha calculado el coeficiente de determinación,  $R^2$ , cuadrado del coeficiente de correlación de la variable dependiente con la variable independiente seleccionada o también formulado como el cociente entre la varianza explicada por la regresión y la varianza total, que viene a medir el porcentaje de variación de la variable dependiente que es explicado por el modelo estimado. En este caso, el modelo propuesto explica el 92,7% de la variación de Y (AG);  $R^2 = 0,927$ .

Asimismo, se ha procedido a calcular el coeficiente de determinación ajustado,  $\bar{R}^2$ , que corrige el efecto del número de variables explicativas sobre el resultado del coeficiente de determinación, por cuanto éste es sensible a la inclusión de nuevos regresores, aunque no sean apropiados, en relación al tamaño muestral. En este sentido,  $\bar{R}^2$  realiza un ajuste, haciéndose más pequeño a medida que, para un mismo número de variables independientes, se dispone de un menor número de observaciones. Su principal utilidad sería a efectos comparativos del modelo propuesto con otros que emplearan un diferente número de variables explicativas, o bien tuvieran distinto tamaño muestral.

$\bar{R}^2 = 1 - [(T-1)/(T-K)] (1-R^2)$ , siendo:

- $\bar{R}^2$ , el coeficiente de determinación corregido.
- $R^2$ , el coeficiente de determinación.
- T, el tamaño muestral o número de observaciones.
- K, el número de regresores.

El coeficiente de determinación corregido que se obtiene con este modelo es igual a 0,925. Puede decirse que con una finalidad comparativa, obviando el número de observaciones y de variables independientes, el modelo inicial propuesto explica el 92,5% de la variación de Y (AG);  $\bar{R}^2 = 0,925$ .

El error estándar de la estimación, raíz cuadrada del cociente entre la suma de los cuadrados de los residuos y el número de grados de libertad (número de observaciones - número de regresores), es otra medida del grado de precisión del modelo adoptado, siendo ésta mayor cuanto menor sea el valor del error estándar de la estimación. De modo gráfico ilustra la desviación estándar de los valores de la variable dependiente estimados por el modelo alrededor de la línea de regresión. En el caso de este modelo inicial, el error estándar de la estimación es igual a 0,15394 ( $[(1,588/67)]^{1/2}$ ), valor realmente bajo, que pone de relieve la precisión de la estimación de la variable AG, por parte del modelo inicial planteado.

En el diagnóstico individual por casos, de entre el total de observaciones consideradas, se destacan como «atípicos» aquellos casos para los que el valor del residuo estandarizado, esto es, el valor del residuo  $\hat{u}$  dividido por una estimación de su error estándar, supere determinado valor. En este caso se ha optado por considerar atípicos los casos con un residuo estandarizado igual o mayor que dos. Como resultado, se han identificado, según vienen recogidos en el Cuadro 7.2, los municipios de Moraleja de Enmedio, Velilla de San Antonio y Daganzo de Arriba, pequeños municipios de las zonas Sur y Este de la corona metropolitana, localizados en la parte exterior de la corona metropolitana, limitando, por tanto, con el espacio regional no metropolitano y caracterizados por una importante concentración relativa de puestos de empleo industriales ubicados, superior al volumen de población ocupada residente en los mismos, muy especialmente en Daganzo de Arriba y Moraleja de Enmedio. En ambos, el valor estimado de la variable dependiente AG es superior al observado. En el caso de Moraleja de Enmedio este hecho refleja en gran medida la atracción de viajes por motivo trabajo procedentes de municipios próximos no metropolitanos (y, por tanto, no incluidos en el área de estudio y no considerados en el valor observado de AG). Sin embargo, en el caso de Daganzo de Arriba, analizando los datos de

atracciones y generaciones de viajes al trabajo contenidos en la Encuesta de Movilidad Metropolitana de Madrid de 1988, se ve que ninguno procede de o se dirige a zonas no metropolitanas, con lo que no permite ofrecer una explicación satisfactoria. El caso de Velilla de San Antonio es el contrario al observado en Moraleja de Enmedio y Daganzo de Arriba, pues el valor estimado de la variable dependiente AG es inferior al observado. Según los datos de la Encuesta Metropolitana de Movilidad de 1988, este municipio no generaba ni atraía ningún viaje por motivo trabajo en relación con el espacio no metropolitano, con lo que esta diferencia no tiene explicación adecuada.

En definitiva, el diagnóstico de los «atípicos» encontrados, según el límite fijado, en términos generales muestra una difícil explicación lógica, aunque en el conjunto del análisis del área de estudio tiene escasa relevancia, por cuanto, aparte de ser pocos casos, los mismos se refieren a unidades espaciales de escasa entidad dentro de la región metropolitana de Madrid, siendo su participación apenas apreciable en el volumen total de flujos generados y atraídos por motivo trabajo.

**Cuadro 7.2: Análisis de casos atípicos. Datos 1988**

caso nº	Distrito/Municipio	Residuo estandarizado	Valor observado de AG (Y)	Valor estimado de AG ( $\hat{Y}$ )	Valor del Residuo ( $\hat{u}$ )
49	Moraleja de En medio	-2,168	1,634	1,968	-0,334
62	Daganzo de Arriba	-4,626	1,595	2,307	-0,712
69	Velilla de San Antonio	3,468	1,686	1,152	0,534

Se ha proseguido en el desarrollo del análisis con la inclusión de una nueva variable; aquella con una mayor correlación parcial con la variable dependiente. En este caso sería, como se observa en el Cuadro 7.3,  $X_5$  (Edadtrab), que tiene con AG una correlación parcial igual a -0,220. Sin embargo y como muestra el propio Cuadro 7.3 no cumple, al igual que ninguna otra variable posible, el criterio de entrada. El valor del nivel de significación de su estadístico F es 0,071, superior, por tanto, al fijado como límite de «tolerancia», 0,05. En conclusión, ninguna otra variable satisface las condiciones establecidas para la entrada en el modelo, por lo cual éste queda como estaba:

$$\hat{Y}_i = P_0 + P_1 X_{1i}$$

para  $i = 1, 2, \dots, T$ .

Aplicando los coeficientes de regresión de la constante y la variable independiente  $X_1$  obtenidos por el modelo -la representación gráfica del cual se muestra en el Gráfico 7.1- éste quedaría definido de la siguiente manera:

$$\hat{Y}_i = 0,213 + 0,788 X_{1i}$$

para  $i = 1, 2, \dots, T$ ; siendo:

- $\hat{Y}_i$ , la estimación de la variable dependiente, AG, realizada por el modelo, para cada una de las unidades espaciales consideradas.
- $X_{1i}$ , la variable explicativa, EPOR, para cada una de las unidades espaciales incluidas en el análisis.

**Cuadro 7.3: Inclusión de nuevas variables independientes. Datos 1988**

Variables	Estadístico T	Nivel de Significación del Estadístico F	Coefficiente de correlación parcial
Tam hogar	-1,747	0,085	-0,210
Densid	1,338	0,186	0,162
Renta	0,813	0,419	0,100
Tasa Activ	-0,224	0,823	-0,028
Tasa Paro	-0,953	0,344	-0,116
Viv Ppales	-0,646	0,520	-0,079
Edad trab	-1,835	0,071	-0,220

Una vez obtenido el modelo, se ha comprobado si éste cumple o no las hipótesis estadísticas que hacen de los estimadores mínimo cuadrático ordinarios ( $P_0$  y  $P_1$ ) estimadores lineales, insesgados y óptimos, de forma que la explicación realizada por el mismo sea «correcta».

Al contar únicamente con una variable explicativa,  $X_1$  (EPOR), no se produce el problema de multicolinealidad, incumplimiento de la hipótesis de independencia lineal



de las variables explicativas, es decir, de la existencia de correlación entre las variables explicativas.

Otras hipótesis esenciales del modelo se refieren a la matriz de perturbaciones aleatorias ( $u$ ), especificando que ésta es escalar, esto es:

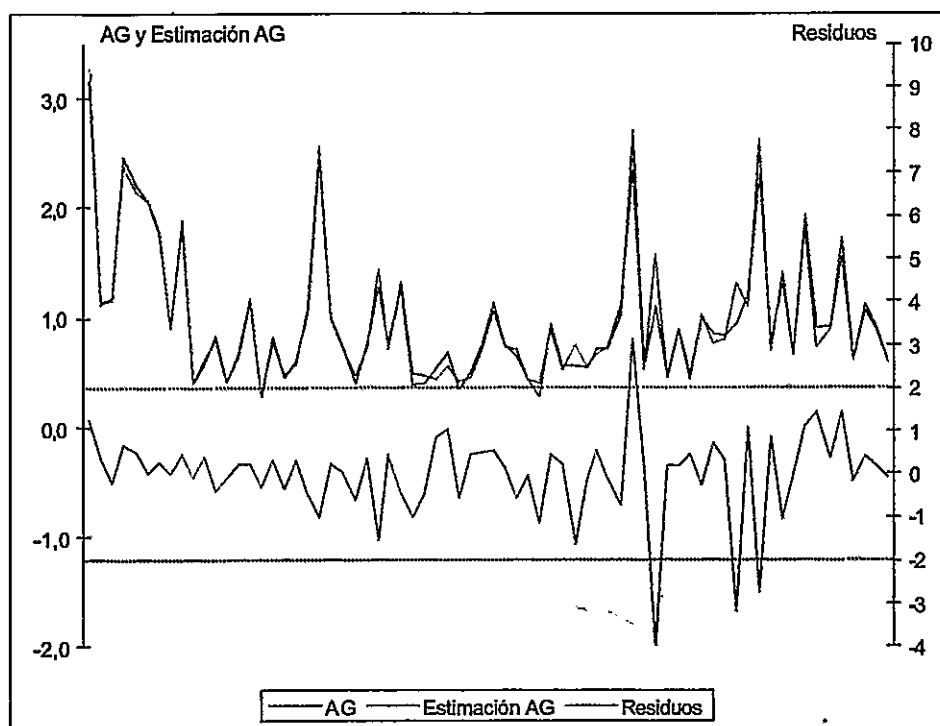
- Las perturbaciones aleatorias son homoscedásticas, es decir, la varianza de las perturbaciones aleatorias del modelo es constante (todas las perturbaciones aleatorias tienen la misma varianza), supuesto que viene formulado:

$$E(u_t^2) = \sigma^2 ; t = 1, 2, \dots, T.$$

- Las perturbaciones correspondientes a distintas observaciones (momentos del tiempo o bien unidades muestrales con una determinada ordenación) no están correlacionadas entre sí, hipótesis que se enuncia:

$$E(u_t u_s) = 0 ; t \neq s.$$

**Gráfico 7.1: Ajuste del modelo con MCO. Datos 1988.  $\hat{Y}_i = 0,213 + 0,788 X_{1i}$**

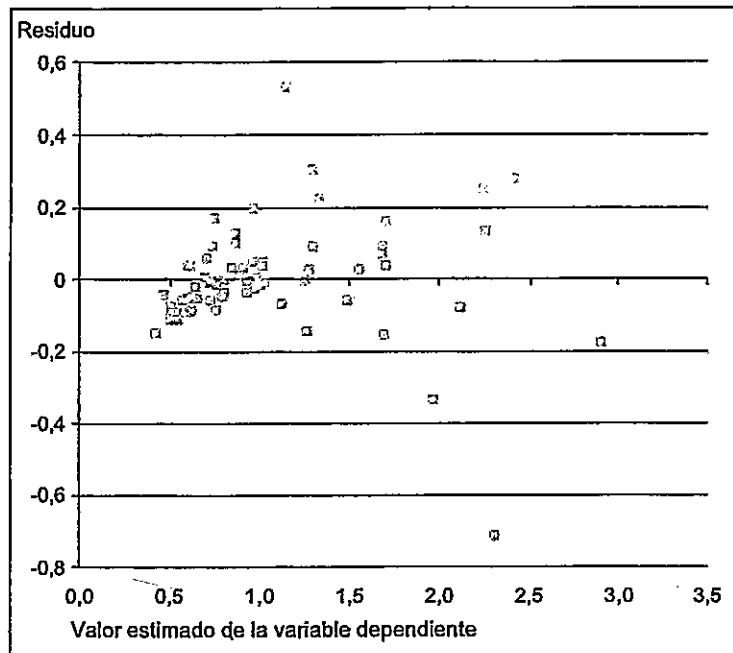


Se ha contrastado, por lo tanto, si se produce o no el incumplimiento de ambas hipótesis en el modelo resultante, esto es, la heteroscedasticidad y la autocorrelación del mismo, respectivamente.

Comenzando por el examen de la hipótesis de homoscedasticidad de los errores, se ha llevado a cabo un contraste paramétrico, para detectar la existencia o ausencia de heteroscedasticidad, diseñado y desarrollado por S.M. Goldfeld y R.E. Quandt. El supuesto del que parten es que la varianza de las perturbaciones aleatorias aumentará con el valor de la variable explicativa. En el Gráfico 7.2 se puede observar que, efectivamente, a mayores valores de la estimación realizada por el modelo, asociados a mayores valores de la variable independiente,  $X_1$  (EPOR), mayor es la variabilidad de los residuos. Se ha considerado, en consecuencia, apropiado plantear el contraste de Goldfeld & Quandt. Siguiendo los pasos del test, se han ordenado las observaciones en función del valor creciente de la variable explicativa ( $X_1$ ) y omitiendo un número concreto,  $p$ , de observaciones centradas, cuyo valor óptimo oscila en torno a la tercera parte de las observaciones totales ( $p \approx T/3$ ), quedando, entonces, formados dos grupos con  $(T-p)/2$  observaciones cada uno; el primero con los casos de menor valor de la variable independiente,  $X_1$  y el segundo con los casos de mayor valor de la variable independiente,  $X_1$ . Se conforma un estadístico  $\lambda$  igual al cociente entre la Suma de los Cuadrados de los Residuos del segundo y la Suma de los Cuadrados de los Residuos del primer grupo ( $\lambda = SCR2/SCR1$ ), que se distribuye como una F de Snedecor con  $(T-p-2k)/2$  grados de libertad en el numerador (número de observaciones con mayores valores de la variable explicativa) y los mismos en el denominador (número de observaciones con menores valores de la variable explicativa), siendo:

- $T$ , el número de observaciones totales = 69.
- $p$ , el número de observaciones centradas eliminadas, habiéndose seleccionado justo  $T/3$ , esto es 23, con lo que quedan otros dos grupos de 23 observaciones.
- $K$ , el número de regresores = 2; el término independiente y la variable explicativa  $X_1$  (EPOR).

**Gráfico 7.2: Análisis de la varianza de los residuos. Datos 1988**



El número resultante de grados de libertad de numerador y denominador es 21. La hipótesis nula ( $H_0$ ) planteada es la ausencia de heteroscedasticidad ( $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_T^2$ ). Si el valor obtenido del estadístico  $\lambda$  es mayor que el valor en tablas de una F de Snedecor con 21 grados de libertad en el numerador y el denominador y un nivel de significación de 0,05, se rechazaría la hipótesis nula ( $H_0$ ), lo que significaría la existencia de heteroscedasticidad. Si, por el contrario, fuera menor el valor del estadístico  $\lambda$  que el valor en tablas de la F de Snedecor, se aceptaría la hipótesis nula ( $H_0$ ), implicando la homoscedasticidad del modelo.

Para las 23 observaciones con menor valor de la variable independiente  $X_1$ , el valor de la Suma de los Cuadrados de los Residuos (SCR1) es 0,03936 y para las 23 observaciones con mayor valor de la variable independiente  $X_1$ , la Suma de los Cuadrados de los Residuos (SCR2) toma un valor igual a 1,221. De esta manera, el valor del estadístico  $\lambda$  es igual a 31,021, en tanto que para un nivel de significación de 0,05, el valor en tablas de una F de Snedecor con 21 grados de libertad en numerador y denominador es (aproximado por el de una F de Snedecor con 20 grados de libertad en

el numerador y 21 en el denominador) 2,1. Por lo tanto, se rechaza  $H_0$ , con lo que el modelo no es homoscedástico.

Este resultado obliga a adoptar medidas, con objeto de poder continuar con el modelo, pues los coeficientes de regresión estimados por el método de mínimos cuadrados ordinarios ( $\hat{P}_0$  y  $\hat{P}_1$ ) “*siguen siendo lineales e insesgados pero no son óptimos*” (URIEL, E., CONTRERAS, D., MOLTÓ, M.L. & PEIRÓ, A., 1990: 194). La condición de eficiencia es tener mínima varianza y, precisamente, la heteroscedasticidad hace referencia a la varianza de las perturbaciones aleatorias (Vide URIEL, E. et al., 1990: 61 y 185). Para ello, es preciso encontrar un procedimiento que permita obtener unos estimadores mejores, mediante una transformación del modelo, de manera que la matriz de varianzas - covarianzas de los errores obtenida con el modelo «transformado» sea escalar (Vide URIEL, E. et al., 1990: 195). La transformación se lleva a cabo mediante el cálculo de los estimadores por el procedimiento de mínimos cuadrados generalizados, esto es, multiplicando el modelo por una matriz P de orden T, tal que:

$$P Y_i = P b_0 + P b_1 X_{1i} + P u_i$$

para  $i = 1, 2, \dots, T$ .

Los estimadores resultantes, mínimo cuadrático generalizados, son lineales, insesgados y de mínima varianza (Vide NOVALES CINCA, A., 1991: 141). Por lo tanto, es necesario aplicar el procedimiento de mínimos cuadrados generalizados al modelo propuesto. La razón del problema consiste en la variación de los residuos entre las distintas observaciones, por lo que es necesario conocer el esquema que sigue la varianza de las perturbaciones aleatorias. En tanto que dicha varianza está asociada al valor de la variable independiente  $X_1$ , se interpreta la matriz P, utilizada en la transformación del procedimiento, como la inversa de la varianza de los residuos, o lo que es lo mismo, como la inversa de la variable explicativa  $X_1$ , si bien debe averiguarse el grado de proporcionalidad de la misma, es decir la potencia a la que se eleva la variable independiente  $X_1$ .

$$(1/X_{1i}^k) Y_i = (1/X_{1i}^k) b_0 + (1/X_{1i}^k) b_1 X_{1i} + (1/X_{1i}^k) u_i$$

para  $i = 1, 2, \dots, T$ ; siendo  $r$  la potencia a la que, elevada la variable independiente,  $X_i$ , señala con mayor precisión la proporcionalidad del esquema seguido por la varianza del error.

El programa SPSS permite, mediante la utilidad *Weight Estimation*, calcular de manera automática esta potencia. En este caso, dicha potencia es 2,4. El modelo estimado por mínimos cuadrados generalizados ha quedado, entonces, definido así:

$$(1/X_{ii}^{2,4}) Y_i = b_0 (1/X_{ii}^{2,4}) + b_1 (1/X_{ii}^{2,4}) X_{ii} + (1/X_{ii}^{2,4}) u_i$$

para  $i = 1, 2, \dots, T$ .

La transformación efectuada ha consistido en una ponderación concreta, por lo que frecuentemente también se denomina este procedimiento «mínimos cuadrados ponderados». Se han ponderado de distinta forma las observaciones; con un peso mayor aquellos casos con menor valor de la variable explicativa (menor varianza de los errores) y con un menor peso las observaciones con un mayor valor de la variable independiente (mayor varianza de los errores), a diferencia del procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios, que pondera igual todas las observaciones (Vide NOVALES CINCA, A., 1991: 141).

$$Y'_i = b_0 + b_1 X'_{ii} + u'_i$$

para  $i = 1, 2, \dots, T$ .

Aplicando mínimos cuadrados ordinarios al modelo transformado, puede continuarse con el análisis.

### 7.1.2. La estimación por Mínimos Cuadrados Generalizados

El modelo con los estimadores mínimo cuadrático generalizados se define por la siguiente formulación:

$$\hat{Y}_i = \beta_0 + \beta_1 X_{ii}$$

para  $i = 1, 2, \dots, T$ ; siendo:

- $\hat{Y}_i$ , la estimación de la variable dependiente, AG, realizada por el modelo.
- $X_{1i}$ , la variable explicativa EPOR.
- $\beta_1$ , la estimación por el procedimiento de mínimos cuadrados generalizados, realizada por el modelo, del coeficiente de regresión de la variable explicativa.
- $\beta_0$ , la estimación por mínimos cuadrados generalizados del parámetro del valor constante de la variable explicada.

En concreto, efectuado el cálculo, el modelo se formula:

$$\hat{Y}_i = 0,08243 + 0,943 X_{1i}$$

para  $i = 1, 2, \dots, T$ ; siendo:

- $\hat{Y}_i$ , la estimación de la variable dependiente, AG, realizada por el modelo, para cada una de las unidades espaciales consideradas.
- $X_{1i}$ , la variable explicativa, EPOR, para cada una de las unidades espaciales incluidas en el análisis.

La representación del ajuste obtenido con el modelo de MCG viene recogida en el Gráfico 7.3.

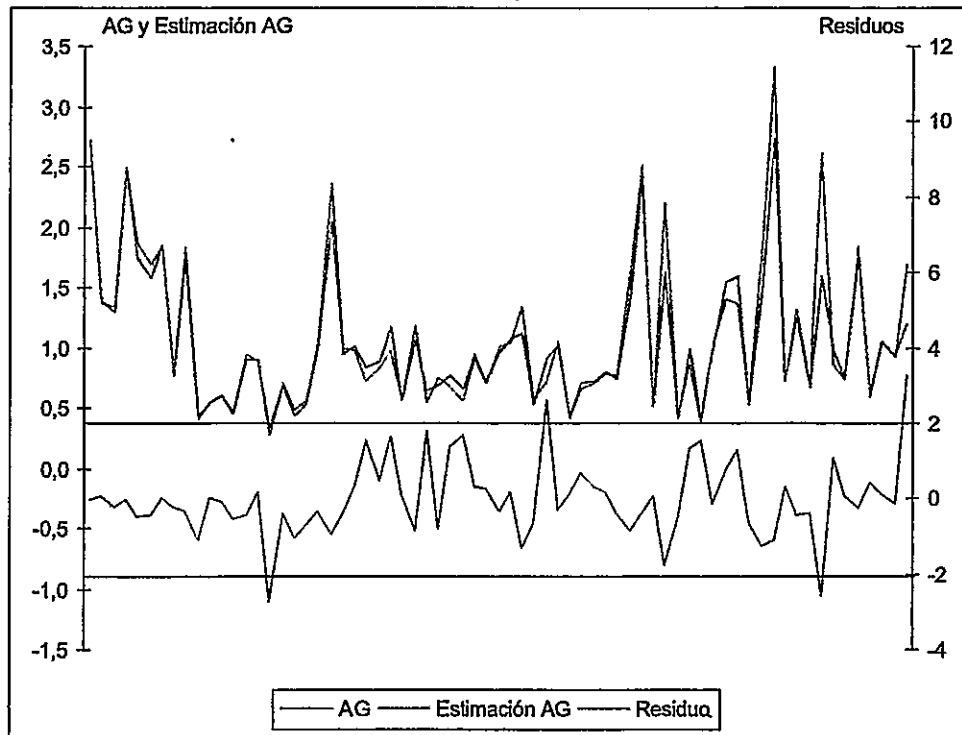
Los principales estadísticos y resultados del modelo son, entonces:

- a) Significatividad de la constante y de la variable independiente,  $X_1$  (Test de significación de los coeficientes de regresión de ambas):
  - En el caso de la constante,  $T = 0,08243 / 0,018 = 4,504$ .
  - En el caso de la variable independiente  $X_1$ ,  $T = 0,943 / 0,030 = 31,194$ .
  - Valor crítico de una distribución t de Student resultante, según se recoge en las tablas, del nivel de significación seleccionado (0,05) y del número de grados de libertad debido al tamaño muestral (69) y al número de regresores

empleados (2, la constante y la variable explicativa  $X_1$ ) es por aproximación (con 60 grados de libertad), 1,671.

En ambos casos, tanto para el término independiente como para la variable independiente utilizada (EPOR), el valor del estadístico T es superior al valor crítico determinado, con lo que se rechaza la hipótesis nula. La constante y la variable independiente,  $X_1$  (EPOR) son significativas a la hora de su consideración en el modelo para la explicación de la variable dependiente, Y (AG) y la probabilidad de que ello sea debido al azar es muy pequeña (5%).

**Gráfico 7.3: Ajuste del modelo con MCG. Datos 1988.  $\hat{Y}_i = 0,08243 + 0,943 X_{1i}$**



b) Análisis de la significatividad estadística del modelo, para el cual se ha utilizado la prueba del estadístico F.

- $F = [14,063/(2-1)] / [0,968/(69-2)] = 973,067$ .
- El valor crítico de una distribución F de Snedecor resultante, según se recoge en las tablas, del nivel de significación seleccionado (0,05) y del

número de grados de libertad de numerador y denominador debido al tamaño muestral (69) y al número de regresores empleados (2) es por aproximación (con 1 grado de libertad en el numerador y 60 grados de libertad en el denominador), 4,0.

El valor del estadístico F del modelo es superior al valor crítico determinado ( $973,067 > 4,0$ ) y, por ello, se rechaza la hipótesis nula, concluyéndose que el modelo es significativo. Considerando la muestra empleada en el estudio, podemos explicar con este modelo 973,067 veces más variación de la variable dependiente que utilizando su media y la probabilidad de que ello se deba al azar es muy pequeña (5%).

- c) Coeficiente de determinación,  $R^2$ . En este caso, el modelo propuesto explica el 93,6% de la variación de Y (AG);  $R^2 = 0,936$ .
- d) Coeficiente de determinación ajustado o corregido,  $\bar{R}^2$ , que toma un valor igual a 0,935. A efectos comparativos, independientemente del número de observaciones y de variables independientes, el modelo explica el 93,5% de la variación de Y (AG).
- e) Error estándar de la estimación. Toma como valor 0,12022 ( $[(0,968/67)]^{1/2}$ ), valor muy pequeño, reflejo de la gran precisión de la estimación de la variable dependiente, AG, por parte del modelo con mínimos cuadrados generalizados.

El modelo, aplicando la estimación de mínimos cuadrados generalizados, mejora el coeficiente de determinación,  $R^2$ , de 0,927 a 0,936, con lo que la explicación de la variable dependiente debida al modelo propuesto es aún mayor. Asimismo el coeficiente de regresión del término independiente ( $\beta_0$ ) se reduce, aumentando el de la variable independiente  $X_1$  ( $\beta_1$ ), cobrando ésta, en consecuencia, un mayor peso en la definición de la variable dependiente. El error estándar de la estimación se reduce de 0,15394 a 0,12022, símbolo de la mayor precisión ofrecida en la estimación de la variable explicada, AG, por el modelo con mínimos cuadrados generalizados.



Este nuevo modelo es, además, homoscedástico. De cualquier manera, puede comprobarse realizando de nuevo el Test de Goldfeld & Quandt. Los datos a tener en cuenta son:

- $T$ , el número de observaciones totales = 69.
- $p$ , el número de observaciones centradas eliminadas, habiéndose seleccionado justo  $T/3$ , esto es 23, quedando otros dos grupos de 23 observaciones.
- $K$ , el número de regresores = 2; la constante y la variable explicativa  $X_i$  (EPOR).

En consecuencia, el número resultante de grados de libertad de numerador y denominador es 21. Para las 23 observaciones con menor valor de la variable independiente  $X_i$ , el valor de la Suma de los Cuadrados de los Residuos (SCR1) es 0,249. Para las 23 observaciones con mayor valor de la variable independiente  $X_i$ , la Suma de los Cuadrados de los Residuos (SCR2) es igual a 0,322. El valor del estadístico  $\lambda$  resultante es igual a 1,2932 (0,322/0,249). Para un nivel de significación de 0,05, el valor en tablas de una F de Snedecor con 21 grados de libertad en numerador y denominador es (aproximado por el de una F de Snedecor con 20 grados de libertad en el numerador y 21 en el denominador) 2,1. En consecuencia ( $1,2932 < 2,1$ ), se acepta  $H_0$ , afirmando que el modelo obtenido es homoscedástico.

De todas maneras, es preciso examinar si el modelo obtenido cumple o no otro principio básico, ya señalado; el hecho de que las perturbaciones aleatorias correspondientes a distintas observaciones no estén correlacionadas entre sí, es decir, si existe o no autocorrelación. En las series temporales es un problema usual y de fácil comprensión, por cuanto su existencia pone de relieve la correlación entre los errores de observaciones consecutivas en el tiempo, estando la serie, de forma lógica, ordenada según su escala temporal. Al trabajar con datos de sección cruzada, como es el caso, este problema es muy raro, si bien también puede plantearse (Vide URIEL, E. et al., 1990: 215). La posible explicación de este incumplimiento está en el efecto proximidad de las unidades espaciales consideradas, entendiéndose que se dé mayor correlación entre sectores próximos espacialmente que alejados entre sí.

Con este último comentario, se adelanta un aspecto fundamental a la hora de estudiar la existencia o ausencia de autocorrelación en el modelo. Se trata de la ordenación de la serie de observaciones. Como se ha indicado, debe analizarse el grado de correlación de las perturbaciones aleatorias correspondientes a distintas unidades muestrales que tengan una determinada ordenación (Vide URUEL, E. et al., 1990: 56). La ordenación realizada, y contrastada con otras posibles, ha sido la construida siguiendo un «esquema en espiral»; esto es, centrífugo (en forma de coronas del interior hacia el exterior), basado en la situación cardinal (N-O-S-E) de los sectores de pertenencia, completándose mediante el orden alfabético de los distintos distritos y municipios, ante las múltiples opciones de ordenación que, en estricta aplicación de este criterio podrían obtenerse.

Para analizar la existencia o ausencia de autocorrelación, se ha realizado la prueba estadística más empleada; el contraste de Durbin Watson, que estudia la correlación de los residuos de las observaciones consecutivas en la serie. El valor del estadístico de Durbin Watson viene calculado por la propia utilidad *Linear Regression* de SPSS empleada. Este estadístico depende de los datos de la variable endógena,  $X_1$ , del número de observaciones,  $T$  y del número de regresores explicativos (variables independientes, es decir, total de regresores excluyendo el término independiente),  $k'$ .

La hipótesis nula ( $H_0$ ) planteada es la ausencia de autocorrelación. Con base en los grados de Libertad del numerador ( $T$ ) y del denominador ( $k'$ ) y para un nivel de significación seleccionado, se obtienen en las tablas del estadístico  $d$  de Durbin Watson dos valores ( $d_L$  y  $d_U$ ), que constituyen el límite inferior y el superior de  $d$  y son los valores críticos para un nivel de significación  $\alpha$  y parámetros  $T$  y  $k'$ .

Si el valor obtenido del estadístico  $d$  está entre 0 y  $d_L$ , se rechaza  $H_0$ , afirmando que existe autocorrelación positiva. Si el valor del estadístico  $d$  del modelo propuesto está incluido entre  $4 - d_L$  y 4, se rechaza  $H_0$ , existiendo autocorrelación negativa. Si el valor de  $d$  está incluido en los intervalos  $d_L \leftrightarrow d_U$  ó  $4 - d_U \leftrightarrow 4 - d_L$ , no puede aceptarse ni rechazarse  $H_0$ . Si  $d$  oscila entre  $d_U$  y  $4 - d_U$ , en las proximidades de 2, se acepta  $H_0$ , lo que significa la ausencia de autocorrelación.

El valor del estadístico  $d$  de Durbin Watson del modelo propuesto y según la ordenación comentada es 1,708. Con un nivel de significación igual a 0,05, 69 observaciones ( $T$ ) y 1 variable explicativa ( $k'$ ), los valores obtenidos son, por aproximación con 70 observaciones,  $d_L = 1,583$  y  $d_U = 1,641$ . La distribución del estadístico  $d$  con sus distintos límites queda definida de la siguiente manera:

0	$d_L$	$d_U$	$4 - d_U$	$4 - d_L$	4
0,000	1,583	1,641	2,359	2,417	4,000

rechazo <i>Autocorr positiva</i>	ni acepto ni rechazo	acepto	ni acepto ni rechazo	rechazo <i>Autocorr negativa</i>
---	-------------------------	--------	-------------------------	---

El valor de  $d = 1,708$  está dentro del intervalo  $1,641 (d_U) \leftrightarrow 2,359 (4 - d_U)$ , por lo que se acepta la hipótesis nula, pudiendo afirmar que el modelo no presenta autocorrelación.

El modelo resultante, utilizando el procedimiento de estimación por mínimos cuadrados generalizados, es significativo en la explicación de la variable dependiente y cumple los supuestos estadísticos del modelo lineal, siendo los estimadores obtenidos de los coeficientes de regresión lineales, insesgados y óptimos. Con él, según se ha visto, se explica el 93,6% de la variación de la variable dependiente (AG). Por lo tanto, en el análisis de la estructura espacial de flujos de transporte por motivo trabajo, el modelo adoptado, basado en la utilización como única variable explicativa del cociente entre empleos y población ocupada residente (E/POR), que especifica el carácter predominantemente laboral o residencial de toda unidad espacial considerada, explica prácticamente en su totalidad el cociente entre la atracción y la generación de viajes al trabajo (A/G), que sirve para caracterizar toda unidad espacial como área de generación o polo de atracción de este tipo de desplazamientos.

## 7.2. La explicación de la estructura de flujos de transporte por motivo trabajo en 1996

A partir de los datos existentes para el año 1996, puede realizarse idéntico proceso que el efectuado en el apartado anterior. Se construye una tabla de valores de la variable dependiente (AG) y el conjunto de ocho variables independientes, con 70 observaciones, puesto que el municipio de Tres Cantos se segregó en 1991 de Colmenar Viejo. Esta tabla viene, asimismo, recogida en el Anejo estadístico número 3, conjuntamente con el conjunto de resultados obtenidos del análisis («Salidas de SPSS»).

### 7.2.1. La estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios

La variable independiente que tiene mayor correlación con la explicada, AG, es de nuevo  $X_1$  (EPOR), tal y como se recoge en el Cuadro 7.4. El coeficiente de correlación de ambas variables es 0,983. Por tanto,  $X_1$  (EPOR) es la primera variable independiente que se ha incorporado al análisis y el modelo de partida ha quedado, entonces, construido de la siguiente forma:

$$\hat{Y}_i = P_0 + P_1 X_{1i}$$

para  $i = 1, 2, \dots, T$ .

Los principales estadísticos y resultados del modelo son:

- a) Significatividad del término independiente y de la variable explicativa,  $X_1$  (Test de significación de los coeficientes de regresión de ambas).
  - En el caso del término independiente,  $T = 0,05693 / 0,025 = 2,254$ .
  - En el caso de la Variable explicativa  $X_1$ ,  $T = 0,917 / 0,021 = 44,407$ .
  - El valor crítico de una distribución t de Student resultante, según se recoge en las tablas, del nivel de significación seleccionado (0,05) y del

número de grados de libertad debido al tamaño muestral (70) y al número de regresores empleados (2, esto es, la constante y la variable explicativa  $X_1$ ) es por aproximación (con 60 grados de libertad), 1,671.

En ambos casos, tanto para la constante como para la variable independiente utilizada (EPOR), el valor del estadístico T es superior al valor crítico determinado, con lo que se rechaza la hipótesis nula. La constante y la variable independiente,  $X_1$  (EPOR) son significativas como para incluirse en el modelo para la explicación de la variable dependiente, Y (AG) y la probabilidad de que ello sea debido al azar es muy pequeña (5%).

**Cuadro 7.4: Matriz de correlaciones entre las variables del modelo. Datos 1996**

	AG	EPOR	Tam hogar	DENSID	RENTA	Tasa Activ	Tasa Paro	Viv Ppales	Edad trab
AG	1,000	0,983	-0,406	0,347	0,227	-0,141	-0,002	-0,110	-0,285
EPOR	0,983	1,000	-0,368	0,327	0,225	-0,133	-0,049	-0,146	-0,294
Tam hogar	-0,406	-0,368	1,000	-0,759	-0,197	0,554	-0,271	-0,084	0,521
DENSID	0,347	0,327	-0,759	1,000	0,283	-0,624	0,205	0,215	-0,439
RENTA	0,227	0,225	-0,197	0,283	1,000	-0,150	-0,523	-0,095	-0,063
Tasa Activ	-0,141	-0,133	0,554	-0,624	-0,150	1,000	-0,413	-0,309	0,271
Tasa Paro	-0,002	-0,049	-0,271	0,205	-0,523	-0,413	1,000	0,532	0,003
Viv Ppales	-0,110	-0,146	-0,084	0,215	-0,095	-0,309	0,532	1,000	0,313
Edad trab	-0,285	-0,294	0,521	-0,439	-0,063	0,271	0,003	0,313	1,000

b) Análisis de la significatividad estadística del modelo, para el cual se ha utilizado la prueba del estadístico F.

- $F = [26,506/(2-1)] / [0,914/(70-2)] = 1.972,005$ .
- El valor crítico de una distribución F de Snedecor resultante, según se recoge en las tablas, del nivel de significación seleccionado (0,05) y del número de grados de libertad de numerador y denominador, debido al tamaño muestral (70) y al número de regresores empleados (2), es, por aproximación (con 1 grado de libertad en el numerador y 60 grados de libertad en el denominador), 4,0.

El valor del estadístico F del modelo de partida es superior al valor crítico determinado ( $1.972,005 > 4,0$ ) y, por ello, se rechaza la hipótesis nula, concluyéndose que el modelo es significativo. Considerando la muestra empleada en el estudio,

podemos explicar con este modelo 1.972,005 veces más variación de la variable dependiente AG que utilizando su media y la probabilidad de que ello se deba al azar es muy pequeña (5%).

- c) Coeficiente de determinación,  $R^2$ . En este caso, el modelo propuesto explica el 96,7% de la variación de Y (AG);  $R^2 = 0,967$ .
- d) Coeficiente de determinación ajustado o corregido,  $\bar{R}^2$ , que toma un valor igual a 0,966. A efectos comparativos, independientemente del número de observaciones y de variables independientes, el modelo inicial explica el 96,6% de la variación de Y (AG).
- e) Error estándar de la estimación. Toma como valor 0,11594  $([(0,914/68)]^{1/2})$ , valor muy reducido que refleja la gran precisión de la estimación de la variable dependiente, AG por parte del modelo inicial.
- f) Diagnóstico individual por casos. Considerando el total de observaciones que integran la muestra, se han destacado de nuevo como atípicos los casos con un valor del residuo estandarizado igual o superior a 2. Se trata, con los datos disponibles para el año 1996, según se muestra en el Cuadro 7.5, de Moraleja de Enmedio, Humanes de Madrid y Torrejón de Velasco, de nuevo pequeños municipios del Sur metropolitano, localizados en la parte exterior de la corona metropolitana y con una importante concentración relativa de puestos de empleo industriales, superior a la población ocupada residente. En Moraleja de Enmedio el valor estimado de la variable dependiente AG es superior al observado, al igual que se vio en el análisis realizado para 1988. Este hecho podría estar indicando la atracción de viajes al trabajo desde municipios cercanos no metropolitanos (no recogidos, por ello, dentro del área de estudio, y no considerados en el valor observado de AG). En Torrejón de Velasco, de igual manera, el valor estimado de la variable dependiente AG es superior al observado. Sin embargo, observando los datos de atracciones y generaciones de viajes al

trabajo contenidos en la Encuesta Domiciliaria de Movilidad de Madrid de 1996, se ve que todos los viajes atraídos en tal concepto por Torrejón de Velasco proceden de la región metropolitana y ninguno de fuera de ella. Por ello, no puede ofrecerse una explicación satisfactoria de este caso «atípico». En Humanes de Madrid, las circunstancias son las contrarias a las observadas en Moraleja de Enmedio y Torrejón de Velasco, ya que el valor estimado de la variable dependiente AG es inferior al observado. Según los datos de la Encuesta Domiciliaria de Movilidad de 1996, la proporción de desplazamientos por motivo trabajo atraídos por Humanes desde fuera de la región metropolitana de Madrid sobre el total es superior a la proporción de viajes al trabajo generados en Humanes hacia zonas no metropolitanas, con lo que la diferencia entre el valor estimado y observado de la variable dependiente AG no puede explicarse de manera apropiada.

**Cuadro 7.5: Análisis de casos atípicos. Datos 1996**

caso nº	Distrito/Municipio	Residuo estandarizado	Valor observado de AG (Y)	Valor estimado de AG ( $\hat{Y}$ )	Valor del Residuo ( $\hat{u}$ )
48	Humanes de Madrid	3,427	2,713	2,327	0,386
50	Moraleja de Enmed	-3,854	1,097	1,531	-0,435
57	Torrejón de Velas	-3,286	0,940	1,310	-0,371

De este modo, el diagnóstico de los atípicos encontrados, según el límite fijado, en términos generales no ofrece una explicación lógica, si bien, valorándose dentro del análisis global del área de estudio, tiene escasa importancia, debido al reducido número de casos atípicos relevantes hallados y a que los mismos hacen referencia a unidades espaciales de escasa entidad en el conjunto de la región metropolitana de Madrid, y su participación en el número de viajes al trabajo generados y atraídos es muy reducida.

El modelo inicial obtenido quedaría, en consecuencia enunciado del siguiente modo:

$$\hat{Y}_i = P_0 + P_1 X_{1i}$$

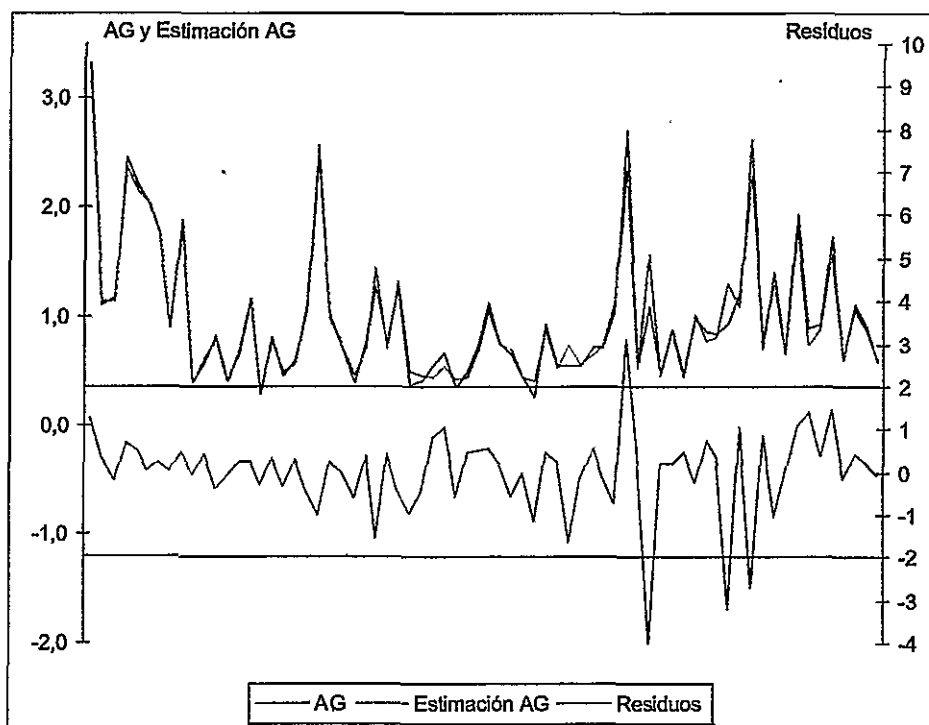
para  $i = 1, 2, \dots, T$ .

Una vez aplicados los coeficientes de regresión de la constante y la variable independiente  $X_i$  obtenidos por el modelo, éste, que viene representado en el Gráfico 7.4, se formula:

$$\hat{Y}_i = 0,05693 + 0,917 X_{1i}$$

para  $i = 1, 2, \dots, T$ .

**Gráfico 7.4: Ajuste del modelo con MCO. Datos 1996.  $\hat{Y}_i = 0,05693 + 0,917 X_{1i}$**



Se ha probado a incluir una nueva variable explicativa. De entre todas ellas, aquella con una mayor correlación parcial con la variable dependiente es, como se ve en el Cuadro 7.6,  $X_3$  (Tambogar), con un valor que es igual a  $-0,260$ . En este caso, según puede verse en el mismo Cuadro 7.6, esta variable independiente cumple el criterio de entrada fijado; el valor del nivel de significación de su estadístico F es  $0,031$ , inferior, en consecuencia, al fijado como límite de «tolerancia»,  $0,05$ .



Esta nueva variable explicativa,  $X_3$  (Tamhogar), explica un 6,76% de la varianza de la variable dependiente (AG) no explicada por  $X_1$  (EPOR), valor obtenido como el cuadrado del coeficiente de correlación parcial ( $-0,260^2 = 0,0676$ ). El modelo inicial con EPOR como única variable independiente explica el 96,7% de la varianza de AG, y la inclusión de Tamhogar al modelo incorpora un 0,223% de explicación de la varianza de AG ( $0,067[1-0,967] = 0,00223$ ). El coeficiente de determinación del modelo pasa de ser 0,967 a 0,969.

**Cuadro 7.6: Inclusión de nuevas variables independientes. Datos 1996**

Variables	Estadístico T	Nivel de Significación del Estadístico F	Coefficiente de correlación parcial
Tam hogar	-2,208	0,031	-0,260
DENSID	1,228	0,224	0,148
RENTA	0,304	0,762	0,037
Tasa Activ	-0,479	0,634	-0,058
Tasa Paro	2,144	0,036	0,253
Viv Ppales	1,560	0,123	0,187
Edad trab	0,210	0,834	0,026

El término independiente y las dos variables explicativas se muestran significativas para la explicación de la variable dependiente, Y (AG), puesto que los valores de sus respectivos estadísticos T superan el valor crítico determinado:

- Constante,  $T = 0,427 / 0,169 = 2,520$ .
- Variable independiente  $X_1$  (EPOR),  $T = 0,899 / 0,022 = 41,635$ .
- Variable independiente  $X_3$  (Tamhogar),  $T = -0,109 / 0,049 = -2,208$ .
- El valor crítico de una distribución t de Student resultante, según se recoge en las tablas, del nivel de significación seleccionado (0,05) y del número de grados de libertad debido al tamaño muestral (70) y al número de regresores empleados (3, la constante y las variables explicativas  $X_1$  y  $X_3$ ) es por aproximación (con 60 grados de libertad), 1,671.

Asimismo, el modelo, con la inclusión de la nueva variable explicativa,  $X_3$  (Tamhogar), es estadísticamente significativo, según indica la prueba del estadístico F:

- $F = [26,586/(3-1)] / [0,852/(70-3)] = 1.044,623$ .
- Valor crítico de una distribución F de Snedecor resultante, según se recoge en las tablas, del nivel de significación seleccionado (0,05) y del número de grados de libertad de numerador y denominador debido al tamaño muestral (70) y al número de regresores empleados (3) es por aproximación (con 2 grados de libertad en el numerador y 60 grados de libertad en el denominador), 3,15.
- El valor del estadístico F del modelo es superior al valor crítico determinado ( $1.044,623 > 3,15$ ).

Como se ha visto, el coeficiente de determinación,  $R^2$  es igual a 0,969, con lo que el modelo explica el 96,9% de la variación de Y (AG).

El coeficiente de determinación ajustado o corregido,  $\bar{R}^2$  toma un valor igual a 0,968. A efectos comparativos, independientemente del número de observaciones y de variables independientes, el modelo inicial explica el 96,8% de la variación de Y (AG).

El error estándar de la estimación es igual a 0,11277 ( $[(0,852/67)]^{1/2}$ ), valor muy reducido, que indica la gran precisión de la estimación de la variable dependiente, AG, por parte del modelo.

El nuevo modelo tiene, entonces, la siguiente formulación:

$$\hat{Y}_i = P_0 + P_1 X_{1i} + P_3 X_{3i}$$

para  $i = 1, 2, \dots, T$ .

Aplicando los coeficientes de regresión de la constante y las variables independientes  $X_1$  y  $X_3$  obtenidos:

$$\hat{Y}_i = 0,427 + 0,899 X_{1i} - 0,109 X_{3i}$$

para  $i = 1, 2, \dots, T$ .

A pesar de todo ello, el modelo resultante de la incorporación de la nueva variable independiente,  $X_3$  (Tamhogar), aporta escasa explicación de la variable dependiente, AG, respecto del modelo inicial con  $X_1$  (EPOR) como única variable explicativa. La escasa mejora en la explicación del cociente entre viajes al trabajo atraídos y generados que se consigue, permite optar por prescindir de  $X_3$  (Tamhogar) como variable explicativa, quedando el modelo definitivamente como se planteó inicialmente:

$$\hat{Y}_i = P_0 + P_1 X_{1i}$$

$$\hat{Y}_i = 0,05693 + 0,917 X_{1i}$$

para  $i = 1, 2, \dots, T$ ; siendo:

- $\hat{Y}_i$ , la estimación de la variable dependiente, AG, realizada por el modelo, para cada una de las unidades espaciales consideradas.
- $X_{1i}$ , la variable explicativa, EPOR, para cada una de las unidades espaciales incluidas en el análisis.

De igual modo que en el análisis de la situación existente en 1988, se ha comprobado si el modelo propuesto cumple o no las hipótesis estadísticas por las cuales la estimación realizada por el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios ( $P_0$  y  $P_1$ ) es óptima. Se siguen, por tanto, los mismos pasos que en el caso del modelo de análisis propuesto para 1988.

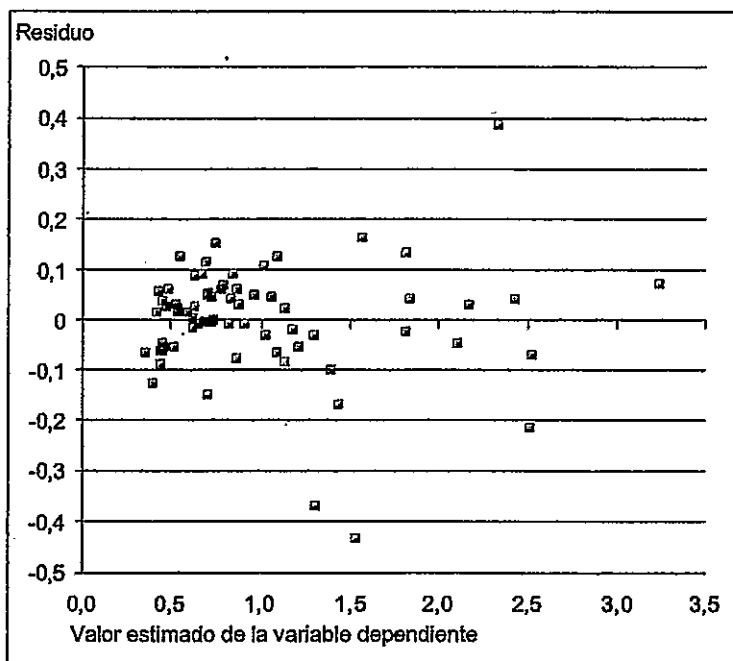
Lógicamente no existe multicolinealidad, a causa de la utilización de una única variable explicativa,  $X_1$  (EPOR).

En el análisis de la hipótesis de homoscedasticidad del modelo, se ha llevado a cabo de nuevo el contraste de Goldfeld & Quandt. En el Gráfico 7.5 se aprecia que la variabilidad de las perturbaciones aleatorias aumenta cuanto mayores son los valores de

la estimación realizada por el modelo, asociados a mayores valores de la variable independiente,  $X_1$  (EPOR). Se han ordenado las observaciones según el valor de la variable explicativa EPOR en orden creciente.

- El número de observaciones totales,  $T = 70$
- El número de observaciones centradas eliminadas seleccionado,  $p$  es 22, muy próximo a  $T/3$ , quedando, de esta manera, otros dos grupos, de 24 observaciones cada uno.
- El número de regresores,  $K = 2$ ; la constante y la variable explicativa  $X_1$  (EPOR).

**Gráfico 7.5: Análisis de la varianza de los residuos. Datos 1996**



El número resultante de grados de libertad de numerador y denominador es 22. Para las 24 observaciones con menor valor de la variable independiente  $X_1$ , el valor de la Suma de los Cuadrados de los Residuos (SCR1) es 0,07359 y para las 24 observaciones con mayor valor de la variable independiente  $X_1$ , la Suma de los Cuadrados de los Residuos (SCR2) es igual a 0,702. El valor del estadístico  $\lambda$  resultante es 9,539. Para un nivel de significación de 0,05, el valor en tablas de una F de Snedecor

con 22 grados de libertad en el numerador y 22 en el denominador es (aproximado por el de una F de Snedecor con 20 grados de libertad en el numerador y 22 en el denominador) igual a 2,07. Contrastando ambos valores, se concluye rechazando  $H_0$ , siendo el modelo planteado heteroscedástico.

Por ello, se han adoptado las medidas necesarias para poder continuar con el análisis, mediante el cálculo de los estimadores por el procedimiento de mínimos cuadrados generalizados. Mediante la utilidad *Weight Estimation* de SPSS se ha obtenido la ponderación que mejor explica la estructura de la varianza de los residuos y que es en este caso  $1/X_{ii}^{1,5}$ . El modelo estimado por mínimos cuadrados generalizados ha quedado definido de la siguiente forma:

$$(1/X_{ii}^{1,5}) Y_i = b_0 (1/X_{ii}^{1,5}) + b_1 (1/X_{ii}^{1,5}) X_{ii} + (1/X_{ii}^{1,5}) u_i$$

para  $i = 1, 2, \dots, T$ .

Es decir:

$$Y'_i = b_0 + b_1 X'_{ii} + u'_i$$

para  $i = 1, 2, \dots, T$ .

Si se aplican mínimos cuadrados ordinarios al modelo transformado, puede proseguirse con el análisis.

### 7.2.2. La estimación por Mínimos Cuadrados Generalizados

Realizando el cálculo pertinente, el modelo, cuya manifestación gráfica puede verse en el Gráfico 7.6, se formula:

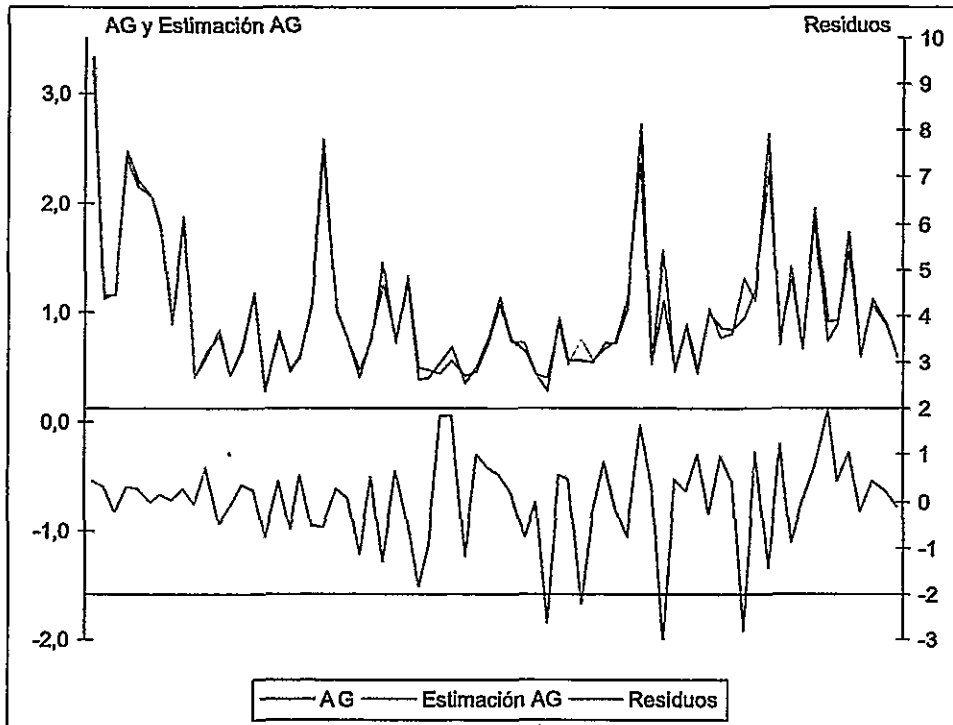
$$\hat{Y}_i = 0,0515 + 0,923 X_{ii}$$

para  $i = 1, 2, \dots, T$ ; siendo:

- $\hat{Y}_i$ , la estimación de la variable dependiente, AG, realizada por el modelo, para cada una de las unidades espaciales consideradas.

- $X_{1i}$ , la variable explicativa, EPOR, para cada una de las unidades espaciales incluidas en el análisis.

**Gráfico 7.6: Ajuste del modelo con MCG. Datos 1996.  $\hat{Y}_i = 0,0515 + 0,923 X_{1i}$**



Los principales estadísticos y resultados del modelo son:

- a) Significatividad de la constante y de la variable independiente,  $X_1$  (Test de significación de los coeficientes de regresión de ambas).
  - En el caso de la constante,  $T = 0,0515 / 0,019 = 2,667$ .
  - En el caso de la Variable independiente  $X_1$ ,  $T = 0,923 / 0,026 = 35,693$ .
  - Valor crítico de una distribución t de Student resultante, según se recoge en las tablas, del nivel de significación seleccionado (0,05) y del número de grados de libertad debido al tamaño muestral (70) y al número de regresores empleados (2, esto es, el término independiente y

la variable explicativa  $X_1$ ) es por aproximación (con 60 grados de libertad), 1,671.

En ambos casos, para la constante y para la variable independiente utilizada (EPOR), el valor del estadístico T es mayor que el valor crítico determinado, hecho por el que se rechaza la hipótesis nula. La constante y la variable independiente,  $X_1$  (EPOR) son significativas de manera individual, al efecto de ser consideradas en el modelo para la explicación de la variable dependiente, Y (AG) y la probabilidad de que ello sea causa del azar es muy reducida (5%).

b) Análisis de la significatividad estadística del modelo, utilizándose el contraste del estadístico F.

- $F = [14,259/(2-1)] / [0,761/(70-2)] = 1.273,972.$
- El valor crítico de una distribución F de Snedecor resultante, según se recoge en las tablas, del nivel de significación seleccionado (0,05) y del número de grados de libertad de numerador y denominador, a causa del tamaño muestral (70) y del número de regresores utilizados (2), es, por aproximación (con 1 grado de libertad en el numerador y 60 grados de libertad en el denominador), 4,0.

El valor del estadístico F del modelo es superior al valor crítico determinado ( $1.273,972 > 4,0$ ) y, por ello, se rechaza la hipótesis nula, concluyéndose que el modelo es significativo. Considerando la muestra empleada en el estudio, puede explicarse con este modelo 1.273,972 veces más variación de la variable dependiente que utilizando su media y la probabilidad de que ello se deba al azar es muy pequeña (5%).

- c) Coeficiente de determinación,  $R^2$  del modelo planteado, que explica el 94,9% de la variación de Y (AG);  $R^2 = 0,949.$
- d) Coeficiente de determinación ajustado o corregido,  $\bar{R}^2$  que toma un valor en este caso igual a 0,949. En términos comparativos, independientemente del número de observaciones y de variables independientes, el modelo explica el 94,9% de la variación de Y (AG).

- e) Error estándar de la estimación, igual a 0,1058  $([(0,761/68)]^{1/2})$ , valor muy bajo, que evidencia la gran precisión en la estimación de la variable dependiente, AG, por parte del modelo con mínimos cuadrados generalizados.

El modelo con mínimos cuadrados generalizados pierde capacidad explicativa, pero de forma «inapreciable», reduciéndose el coeficiente de determinación,  $R^2$ , de 0,966 a 0,949. El coeficiente de regresión del término independiente ( $\beta_0$ ) se reduce levemente, aumentando también muy ligeramente el de la variable independiente  $X_1$  ( $\beta_1$ ), con lo que ésta, en consecuencia, cobra un peso mayor en la definición de la variable dependiente. El error estándar de la estimación se reduce de 0,11594 a 0,1058, manifestando una mejora de la precisión en la estimación de la variable explicada, AG por parte del modelo con mínimos cuadrados generalizados.

Este nuevo modelo es, asimismo, homoscedástico. Para comprobarlo, se ha llevado a cabo de nuevo el contraste de Goldfeld & Quandt:

- T, el número de observaciones totales = 70
- p, el número de observaciones centradas eliminadas, seleccionándose 22, con lo que quedan dos grupos de 24 observaciones cada uno.
- K, el número de regresores = 2; la constante y la variable explicativa  $X_1$  (EPOR).

En consecuencia, el número resultante de grados de libertad de numerador y denominador es 22. Para las 24 observaciones con menor valor de la variable independiente  $X_1$ , el valor de la Suma de los Cuadrados de los Residuos (SCR1) es 0,246. Para las 24 observaciones con mayor valor de la variable independiente  $X_1$ , la Suma de los Cuadrados de los Residuos (SCR2) es igual a 0,311. El valor del estadístico  $\lambda$  resultante es igual a 1,264 (0,311/0,246). Para un nivel de significación de 0,05, el valor crítico en tablas de una F de Snedecor con 22 grados de libertad en numerador y denominador es (aproximado por el de una F de Snedecor con 20 grados



de libertad en el numerador y 22 en el denominador) 2,07. Por lo tanto ( $1,264 < 2,07$ ), se acepta  $H_0$ , afirmando que el modelo obtenido es homoscedástico.

Acto seguido se ha examinado si el modelo muestra o no la existencia de Autocorrelación. La ordenación de las observaciones ha sido la misma que en el caso de 1988, siguiendo un «esquema en espiral»; centrífugo (en forma de coronas del interior hacia el exterior) y basado en la situación cardinal (N-O-S-E), completándose mediante el orden alfabético de los distintos distritos y municipios. El valor del estadístico  $d$  de Durbin Watson calculado por la propia utilidad *Linear Regression* de SPSS es 2,368. Con 70 observaciones ( $T$ ) y 1 variable explicativa ( $k'$ ), los valores obtenidos son  $d_L = 1,583$  y  $d_U = 1,641$ . La distribución del estadístico  $d$  con sus distintos límites queda definida de la siguiente manera:

0	$d_L$	$d_U$	$4 - d_U$	$4 - d_L$	4	
0,000	1,583	1,641	2,359	2,417	4,000	
rechazo <i>Autocorr positiva</i>	ni acepto ni rechazo		acepto	ni acepto ni rechazo		rechazo <i>Autocorr negativa</i>

El valor de  $d = 2,368$  está dentro del intervalo  $2,359 (4 - d_U) \leftrightarrow 2,417 (4 - d_L)$ , por lo que no puede aceptarse ni rechazarse la hipótesis nula, no pudiendo afirmar que el modelo presente o no autocorrelación. La proximidad del valor de  $d$  (2,368) al límite superior del intervalo en el que se aceptaría la ausencia de autocorrelación (2,359) - mayor que la distancia al límite inferior del intervalo en el que se aceptaría la presencia de autocorrelación negativa (2,417)-, junto con el resultado positivo de “ausencia de autocorrelación” obtenido para los datos del año 1988 y la variabilidad observada en el valor del estadístico  $d$ , en función del orden de las observaciones de sección cruzada, obteniéndose resultados positivos de no existencia de autocorrelación según el Test de Durbin Watson para otras posibles ordenaciones lógicas de proximidad geográfica, como recoge el Anejo estadístico número 3, inducen a pensar que no existe autocorrelación significativa, como para incumplir las hipótesis básicas del modelo.

El modelo, que resulta con el procedimiento de estimación por mínimos cuadrados generalizados, es significativo en la explicación de la variable dependiente y satisface las hipótesis estadísticas del modelo lineal, siendo los estimadores obtenidos de los coeficientes de regresión ( $b_0$  y  $b_1$ ) lineales, insesgados y óptimos. Mediante este modelo, tal y como se ha visto, se explica el 94,9% de la variación de la variable dependiente (AG).

### **7.3. Principales conclusiones del modelo en la explicación de la estructura de flujos de transporte por motivo trabajo**

A partir de los resultados obtenidos del análisis efectuado con los datos disponibles en ambas fechas, 1988 y 1996, puede afirmarse que la organización espacial de los usos residenciales y de actividad económica determina la estructura de flujos de transporte al trabajo que entre ambos se produce y, por lo tanto -dada la importancia de la movilidad por motivo trabajo- que la ordenación de dichos usos en el territorio constituye un elemento indispensable para el conocimiento del sistema metropolitano de transportes y para la intervención sobre el mismo.

Una vez conocido el cociente entre empleos y ocupados residentes en una unidad espacial, puede aproximarse el valor que adopta en la misma el cociente entre viajes atraídos y generados al trabajo. Realizando este procedimiento para el conjunto de unidades que integran un área específica, como es la región metropolitana de Madrid, puede obtenerse una imagen precisa de la disposición espacial de la movilidad por motivo trabajo en ésta, hecho del que se derivan importantes conclusiones sobre el funcionamiento del sistema metropolitano de transportes.

Los resultados obtenidos a partir de la información de ambas Encuestas de Movilidad, para los años 1988 y 1996, son realmente muy similares:

#### **Modelo con los datos de la Encuesta de Movilidad Metropolitana de 1988:**

$$\hat{Y}_i = 0,08243 + 0,943 X_{1i}$$

**Modelo con los datos de la Encuesta Domiciliaria de Movilidad de 1996:**

$$\hat{Y}_i = 0,0515 + 0,923 X_{ii}$$

Considerando:

- para  $i = 1, 2, \dots, T$ , toda unidad espacial que se valore.
- $\hat{Y}_i$ , la estimación de la variable dependiente, AG, realizada por el modelo.
- $X_{ii}$ , la variable explicativa, EPOR, empleada.

Conociendo las dos formulaciones, puede realizarse una estimación por mínimos cuadrados generalizados de la variable dependiente (AG) con resultados muy similares en ambos casos. Por poner algunos ejemplos:

- Para una unidad espacial con un cociente E/POR igual a 0,5, el «primer modelo» (1988) estimaría un valor del cociente A/G de 0,554 y el «segundo modelo» (1996) de 0,513.
- En caso de que el valor del cociente E/POR fuera igual a la unidad, el «primer modelo» (1988) daría como valor estimado del cociente A/G, 1,025 y el «segundo» (1996), 0,975.
- Si el cociente E/POR alcanzara un valor igual a 1,5, la estimación del cociente A/G que se obtendría con el «primer modelo» (1988) sería 1,497 y la resultante del «segundo modelo» (1996), 1,436.
- Si el valor del cociente E/POR fuera 2, el «primer modelo» (1988) realizaría una estimación del cociente A/G igual a 1,968 y el «segundo» (1996) igual a 1,898.

En ambas situaciones, toda zona con un carácter predominantemente residencial, representado mediante un cociente entre empleos y población ocupada residente menor de uno, se mostraría claramente como área de generación de viajes al trabajo, con un cociente entre generaciones y atracciones inferior a la unidad. De la misma manera, todo espacio con un cociente empleos / población ocupada residente

superior a uno, como indicador de su carácter predominantemente laboral, sería indudablemente un polo de atracción de desplazamientos por motivo trabajo, manifestado por su cociente atracciones/generaciones mayor que uno. Además, mediante la aplicación de dichas formulaciones, el valor estimado del cociente entre atracciones y generaciones de flujos por motivo trabajo, obtenido de la aplicación del modelo propuesto (basado en el cociente E/POR como única variable independiente), vendría a explicar la práctica totalidad (en torno al 94% - 95%) de la variación del valor observado -real- del mismo.

Parece lógico, por todo ello, pensar que la forma de avanzar hacia un equilibrio espacial en la generación y atracción de desplazamientos al trabajo, sería incidiendo en la ordenación de los usos residenciales y de actividad económica, a favor de una organización equilibrada -a nivel de cada unidad espacial- de los mismos en el seno del agregado metropolitano.

La similitud existente entre ambos modelos, obtenidos a partir de datos distantes en el tiempo (1988 y 1996), refuerza la fiabilidad contrastada de cada uno de ellos de forma individual. Es decir, el modelo resultante en 1996 reafirma los resultados obtenidos de su aplicación en 1988. Entonces, en un momento determinado del tiempo, para toda unidad espacial que se considere, aplicando cualquiera de ambas formulaciones obtenidas, puede estimarse con gran fiabilidad, a partir del dato conocido del cociente entre empleos existentes y población ocupada residente en la misma, el valor del cociente entre atracciones y generaciones de viajes al trabajo que la caracteriza. Por extensión al conjunto de unidades espaciales integrantes de un agregado metropolitano, puede averiguarse la estructura de la movilidad por motivo trabajo del mismo, a partir de la disposición conocida de los usos residenciales y de actividad económica.

De todas maneras, en caso de optar por una enunciación u otra en la aplicación del modelo, de cara a realizar un análisis de la situación en la actualidad, se ha pensado en la idoneidad de utilizar la obtenida a partir de los datos recogidos para 1996, aparte de por su mayor proximidad en el tiempo y por el, aunque leve, mayor porcentaje de

explicación de la variación de la variable explicada AG (Mayor  $R^2$  y  $\bar{R}^2$ ), por el hecho de que la Encuesta Domiciliaria de Movilidad de 1996 supone una mejora respecto de la Encuesta Domiciliaria de Movilidad Metropolitana de 1988. Partiendo de la misma metodología se ha perfeccionado el análisis:

- Incorporando un 36% de nuevas zonas de transporte diferenciadas para el análisis (656 frente a las 483 de 1988), no sólo debido a la inclusión de la totalidad de municipios de la corona regional, no considerados en la Encuesta de 1988, sino también a la división y creación de nuevas zonas de análisis en el municipio de Madrid y en la corona metropolitana, de acuerdo con criterios de población, accesibilidad o usos diferenciados de suelo (Vide CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID, 1998: 9). Además, a partir de estas 656 zonas de transporte, por división de las mismas, se ha desarrollado una nueva zonificación en 1.055 zonas de menor tamaño, hecho que supone una *“profundización en la precisión de las características de homogeneidad...”* (CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID, 1998: 9), consiguiendo una mayor precisión muestral.
- Aumentando el número de encuestados, hasta una cifra de 25.140 familias y 75.772 personas, respecto de las 19.019 familias y 65.000 personas de 1988, hecho que, aparte de estar motivado en gran medida por la inclusión de la corona regional, también supone una mayor representación de la muestra escogida sobre el total de la población considerada, aumentando de un 1,42% en 1988 a un 1,51% en 1996.
- Incrementando el número total de viajes investigados; de 164.500 en la Encuesta de 1988 a 177.350 en 1996, debido a la consideración de viajes efectuados en la corona regional y también a la mayor proporción de viajes examinados en el municipio de Madrid y la corona metropolitana.
- Contando con herramientas gráficas complementarias, a partir de la «red de vehículo privado» de la Oficina Municipal del Plan de Ordenación Urbana de Madrid (OMP) y de la «red de transporte público» de Metro, EMT, Cercanías de RENFE y autobuses interurbanos, con las que se ha diseñado un Sistema de Información Geográfica, denominado EMME/2, de gran utilidad para

completar el sistema global de información. Se utiliza como simulador gráfico de los desplazamientos y puede emplearse para la realización de pronosis, alterando las condiciones supuestas de funcionamiento del sistema de transportes madrileño (Vide CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID, 1998: 20, 21, 30 y 31).

- Disponiendo de mejoras informáticas considerables en el tratamiento de la información (codificación, grabación y validación de resultados).
- Llevando a cabo una metodología complementaria de la general (visita de agentes encuestadores a las familias seleccionadas), consistente en la realización de una encuesta telefónica en gran parte de los municipios de la corona regional y en Fuenlabrada y Las Rozas.
- Contando con un sistema de control de calidad, a cargo de una entidad de supervisión ajena a la UTE que realizó el trabajo de campo. Esta tarea de supervisión ha sido desarrollada por la Cátedra de Métodos y Técnicas de Investigación de la Facultad de Sociología de la Universidad Complutense de Madrid y realizó su actividad en todas las fases del trabajo de campo y tratamiento de la información (Vide CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID, 1998: 13).
- Comprobando y contrastando la coherencia de los resultados de la Encuesta con fuentes externas, como los estudios de aforos de líneas de autobuses interurbanos, Cercanías, Metro y EMT o el Padrón de habitantes de 1996, el cual, realizado en el mismo año que la Encuesta Domiciliaria de Movilidad, ha servido además como instrumento para elevar los datos de la muestra a la población, tanto en lo que se refiere a hogares como a habitantes.

Asimismo, la experiencia acumulada con la realización de las tres encuestas de movilidad previas (1974, 1981 y 1988) constituye un elemento fundamental, para suponer el perfeccionamiento y mayor rigor de la Encuesta realizada en 1996 en relación con la efectuada en 1988. Por todo ello, cabe pensar que la Encuesta Domiciliaria de Movilidad de 1996 ofrece mayor precisión que la Encuesta Domiciliaria de Movilidad Metropolitana de 1988, por lo que los resultados obtenidos

de la aplicación del modelo propuesto a partir de los datos de 1996 muestran a priori mayor exactitud. Una forma adecuada, en consecuencia, de estimar el cociente entre viajes atraídos y generados por motivo trabajo en una unidad espacial concreta, así como la estructura general de desplazamientos al trabajo en el interior de la aglomeración metropolitana madrileña, en un momento concreto del tiempo, sería mediante la aplicación del modelo de regresión obtenido en 1996:

$$\hat{Y}_i = 0,0515 + 0,923 X_{1i}$$

Respecto de los «atípicos» apreciados en el análisis efectuado en las dos fechas, 1988 y 1996, cabe realizar alguna valoración. El municipio de Moraleja de Enmedio ha mostrado en ambas ocasiones un valor atípico, con un residuo estandarizado superior a 2, aunque se ha podido explicar la razón del mismo por la atracción de viajes por motivo trabajo desde municipios cercanos no metropolitanos, tanto en 1988 como en 1996. Los otros casos atípicos observados, según el criterio establecido, han diferido entre un año y otro y, además, no se ha encontrado una explicación lógica de los mismos, por lo que hace pensar que pudieran haberse debido a errores de encuestación o codificación, de muy escasa importancia, dado su reducido número -dos en ambas fechas- y la exigua entidad de las unidades espaciales «afectadas», en cuanto a la generación y atracción de viajes al trabajo en el conjunto de la región metropolitana de Madrid.

En definitiva, se obtiene un modelo de análisis con el que explicar, utilizando el cociente entre empleos y población ocupada residente como única variable independiente, la práctica totalidad del cociente entre viajes atraídos y generados por motivo trabajo. La estimación realizada por el modelo es lineal, insesgada y óptima, con lo que permite aproximar con gran precisión el valor que adopta el cociente atracciones / generaciones de desplazamientos al trabajo - elemento definitorio de la condición de toda unidad espacial como área de generación o polo de atracción de los mismos- a través del valor que el cociente entre empleos y población ocupada residente adopta en ella.

Tal conclusión permite insistir de nuevo en la necesidad de hacer uso de la ordenación del territorio -actividad que representa una decisión de acción política- incidiendo especialmente en los usos residenciales y de actividad económica, como herramienta de actuación en la planificación del sistema de movilidad metropolitana y la importancia de plantear líneas de intervención decidida en este sentido.

El principal obstáculo con que se cuenta, reside en la disponibilidad de la información necesaria para realizar la estimación. Los datos de Población Ocupada Residente (POR) desagregados por municipio/distrito no son recogidos por la Encuesta de Población Activa (EPA), fuente elaborada por el INE y que tiene como ámbito territorial de encuestación la provincia, no aportando datos más desagregados espacialmente, salvo una explotación especial de la información que se realiza para el municipio de Madrid agregado. Los Censos de Población y los Padrones Municipales de Habitantes ofrecen este dato desagregado para los distintos municipios y para los distritos del municipio de Madrid, pero su elaboración, de forma conjunta, es quinquenal. Asimismo, tampoco se han realizado revisiones padronales, tales como las que existen para el volumen de población total residente (Padrón Continuo), ni proyecciones de población como las realizadas para la población residente y la estructura de edades de la población. El plazo para la renovación de los datos es excesivamente prolongado en el tiempo, con lo que, de esta manera, se desaprovecha la utilidad empírica de la «herramienta de estimación» propuesta.

En cuanto al otro elemento necesario para la construcción de la variable explicativa EPOR, esto es, el número de Empleos localizados (E), para obtener el dato en el ámbito del municipio y distrito, podría emplearse como fuente el Directorio de Unidades de Actividad Económica de la Comunidad de Madrid, que aporta información con periodicidad anual. Sin embargo, sería conveniente que tratara de generalizarse el mismo al conjunto de empleos existentes en la Comunidad de Madrid, no sólo a aquéllos ocupados en actividades que se ejercen en un local, y además incluyendo a profesionales y autónomos en situación fiscal no societaria (personas físicas), junto con los desempeñados por cuenta ajena, o por cuenta propia en forma societaria, únicos considerados por esta fuente hasta ahora.



En conclusión, parece fundamental la necesidad de impulsar avances en materia estadística, de utilidad para la planificación espacial, completando por ejemplo la EPA a nivel de municipio/distrito, o bien realizando estimaciones intercensales o revisiones padronales fiables respecto del número de ocupados por municipio/distrito de forma recurrente, junto con un necesario perfeccionamiento del Directorio de Unidades de Actividad económica en la línea comentada. El Informe final del proyecto Europeo SESAME (*Derivation of the Relationship between Land Use, Behaviour Patterns and Travel Demand for Political and Investment Decisions; Construction of an European Database*) destaca la importancia de disponer de datos sobre empleos y población disponibles al nivel geográfico más detallado (Véase SESAME CONSORTIUM, 1999: 7). Esta tarea, habida cuenta de las competencias de ordenación territorial de la Comunidad de Madrid y de la disponibilidad de un Instituto de Estadística propio de creciente importancia, debiera impulsarse desde la propia Administración autonómica. Esta información, de frecuencia preferiblemente anual, serviría de complemento idóneo para las fuentes disponibles en la actualidad (Censo, Padrón y Encuesta domiciliaria de Movilidad) -cuya periodicidad excede del plazo óptimo-, hecho por el cual también sería preciso un esfuerzo, para lograr la mayor homogeneidad posible entre las distintas fuentes.

Los últimos datos existentes sobre Población Ocupada Residente por municipio/distrito proceden de la Encuesta Domiciliaria de Movilidad 1996 y del Padrón del mismo año. Los próximos serán los que se extraigan del Censo de Población 2001 (los trabajos de realización se han llevado a cabo en el otoño – invierno de 2001-2002), con lo que no estarán disponibles los resultados completos hasta aproximadamente finales de 2003. En cuanto a la información de empleos ubicados, existen datos para 2001 procedentes del Directorio de Unidades de Actividad Económica, pero no son estrictamente comparables con el conjunto de ocupados, a consecuencia de las limitaciones referidas con que cuenta esta estadística. Ambos hechos dificultan la realización de la estimación de la estructura de viajes atraídos y generados por motivo trabajo en la región metropolitana de Madrid, mediante la aplicación del modelo obtenido, esto es, a partir de la estructura de usos residenciales y de actividad

económica existente en la misma, con posterioridad a la efectuada a partir de los datos de la Encuesta Domiciliaria de Movilidad de 1996.

#### **7.4. Aplicación del modelo obtenido a la situación estimada para el año 2001**

No obstante, a pesar de los obstáculos comentados para la actualización del análisis, se ha decidido realizar un ejercicio de proyección de la variable explicativa empleada en el modelo de estimación (EPOR), a partir de las fuentes de información existentes. Como no se dispone, para los municipios y distritos que integran la región metropolitana de Madrid, de información sobre población ocupada ni sobre el total de empleos ubicados, es necesario hacer uso de terceras variables que permitan aproximarlas. Considerando el nivel de desagregación empleado, las variables susceptibles de emplearse serían:

- Los puestos de empleo desempeñados por cuenta ajena, o por cuenta propia bajo forma societaria, en actividades realizadas en un local (procedente del Directorio de Unidades de Actividad Económica de la Comunidad de Madrid), como aproximación de los puestos laborales totales localizados. La información más reciente de que se dispone es la correspondiente al año 2001.
- La población de derecho, como estimación de la población ocupada residente. Los datos más recientes de que se dispone son los recogidos en la revisión padronal del año 2002, aunque aún no se cuenta con la desagregación por distritos del municipio de Madrid.

Podría realizarse, en consecuencia, una proyección del modelo a 2001, haciendo uso de los datos contenidos en ambas fuentes. En el desarrollo lógico de este ejercicio, es necesario realizar unos supuestos concretos. Si se quiere aproximar el volumen de población ocupada residente en cada unidad espacial considerada, mediante el volumen de población total residente en la misma, debe entenderse que el peso de éste, sobre la población residente en el conjunto del área de estudio, se asemeja

considerablemente a la proporción de la población ocupada residente en la misma unidad espacial sobre el conjunto de la región metropolitana. Del mismo modo, para poder aproximar el número de puestos de empleo existentes en cada zona que se valore, a través de los desempeños en la misma exclusivamente por cuenta ajena, o por cuenta propia bajo forma societaria, y dentro de un local, es preciso considerar que, en referencia al conjunto del agregado metropolitano, la proporción de ambas variables es muy similar.

Son muchos los factores demográficos y económicos que inciden en la población ocupada y que pueden introducir matices, que diferencien su distribución espacial de la propia del conjunto de la población, como pueden ser la estructura de edades de la población, el paro registrado, el nivel de renta familiar disponible, el estatus sociocultural, etc. Sin embargo, a partir de las fuentes previas empleadas; Encuesta de Movilidad Metropolitana de 1988, Censo de Población de 1991, Padrón y Encuesta Domiciliaria de Movilidad de 1996, se aprecia la existencia de una extraordinaria correlación entre ambas, con coeficientes (R) de prácticamente la unidad, como se muestra en el Anejo estadístico número 4. En consecuencia, se ha supuesto, al objeto de proyectar los datos, la misma organización espacial de la población ocupada en 2001 (por municipios / distritos) que la observada para la población total.

Asimismo, la estructura de organización de las empresas varía a nivel espacial, en función del peso de la actividad económica sobre el conjunto de usos urbanos, las actividades principales predominantes (CNAE), el tamaño medio empresarial (en número de trabajadores), la función ejercida por las empresas en el seno de sus respectivas organizaciones empresariales (sede central, unidad local única, unidad local auxiliar...), la forma jurídica adoptada (sociedades mercantiles, personas físicas, cooperativas), etc. Por lo demás, no habría motivos para suponer que la estructura espacial de la totalidad de empleos siguiera una lógica diferente de la propia de los empleos por cuenta ajena realizados en locales. Al no poder contar con dos fuentes distintas que ofrezcan información sobre estas variables en el mismo año (Censo de locales de 1990, Encuestas de movilidad de 1988 y 1996, Directorios

de Unidades de Actividad Económica de 1998, 1999, 2000 y 2001), no puede establecerse un análisis comparativo para un año concreto. Sin embargo, la distribución espacial que ambas variables ofrecen, considerando años muy próximos en el tiempo (Encuesta de Movilidad de 1988 con Censo de Locales de 1990 y Encuesta de movilidad de 1996 con Directorios de Unidades de Actividad Económica de 1998 y 1999) es enormemente similar, tal como puede observarse en el Anejo estadístico número 4, por lo que parece apropiado aplicar al conjunto de empleos la misma distribución en el espacio que la de aquéllos recogidos por el Directorio de Unidades de Actividad Económica en 2001. Las tablas con los valores obtenidos de la proyección se ofrecen, asimismo, en el mencionado Anejo número 4.

De este modo, podría estimarse que en la región metropolitana madrileña en el año 2001, considerando una relación empleos - ocupados residentes en el conjunto del agregado metropolitano similar a la apreciada en la Encuesta de movilidad de 1996, habría alrededor de 2.185.000 puestos de trabajo y una población ocupada en torno a 2.196.000 personas. La distribución espacial de los lugares de trabajo y residencia de la población ocupada sería la ofrecida en el Cuadro 7.7, una vez agrupados los datos estimados de los distintos municipios y distritos en los nueve sectores habituales en que se ha dividido la región metropolitana de Madrid. En el Gráfico 7.7 se recoge la situación resultante de la proyección de los datos de la variable explicativa EPOR realizada para 2001, en comparación con las ya analizadas en los años 1988 y 1996.

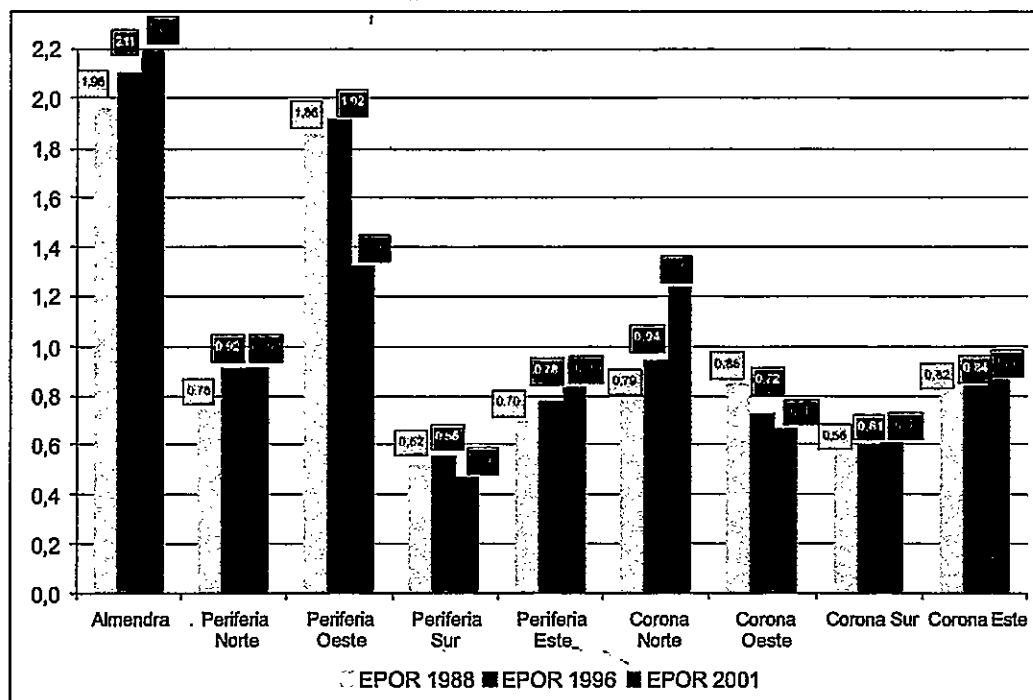
De entre los resultados obtenidos, los aspectos más significativos que se observan son la acentuación del «carácter laboral» que habría sufrido la Almendra Central, la tendencia al equilibrio mostrada por los sectores del Norte y Oeste de la periferia y también Oeste y Este de la corona metropolitana y «efectivamente lograda» por el sector Norte de esta última, y por último el agravamiento del desequilibrio de «tipo residencial» de las áreas más pobladas de la periferia (Este y muy especialmente Sur). La corona metropolitana Sur, por su parte, se encontraría en circunstancias similares a las apreciadas en 1996.

**Cuadro 7.7: Estructura espacial de los lugares de empleo y residencia de la población ocupada estimada para 2001 y cociente entre atracciones y generaciones de viajes al trabajo resultante del modelo propuesto**

Sectores espaciales	Población ocupada residente (POR)		Puestos de empleo (E)		Cociente E/POR	Cociente A/G resultante
	Volumen	peso % S/Total	Volumen	peso % S/Total		
Almendra	409.576	18,65%	894.806	40,96%	2,185	2,068
Periferia Norte	89.609	4,08%	82.097	3,76%	0,916	0,897
Periferia Oeste	46.677	2,13%	61.756	2,83%	1,323	1,273
Periferia Sur	433.022	19,72%	204.307	9,35%	0,472	0,487
Periferia Este	298.004	13,57%	249.958	11,44%	0,839	0,826
<b>Total Periferia</b>	<b>867.312</b>	<b>39,50%</b>	<b>598.118</b>	<b>27,38%</b>	<b>0,690</b>	<b>0,693</b>
C. Metr. Norte	106.971	4,87%	132.283	6,05%	1,237	1,193
C. Metr. Oeste	145.735	6,64%	96.468	4,42%	0,662	0,662
C. Metr. Sur	455.363	20,74%	280.431	12,84%	0,616	0,620
C. Metr. Este	210.865	9,60%	182.738	8,36%	0,867	0,851
<b>Total C. Metr.</b>	<b>918.934</b>	<b>41,85%</b>	<b>691.919</b>	<b>31,67%</b>	<b>0,753</b>	<b>0,757</b>
<b>Total Región Metr.</b>	<b>2.195.822</b>	<b>100,00%</b>	<b>2.184.843</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,995</b>	<b>0,970</b>

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

**Gráfico 7.7: Valor del cociente empleos / población ocupada residente observado en los años 1988 y 1996 y estimado para 2001**



Fuente: CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID: Encuesta Domiciliar de Movilidad de Madrid 1996 y Encuesta de Movilidad Metropolitana de Madrid 1988 y ELABORACIÓN PROPIA

Una vez obtenidos los valores «aproximados» de la variable independiente, EPOR, aplicando la formulación del modelo obtenido en el análisis de regresión previo,  $\hat{Y}_i = 0,0515 + 0,923 X_{i1}$ , se obtienen los valores de la variable explicada, AG, que también son recogidos en el Cuadro 7.7.

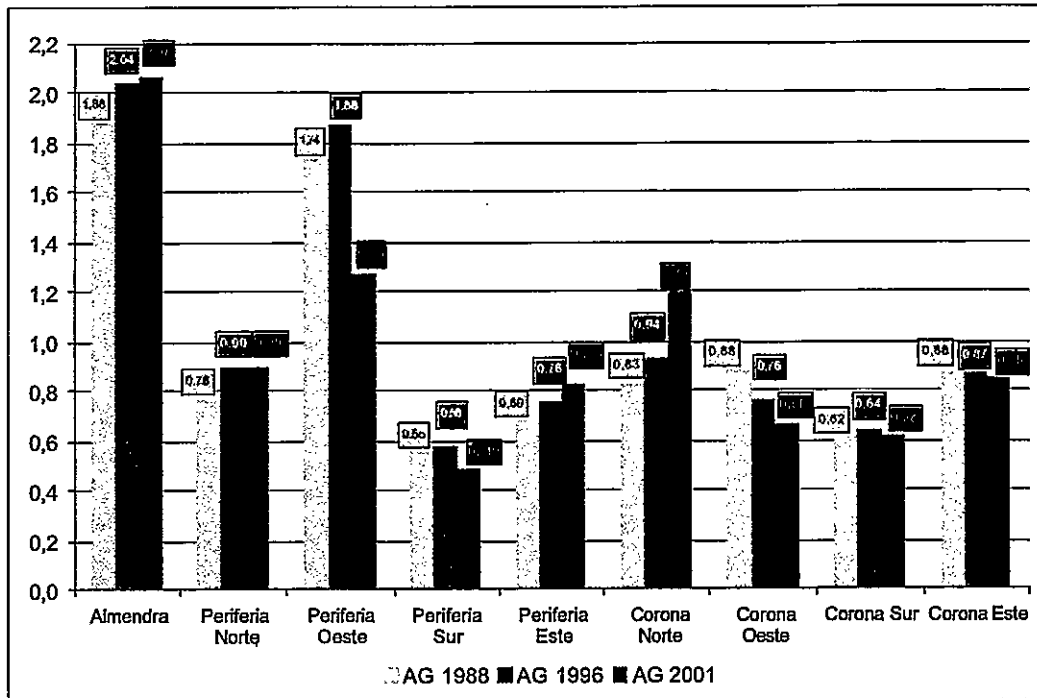
Así, el esquema de flujos de transporte al trabajo en 2001 denotaría la persistencia de un importante desequilibrio en el conjunto del espacio metropolitano, del que se derivaría la seria situación de congestión viaria cotidiana que, de forma creciente -potenciada por el mayor uso del vehículo propio- satura la región metropolitana de Madrid.

De los resultados de la aplicación del modelo con los datos estimados de la variable explicativa, EPOR, para el año 2001, se aprecia la continuidad de una gran diferenciación espacial en cuanto a la generación y atracción de los viajes por motivo trabajo, puesta de relieve en el Gráfico 7.8 y en el Mapa 7.1, persistiendo la Almendra Central y, en menor medida, la periferia Oeste como verdaderos polos de atracción de desplazamientos al trabajo. La Almendra Central habría incluso acentuado, aunque muy levemente, su carácter como tal, respecto de la situación observada en 1996, en tanto que se habría amortiguado muy notablemente en el sector Oeste de la periferia, que muestra una singular tendencia al equilibrio, probablemente a causa del impulso de la función residencial en zonas de Aravaca. El Norte de la corona metropolitana se mostraría como un pequeño polo de atracción de desplazamientos al trabajo, de entidad similar a la periferia Oeste, justificándose este avance, desde la posición equilibrada que mostraba en 1996, en la extraordinaria creación de empleo terciario e industrial en los nuevos desarrollos urbanos de Alcobendas, San Sebastián de los Reyes y Tres Cantos.

Por su parte, se podrían considerar zonas equilibradas el Norte de la periferia y el Este de la corona metropolitana, en tanto que la periferia Este, respecto de 1996, se aproximaría a esta situación, evidenciando una mayor capacidad de atracción, motivada probablemente en el auge de localización terciaria en espacios como el Campo de las Naciones. El resto de sectores mantendrían su clara condición de áreas

de generación de viajes al trabajo, de manera que dicha condición se habría acentuado extraordinariamente en el caso del Sur de la periferia y de la corona metropolitana Oeste y, en menor grado, en el Sur del cinturón metropolitano.

**Gráfico 7.8: Valor del cociente atracciones / generaciones de viajes al trabajo observado en los años 1988 y 1996 y estimado para 2001**

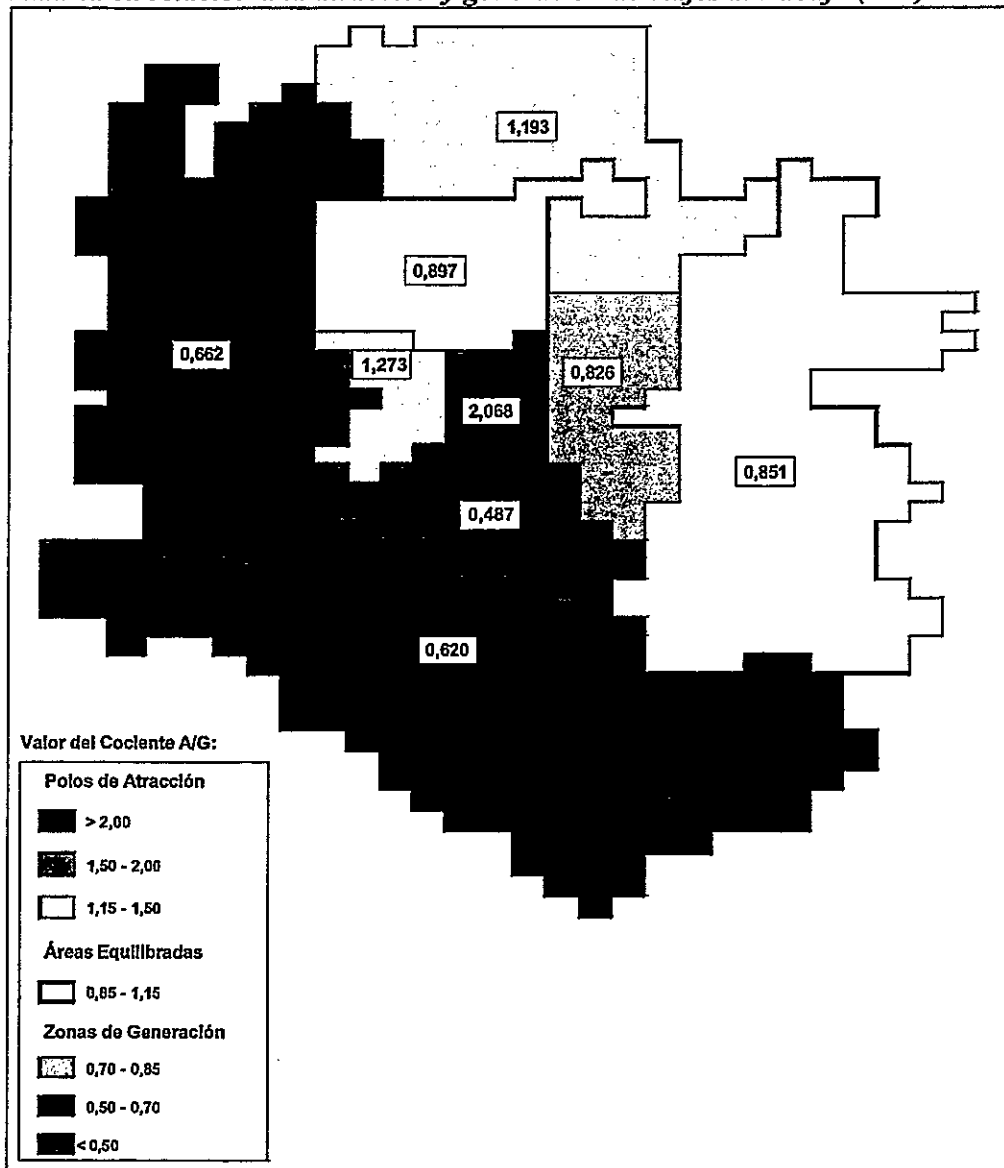


Fuente: CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID: Encuesta Domiciliaria de Movilidad de Madrid 1996 y Encuesta de Movilidad Metropolitana de Madrid 1988 y ELABORACIÓN PROPIA

En cualquier caso, es importante hacer notar de nuevo que los resultados obtenidos para 2001 se deben a un ejercicio de proyección, a partir de variables que sirven de «aproximación lógica» a aquellas con las que se construye la variable explicativa del modelo empleado. Aunque no aporten la precisión que se podría derivar de la aplicación directa de los datos «exactos» de empleos existentes y de población ocupada residente, muestran un estado del esquema espacial de flujos de transporte por motivo trabajo en la región metropolitana de Madrid que no diverge esencialmente de los obtenidos en los sendos análisis de 1988 y 1996, por lo que, aparte de servir como ejemplo de aplicación del modelo de estimación propuesto, permite aventurar una

posible situación concreta más reciente en el tiempo y la consiguiente evolución sufrida por la variable objeto de estudio.

**Mapa 7.1: Caracterización de los sectores que integran la región metropolitana de Madrid en relación a la atracción y generación de viajes al trabajo (A/G) en 2001**



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Este ejercicio prospectivo podría repetirse en el futuro, según se fuera disponiendo de datos más actuales, aunque realmente sería deseable tratar de impulsar la elaboración recurrente de estadísticas referidas a los componentes de la variable



explicativa (empleos y población ocupada residente) en el ámbito del municipio / distrito, para obtener conclusiones sobre la variable explicada lo más fiables y realistas posible.

## **8. ANÁLISIS CLUSTER EN EL ESTUDIO DE LA DIFERENCIACIÓN ESPACIAL DE LA MOVILIDAD POR MOTIVO TRABAJO EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE MADRID**

Como continuación de los planteamientos metodológicos desarrollados en el capítulo previo, a la hora de explicar la estructura espacial que adopta la movilidad metropolitana por motivo trabajo, se pretende indagar en determinados elementos que aportan matices cuantitativos y cualitativos de interés a la diferenciación territorial que la caracteriza. De este modo, se pueden cualificar las razones de un hecho fundamentado principalmente en el mero desequilibrio territorial de los usos residenciales y de actividad económica.

### **8.1. Caracterización sectorial de los desplazamientos por motivo trabajo en la región metropolitana de Madrid**

Un hecho esencial que caracteriza la organización espacial de la movilidad por motivo trabajo, puesto de manifiesto a lo largo del desarrollo realizado en los capítulos previos, consiste en su agudo desequilibrio territorial, que se traduce en una estructura de flujos fuertemente concentrada en el acceso a un único gran polo de atracción central desde diversas y dispersas áreas de generación externas. Sobre esta circunstancia, repetida diariamente en la región metropolitana de Madrid, recae la principal responsabilidad de la existencia del problema de congestión del tráfico que la atenaza.

En éste sentido, se han diferenciado con anterioridad, de entre los nueve sectores en que se ha dividido el agregado metropolitano madrileño, los que manifiestan un comportamiento claramente generador de desplazamientos al trabajo, los que se muestran como centros de atracción de los mismos y los que presentan una pauta más equilibrada en la generación y atracción de viajes por motivo trabajo. Asimismo, se ha identificado toda zona generadora como área de carácter predominantemente residencial y todo polo de atracción como área de mayor importancia relativa laboral, señalando que la estructura espacial de flujos al trabajo es el resultado de la disposición de los usos residenciales y de actividad económica en el territorio. También se han matizado las diferencias existentes entre las distintas zonas en aspectos de gran importancia como la caracterización modal de los desplazamientos al trabajo. Igualmente, se ha valorado la existencia de variables socioeconómicas, que introducen elementos diferenciadores en la generación y la atracción de viajes al trabajo, y que varían territorialmente.

Con el objeto de aunar estas distintas circunstancias en la caracterización de todo sector espacial considerado, tratando de encontrar las similitudes y diferencias, que resulten de tal empeño, entre todos ellos, de manera que puedan definirse varios grupos heterogéneos entre sí, reflejo de los desequilibrios espaciales en la movilidad por motivo trabajo en la región metropolitana de Madrid, puede emplearse una herramienta de análisis que aúna sencillez y rigor descriptivo; la técnica *Cluster* o *análisis de Conglomerados*.

*“El análisis cluster agrupa a los individuos y a los objetos en conglomerados, de tal forma que los objetos del mismo conglomerado son más parecidos entre sí que a los objetos de otros conglomerados. Lo que se intenta es maximizar la homogeneidad de los objetos dentro de los conglomerados, mientras que a la vez se maximiza la heterogeneidad entre los agregados”* (HAIR, J.F., ANDERSON, R.E., TATHAM, R.L. & BLACK, W.C., 1999: 491-492). En este sentido, parece un procedimiento idóneo para buscar diferentes grupos de sectores espaciales, en función de las características de los flujos de transporte por motivo trabajo que se consideren.

Para el desarrollo de dicha técnica analítica, podría haberse empleado una división del espacio metropolitano a nivel de municipios (distritos en el caso del municipio de Madrid), similarmente a la realizada en el capítulo anterior, al utilizar la técnica de regresión lineal. Sin embargo, se ha optado por trabajar con la división sectorial planteada desde el principio, según la cual la región metropolitana de Madrid estaría integrada por nueve sectores; la Almendra Central de la capital; cuatro sectores de la periferia de la misma, uno por punto cardinal y cuatro zonas en la corona metropolitana que circunda el municipio de Madrid, también una por punto cardinal. La principal razón de esta decisión reside en que, en tanto el análisis cluster no es una técnica de inferencia estadística, sino meramente descriptiva de una situación concreta (Vide HAIR, J.F. et al., 1999: 507), no se plantea tanto la necesidad de explicar un fenómeno mediante un modelo de aplicación «universal» a cualquier momento del tiempo y cualquier espacio que se considere, como de describir de forma objetiva una circunstancia particular referida a un espacio y un momento del tiempo específicos, por lo que no se precisa un número de observaciones tan elevado, para lograr una fiabilidad concreta del análisis.

Esta justificación, de todas formas, tendría escaso fundamento, si no se completara con otro planteamiento, cual es que los desequilibrios se constatan no tanto a una escala municipal como de grandes espacios o zonas, cada una de las cuales está integrada por diversas unidades espaciales (municipios o distritos en el caso del municipio de Madrid) considerablemente homogéneas. Se parte de nueve sectores distintos, pero, con el propósito de simplificar el análisis, es preciso identificar un grupo más reducido de «actitudes» distintas, tres por ejemplo, como podrían ser las ya consideradas de polos de atracción, áreas de generación y zonas equilibradas, al caracterizar cada espacio concreto en relación a la estructura de viajes al trabajo. Del estudio de estos nueve sectores, en función de diversas variables de interés, se apreciarían con seguridad nueve «comportamientos» particulares, pero ello dificultaría la comprensión general del fenómeno que se analiza, las características fundamentales que explican el desequilibrio espacial en la movilidad por motivo trabajo. En caso de trabajar con setenta unidades espaciales, a nivel de distrito / municipio, se hallarían muchas más de nueve «actitudes» distintas; incluso podría llegarse a apreciar setenta,

una por unidad considerada, pues no en vano son muchas las variables consideradas para definir correctamente la movilidad al trabajo, lo que introduce matices que, por pequeños que sean, pueden establecer diferencias apreciables.

Es habitual hablar de desequilibrios metropolitanos Centro - Periferia o Norte - Sur... y en esta línea se encuentra el fenómeno que se pretende estudiar, por lo que parece suficiente partir de una división espacial compuesta por nueve sectores, la cual, además, ofrece una interesante doble perspectiva, a nivel de coronas (estructura concéntrica) y a nivel de sectores (estructura radial - sectorial).

## **8.2. Valoración de las variables consideradas en el análisis**

El estudio del desequilibrio espacial, que caracteriza la estructura de la movilidad por motivo trabajo del agregado metropolitano madrileño, debe plantearse de forma integrada, considerando variables de distinta índole, que completen las posibles pautas que subyacen a la situación de desequilibrio.

De tal modo, se incluyen en el análisis diversas variables, que caracterizan distintas facetas de la movilidad al trabajo:

- Unas se refieren a la importancia demográfica de los sectores espaciales considerados (densidad de población, tamaño medio del hogar y porcentaje de viviendas principales sobre el total de viviendas familiares).
- Otras tienen que ver con las peculiaridades socioeconómicas de la población, en cuanto a su organización laboral (porcentaje de población en edad de trabajar, tasa de actividad y tasa de paro) y su nivel económico (renta familiar).
- Un tercer grupo está relacionado con la estructura interna de usos del suelo (Cociente Empleos/Población Ocupada Residente, Porcentaje de empleos del sector terciario, proporción de ocupados en el sector terciario y proporción de vivienda en régimen de propiedad).

- En cuarto lugar, se consideran variables relacionadas con la utilización relativa de los distintos medios de transporte, en comparación con el conjunto del espacio metropolitano; esto es, los coeficientes de especialización modal en transporte público y en vehículo privado.
- Por último, se incluyen variables indicativas de las vinculaciones de las distintas zonas con el conjunto del espacio metropolitano, tales como el localismo (porcentajes de viajes internos sobre el total de generados), indicador muy relacionado con la entidad de los desplazamientos peatonales, y la dependencia funcional (porcentaje de viajes hacia el exterior de una zona sobre el total de generados por ella), diferenciando la que se sustenta sobre medios de transporte público de la que lo hace sobre el vehículo propio, hecho que sirve para introducir un matiz modal, que completa el expuesto en el punto anterior. El escaso peso de la categoría «otros modos de transporte» y la prácticamente nula presencia del modo peatonal en los desplazamientos que se dirigen hacia el exterior de una zona, permiten prácticamente equiparar la dependencia funcional de un sector con la que se produce en medios de transporte público y en vehículo privado.

De esta manera, el conjunto de variables consideradas en el análisis se identifica de la siguiente forma:

- Densid: Densidad de población, número de habitantes por km<sup>2</sup>.
- Tamhogar: Tamaño medio del hogar.
- Vivppales: Porcentaje de viviendas principales sobre el total de viviendas familiares.
- Edadtrab: Proporción de población en edad de trabajar (entre 16 y 65 años).
- Tasaactiv: Tasa de actividad, proporción de la totalidad de población potencialmente activa (en edad de trabajar: 16 - 65 años) que realiza efectivamente una actividad laboral, para la producción de bienes y servicios económicos o está en disposición de realizarla y hace gestiones para incorporarse a dicha producción.

- Tasaparo: Tasa de paro, peso de la población parada sobre el conjunto de población activa.
- Renta: Nivel de renta disponible per cápita, millones de pesetas constantes de 1992.
- EPOR: Cociente entre el número de puestos de empleo existentes y de ocupados residentes en cada unidad espacial.
- Eterciario: Proporción de puestos de empleo en el sector terciario.
- PORterciario: Porcentaje de ocupados en el sector terciario.
- VivPropiedad: Peso del parque de vivienda en régimen de propiedad.
- EspVehículo: Coeficiente de especialización modal en vehículo privado.
- EspTrPublico: Coeficiente de especialización modal en transporte público.
- Localismo: Porcentaje de desplazamientos generados por motivo trabajo que son atraídos por la misma zona que los genera.
- OtrasVehículo: Dependencia funcional en transporte privado, porcentaje sobre el total de viajes al trabajo efectuados en vehículo propio, producidos en una zona, que son atraídos por el resto de sectores considerados.
- OtrasTrPublico: Dependencia funcional en transporte público, porcentaje sobre el total de viajes al trabajo realizados en transporte público, generados en un área, que son atraídos por el resto de sectores considerados.

En su conjunto, se emplean variables que definen las características socioeconómicas, espaciales y modales de la movilidad por motivo trabajo, principales elementos de desequilibrio entre las diferentes agrupaciones territoriales que integran la región metropolitana de Madrid. Otras variables como el cociente entre viajes atraídos y generados por motivo trabajo y el nivel de motorización (número de vehículos por habitante) se han descartado, por tener una correlación muy elevada con variables incluidas; el cociente entre Empleos y Población Ocupada Residente y el coeficiente de especialización modal en vehículo privado respectivamente, con lo que exclusivamente

reiterarían información ya recogida, distorsionando el análisis, al ponderar con más fuerza su efecto sobre los resultados obtenidos.

### **8.3. Desarrollo del proceso de análisis, para la caracterización sectorial de los desplazamientos por motivo trabajo mediante la técnica Cluster**

El análisis Cluster es un procedimiento de análisis multivariante, cuyo uso es enormemente frecuente en ciencias sociales y naturales, a causa de su gran utilidad en el estudio de hechos concretos. Si bien, como se dijo previamente, no es una técnica de inferencia estadística, que permita, por tanto, suponer representativos de la población los resultados obtenidos del análisis de la muestra seleccionada, sí se trata de una metodología objetiva en la explicación de las características propias de un hecho específico, disfrutando de rigurosas propiedades matemáticas (Vide HAIR, J.F. et al., 1999: 507).

Existen, como se sabe, dos tipologías metodológicas diferentes de análisis Cluster; los procedimientos jerárquicos y los no jerárquicos. El proceso apropiado de análisis es el resultante de aplicar ambos, al objeto de valorar los posibles resultados discordantes que se obtuvieran, pudiendo decidir a favor de aquél con mayor soporte teórico y práctico. La utilización del programa SPSS, mediante su utilidad *Classify* facilita la realización de este método de análisis, aún cuando son pocas las observaciones con las que se cuenta. Siguiendo la línea de análisis desarrollada por Hair, Anderson, Tatham y Black, en su ya clásica obra sobre las técnicas de análisis multivariante (HAIR, J.F. et al., 1999), el procedimiento planteado parte de la aplicación de distintas técnicas jerárquicas, en función de las cuales determinar el número óptimo de conglomerados a formar, los perfiles de sus respectivos centroides (valores medios de las diferentes variables consideradas para los casos que integran cada conglomerado formado) e identificar los casos atípicos que pudieran existir. A continuación, se utiliza una técnica no jerárquica, a partir de los centroides obtenidos en el análisis jerárquico, que son utilizados como «puntos de semilla» iniciales. Mediante ésta se ajustan las



pertenencias a los distintos conglomerados de los diversos casos que integran el ámbito de análisis.

Existen distintos procedimientos jerárquicos, en función de distintos algoritmos o criterios de aglomeración, que pueden dar lugar a resultados dispares, hecho por el cual se valoran todos ellos (Encadenamiento Simple, Encadenamiento Completo, Encadenamiento Medio Entre Grupos, Encadenamiento Medio Intra Grupos, Método del Centroide, Método de la Mediana y Método de Ward). Los más empleados habitualmente son el método de Ward y el Encadenamiento Medio Entre Grupos. La medida de distancia que se ha utilizado es la Euclídea y se ha trabajado con los datos estandarizados de todas las variables consideradas, para eliminar el efecto sobre los resultados debido a la utilización de variables medidas en diferentes unidades. Se ha realizado el análisis mediante los diversos métodos jerárquicos, haciendo uso de la función *Hierarchical Cluster* de SPSS.

### **8.3.1. Análisis de la situación observada en 1988 mediante distintos procedimientos «jerárquicos»**

Considerando los valores que las distintas variables toman para los nueve sectores delimitados en el año 1988, tomando como fuente principal de información la Encuesta de Movilidad Metropolitana de ese año, se ha elaborado una tabla de datos, recogida en el Anejo estadístico número 5, que son estandarizados previamente a la aplicación de los distintos procedimientos. Se aprecian dos procesos diferenciados de formación de conglomerados:

- Uno es el resultante de la aplicación del método de Ward y el Encadenamiento Completo, por el cual se converge hacia la situación final con un único conglomerado, agrupando previamente la Almendra Central con los cuatro sectores de la periferia y quedando aparte el grupo integrado por los cuatro sectores de la corona metropolitana.

- El segundo es el que resulta de la utilización de los métodos del Encadenamiento Medio Entre Grupos, Encadenamiento Medio Intra Grupos, Encadenamiento Simple, Centroide y Mediana, según el cual la convergencia hacia la situación con un solo conglomerado final se produce mediante el agrupamiento previo de los cuatro sectores de la periferia y los cuatro de la corona metropolitana, quedando aparte en otro conglomerado diferente la Almendra Central.

En conclusión, los distintos procedimientos jerárquicos indican un proceso que culmina en una divergencia Municipio de Madrid - corona metropolitana o bien Almendra Central - periferia y corona, evidenciando de todas maneras un claro esquema «Centro - Periferia».

En el proceso de formación de clusters, una labor esencial del análisis consiste en determinar el número óptimo de conglomerados resultantes, posición intermedia entre la situación de partida, según la cual cada sector considerado representa un conglomerado, y la final, en la que el conjunto de sectores integran una única agrupación, que es el agregado metropolitano madrileño. Dada la existencia de las dos distintas líneas de formación de conglomerados resultantes de la aplicación de los diversos métodos, se ha optado por seleccionar los dos más utilizados habitualmente; el método de Ward como caso representativo en este caso de la primera opción comentada y el Encadenamiento Medio Entre Grupos como caso característico de la segunda.

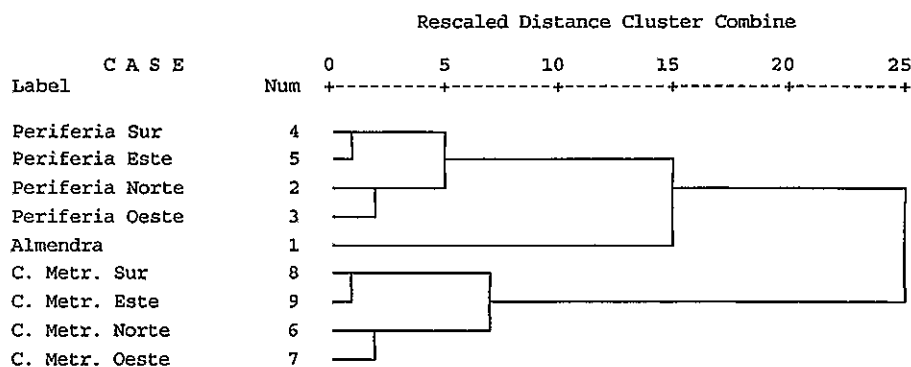
En ambos, la formación de los conglomerados sigue un desarrollo muy similar, agrupándose por un lado los sectores de la periferia y por otro los de la corona metropolitana y quedando como tercer conglomerado el integrado exclusivamente por la Almendra Central. La principal diferencia entre los dos métodos se produce en el siguiente paso, al tratar de conformar una situación con dos clusters. El método de Ward agrupa la Almendra Central con el conjunto de la periferia, formando un conglomerado que sería el municipio de Madrid y quedando aparte el grupo integrado por los cuatro sectores de la corona metropolitana. El método del Encadenamiento Medio Entre Grupos, sin embargo, agrupa en ese mismo paso la periferia y la corona

metropolitana en un solo conglomerado, integrando la Almendra Central un grupo distinto. De ello se deduce que, en caso de optar por tres conglomerados como situación óptima, ambos métodos darían una situación similar, con tres grupos diferenciados, definidos como “Almendra Central”, “periferia” y “corona metropolitana”. Por el contrario, si la opción óptima recogiera dos clusters, se presentaría una solución distinta en un caso y en otro, debiendo adoptar uno de los dos resultados obtenidos, justificando tal decisión. Por supuesto, también podría resultar óptima la situación con dos clusters según un método y la situación con tres clusters según el otro.

Una forma sencilla y enormemente útil para tomar la decisión respecto del número óptimo de conglomerados seleccionados, teniendo en cuenta que no existe un procedimiento objetivo o estándar para emplear como «regla de parada» (Vide HAIR, J.F. et al., 1999: 515), consiste en el análisis gráfico ofrecido por el dendograma con que cuenta la utilidad *Hierarchical Cluster* de SPSS. En los sucesivos pasos de formación de conglomerados, al incorporarse nuevos casos, los clusters resultantes irán siendo paulatinamente más heterogéneos (más distantes entre sí los elementos o casos que forman cada conglomerado), hecho por el cual, llegado un momento, la incorporación de un nuevo caso introduciría una considerable «dosis de heterogeneidad» al cluster resultante, con lo que no sería correcto realizar ese paso y sí pararse en el previo. Esta herramienta gráfica de formación de conglomerados emplea una distancia re-escalada, que simplifica la percepción que se tiene de la medida de las distancias entre casos/conglomerados. Si la variación en la distancia que se produce respecto del paso anterior, al tratar de formar un nuevo cluster (incorporar un nuevo elemento a un conglomerado concreto), según la escala utilizada en el dendograma, es elevada, no debiera continuarse con el proceso de aglomeración. Asimismo, se puede considerar la distancia media de la escala empleada, como valor apropiado de parada del proceso. La escala «transformada» que emplea el dendograma de SPSS tiene un valor mínimo de 0 (punto de partida, cuando todo caso considerado forma un conglomerado en sí mismo) y un valor máximo de 25 (cuando todos los casos quedan integrados en un único conglomerado). El valor medio es 12,5. De la conjugación de ambas formas de proceder, se obtiene una regla de decisión válida y precisa (Vide HAIR, J.F. et al., 1999: 515-516).

El dendograma obtenido por el método de Ward se muestra en el Gráfico 8.1. La solución con tres conglomerados se obtiene para una distancia igual a 7. El paso a una situación con dos conglomerados, incorporándose la Almendra Central al cluster formado por los cuatro sectores de la periferia, se produce a una distancia igual a 15. La variación en la distancia, al pasar de la solución con tres conglomerados a otra con dos, es muy elevada, pues se forman dos clusters a una distancia doble a la cual se forman previamente tres. Además, aquélla supera el valor medio de la escala del dendograma (12,5). Parece, por tanto, apropiado detener el proceso en el momento en que se tienen formados tres conglomerados, “la Almendra Central”, “la periferia de Madrid” y “la corona metropolitana”.

**Gráfico 8.1: Dendograma utilizando el método de Ward. Datos 1988**

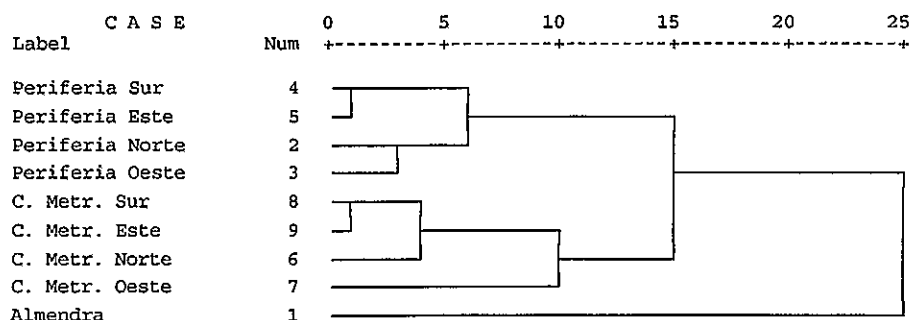


Realizando el análisis mediante el método del Encadenamiento Medio Entre Grupos, cuyo dendograma está recogido en el Gráfico 8.2, se observa que la solución con tres conglomerados se obtiene para una distancia igual a 10. La situación con dos conglomerados, agrupándose la periferia y la corona metropolitana y quedando aparte en un cluster monosectorial la Almendra Central, se produce para una distancia igual a 15. La variación en la distancia, en el paso de la solución con dos conglomerados a la solución con tres conglomerados, es elevada, pero poco más que en el paso previo de cuatro a tres conglomerados (a una distancia igual a 6). Sin embargo, la distancia a la que se forman dos conglomerados excede el valor medio de la escala del dendograma (12,5). A la vista de las circunstancias, podría pensarse en una solución óptima con

cuatro o con tres grupos resultantes. La primera de ambas implicaría dejar a la corona metropolitana Oeste como un cluster por su cuenta, en tanto que la segunda la incorporaría al conglomerado “corona metropolitana”. Dejando patente su carácter particular respecto del resto de sectores de la corona metropolitana, parece, sin embargo, adecuado optar por una solución con tres conglomerados, por no sobrepasar la distancia a la que la misma se produce del valor medio de la escala del dendograma y porque tal decisión implica la unicidad de criterios con la otra línea de análisis, representada por el método de Ward. De esta manera, la solución a la que se llega indica también la existencia de los tres conglomerados indicados; “la Almendra Central”, “la periferia de Madrid” y “la corona metropolitana”.

**Gráfico 8.2: Dendograma utilizando el método de Encadenamiento Medio Entre Grupos. Datos 1988**

Rescaled Distance Cluster Combine



La solución final propuesta, aplicando ambos procedimientos jerárquicos, permite identificar tres conglomerados diferenciados, que representan un resultado lógico, según el cual se describe una estructura concéntrica en cuanto al esquema de movilidad por motivo trabajo en la región metropolitana de Madrid. Profundizando en el proceso de formación de los conglomerados resultantes, desde el momento de partida, con nueve clusters, se evidencia también la existencia de una estructura interna sectorial, subyacente a la propia en forma de coronas concéntricas. De esta forma, empleando tanto el método de Ward como el Encadenamiento Medio Entre Grupos, según se puede ver en sus respectivos dendogramas, del mismo modo que si se observan sus respectivos gráficos de carámbanos y matrices de aglomeración (Ver Anejo estadístico número 5), los conglomerados resultantes a nivel de coronas se van

construyendo a partir de conglomerados sectoriales Sur-Este por un lado y Norte-Oeste por otro. Los tres clusters que primero se conforman, manifestando los casos más homogéneos de cuantos integran la región metropolitana de Madrid, son, en ambos casos y en este orden, la periferia Sur y la periferia Este, la corona metropolitana Sur y la corona metropolitana Este y la periferia Norte y la periferia Oeste. Además, la formación de los conglomerados en forma de coronas (“periferia” y “corona metropolitana”), supone una variación elevada en la distancia a la que se constituyen, respecto de la situación previa de formación de conglomerados sectoriales (“Sur-Este”, “Norte-Oeste”...), hecho que señala la existencia de un nivel de heterogeneidad significativo entre los mismos.

### **8.3.2. Análisis de la situación observada en 1996 mediante distintos procedimientos «jerárquicos»**

De la misma manera que en el análisis de la situación manifestada en 1988, se construye una tabla, recogida en el Anejo estadístico número 6, con los valores adoptados por las distintas variables para los nueve sectores en el año 1996, según la información procedente de la Encuesta Domiciliaria de Movilidad de dicho año, habiendo procedido a su estandarización con anterioridad a la aplicación de los diferentes procedimientos de análisis jerárquico. Se aprecian igualmente dos procesos diferenciados de formación de conglomerados:

- Uno que resulta de la aplicación del método de Ward, convergiendo hacia la situación final con un único conglomerado, agrupando previamente la Almendra Central con los cuatro sectores de la periferia y quedando como grupo aparte el integrado por las cuatro zonas de la corona metropolitana.
- Otro obtenido al utilizar el resto de procedimientos jerárquicos (Encadenamiento Medio Entre Grupos, Encadenamiento Medio Intra Grupos, Encadenamiento Simple, Encadenamiento Compuesto, Centroide y Mediana), en el que la convergencia hacia la situación final con un único conglomerado discurre por una fase previa, en la que se produce el agrupamiento de las



cuatro zonas de la periferia y las cuatro de la corona metropolitana, restando otro conglomerado compuesto por un solo sector, la Almendra Central.

Los distintos procedimientos jerárquicos señalan un proceso que estructura el modelo de movilidad metropolitana por motivo trabajo en coronas concéntricas, culminando en una divergencia Municipio de Madrid - corona metropolitana o Almendra Central - periferia y corona, manifestando de nuevo un desequilibrio de tipo «Centro - Periferia».

Para conjugar ambas líneas en la formación de conglomerados, según los distintos métodos jerárquicos, se han seleccionado nuevamente los dos más frecuentes y fiables, el método de Ward y el Encadenamiento Medio Entre Grupos.

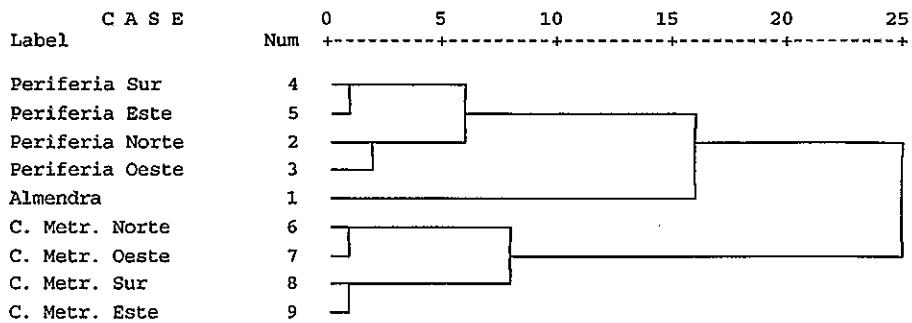
Empleando ambos procedimientos, la formación de conglomerados se desarrolla de manera similar, agrupándose por un lado los sectores de la periferia y por otro los de la corona metropolitana y quedando como tercer conglomerado el integrado exclusivamente por la Almendra Central. En la etapa siguiente -para la formación de un nuevo cluster, de tal manera que quedarán entonces sólo dos conglomerados- se encuentra la diferencia fundamental entre los dos métodos, ya que el de Ward agrupa la Almendra Central con el conjunto de la periferia, mientras que el del Encadenamiento Medio Entre Grupos agrupa, por el contrario, el cluster de sectores de la periferia y el de zonas de la corona metropolitana en uno sólo, quedando aparte «aislada» la Almendra Central. En consecuencia, si se decide a favor de la situación con tres conglomerados como óptima, ambos métodos facilitarían la misma solución, con tres grupos diferenciados, denominándose “Almendra Central”, “periferia” y “corona metropolitana”. En caso de elegir como óptima la opción con dos clusters, se presentaría la necesidad de adoptar una solución u otra, debiendo fundamentar la decisión final.

Al igual que en el análisis de la situación en 1988, se realiza el análisis gráfico, mediante los dendogramas, para decidir el número óptimo de conglomerados. Por el método de Ward, el dendograma obtenido que viene recogido en el Gráfico 8.3, la

solución con tres conglomerados se produce para una distancia igual a 8, en tanto que el paso siguiente, a una situación con dos conglomerados, incluyéndose la Almendra Central en el cluster de los cuatro sectores de la periferia, se efectúa a una distancia igual a 16. La variación en la distancia que tiene lugar, al pasar de la solución con dos conglomerados a otra con tres, es por tanto muy acusada, ya que se forman dos conglomerados a una distancia que es el doble de aquélla a la que se constituyen tres clusters. Asimismo, aquélla excede el valor medio de la escala del dendograma (12,5). La decisión que se deriva de ambas circunstancias implica la detención del proceso en el momento que se tienen formados tres conglomerados, “la Almendra Central”, “la periferia de Madrid” y “la corona metropolitana”.

**Gráfico 8.3: Dendograma utilizando el método de Ward. Datos 1996**

Rescaled Distance Cluster Combine

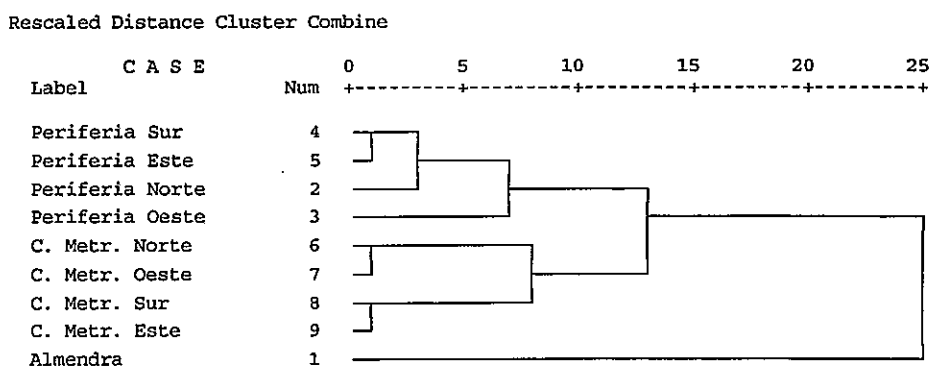


Si se utiliza el método del Encadenamiento Medio Entre Grupos, cuyo dendograma se ofrece en el Gráfico 8.4, la solución con tres conglomerados se alcanza para una distancia igual a 8. El paso posterior a una situación con dos conglomerados, concentrándose la periferia y la corona metropolitana y quedando un segundo cluster integrado en exclusiva por la Almendra Central, se lleva a cabo para una distancia igual a 12,75 - 13. La variación en la distancia que se produce entre ambas situaciones es sólo relativamente elevada y, asimismo, la distancia a la que se forman dos conglomerados sobrepasa muy ligeramente el valor medio de la escala del dendograma (12,5), con lo que podría pensarse en una situación con dos clusters finales. El paso de cuatro conglomerados a tres implica, por su parte, una variación reducida (de una distancia igual a 7 a una igual a 8) y, sin embargo, de esta última situación a otra con dos



conglomerados la diferencia en la distancia es más elevada, hecho que indica el paso a la formación de un cluster a partir de dos grupos bastante heterogéneos entre sí (periferia y corona metropolitana). En conclusión, a pesar de la proximidad en la distancia alcanzada por la solución con dos conglomerados respecto de la distancia media de la escala del dendograma, eso sí superándola, dicha situación no parece adecuada, por considerar en un mismo cluster dos conjuntos de sectores singularmente diferenciados. Además, optar por la situación previa, con tres conglomerados, permite la unicidad de criterios con la otra línea de análisis, representada por el método de Ward. La solución propuesta consiste en la existencia de tres conglomerados diferentes; “la Almendra Central”, “la periferia de Madrid” y “la corona metropolitana”.

**Gráfico 8.4: Dendograma utilizando el método de Encadenamiento Medio Entre Grupos. Datos 1996**



De la misma manera que en el análisis de los datos del año 1988, la solución final que se propone, al aplicar los dos métodos jerárquicos, identifica tres conglomerados diferenciados en el patrón de movilidad por motivo trabajo en la región metropolitana de Madrid, siguiendo una estructura concéntrica. También la situación observada en 1996 confirma la existencia de una organización interna sectorial, subyacente a la que finalmente resulta en forma de coronas concéntricas. Así, haciendo uso tanto del método de Ward como del Encadenamiento Medio Entre Grupos, como puede apreciarse en sus correspondientes dendogramas, al igual que si se observan sus respectivos gráficos de carámbanos y matrices de aglomeración (Ver Anejo estadístico número 6), los conglomerados finales que se obtienen en forma de coronas se van constituyendo mediante conglomerados sectoriales Sur-Este por un lado y Norte-Oeste

por otro. Los tres clusters que primero se forman, constituyendo los sectores más homogéneos de todos cuantos componen la región metropolitana de Madrid, son, en ambos casos y en este orden, la periferia Sur y la periferia Este, los sectores Norte y Oeste de la corona metropolitana y el Sur y Este de la corona metropolitana. También, la constitución de los conglomerados finales en coronas (“periferia” y “corona metropolitana”), implica una variación notable en la distancia a la que se forman, en relación a la situación anterior de formación de conglomerados sectoriales (“Sur-Este”, “Norte-Oeste”), de lo cual se deduce la diferencia existente entre unos y otros.

### **8.3.3. Ajuste de los resultados obtenidos para la situación observada en 1988, mediante un procedimiento cluster «no jerárquico»**

El proceso de análisis continúa con la aplicación de un método no jerárquico de análisis de conglomerados, también denominado aglomeración de K-medias, para ajustar los resultados que se han obtenido de la utilización de los procedimientos jerárquicos. Esta técnica emplea un algoritmo que define un centro de gravedad de cada conglomerado, en función de las medias de las observaciones de cada variable considerada en los distintos casos del grupo, haciendo mínima la suma de desviaciones cuadráticas de las distintas observaciones respecto del centro del grupo y máxima la suma de desviaciones cuadráticas entre los centros de gravedad de los diferentes grupos (Vide INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID, 2000: 94). El programa SPSS cuenta con la utilidad *K-Means Cluster*, que emplea un método no jerárquico de umbral paralelo denominado *Quick Cluster*. “*Los métodos de Umbral Paralelo seleccionan varias «semillas» de conglomerado simultáneamente al principio y asignan objetos dentro de la «distancia umbral» hasta la semilla más cercana. A medida que el proceso avanza, se puede ajustar las «distancias umbral» para incluir más o menos objetos en los conglomerados*” (HAIR, J.F. et al., 1999: 513).

Los puntos de semilla que se toman para el inicio del análisis Quick Cluster son los centroides de los tres clusters que conforman la solución adoptada mediante los procedimientos de análisis jerárquico, la “Almendra Central”, “la periferia de Madrid”

y “la corona metropolitana”, es decir, los valores medios de las diferentes variables consideradas para los casos que integran cada conglomerado formado. La aplicación de métodos no jerárquicos debe iniciarse con puntos de semilla iniciales obtenidos de la aplicación previa de métodos jerárquicos, ya que la utilización de puntos de semilla aleatorios deriva en resultados notablemente inferiores a los de los métodos jerárquicos y, precisamente, la utilidad principal que ofrecen los procedimientos no jerárquicos es la capacidad de ajustar los resultados obtenidos de aquéllos (Vide HAIR, J.F. et al., 1999: 515).

La utilización del algoritmo de cálculo del método Quick Cluster, a partir de los centroides de los tres conglomerados obtenidos como solución final de la aplicación de los procedimientos jerárquicos de Ward y Encadenamiento Medio Entre Grupos, permite obtener como resultado la misma situación de tres conglomerados en forma de coronas concéntricas, uno la “Almendra central”, otro la “periferia de Madrid” y como tercero “la corona metropolitana”. El Quick Cluster termina asignando cada caso (sector) a un conglomerado específico y señala el valor de la distancia de cada caso integrante al centroide final del conglomerado en cuestión, como se ve a continuación en el Cuadro 8.1.

**Cuadro 8.1: Resultado final con pertenencias a Clusters, utilizando el método no jerárquico “Quick Cluster”. Datos 1988**

Caso N°	Sector	Cluster	Distancia al Centoide del Cluster
1	Almendra	1	,000
2	Periferia Norte	2	1,640
3	Periferia Oeste	2	2,687
4	Periferia Sur	2	2,456
5	Periferia Este	2	,998
6	C. Metr. Norte	3	1,340
7	C. Metr. Oeste	3	3,410
8	C. Metr. Sur	3	2,448
9	C. Metr. Este	3	2,051

El análisis Quick Cluster incorpora un contraste ANOVA, para la comparación de las medias o centroides resultantes, de tal manera que en caso de concluir que, para

una variable concreta, no existe diferencia apreciable entre los valores centrales (medias) que la misma adopta para los distintos clusters, no hubiera sido preciso considerar dicha variable en el análisis Cluster. Considerándose un nivel de significación igual a 0,05, todas aquellas variables, cuyo nivel de significación fuera superior a dicho valor, no presentarían una diferencia significativa, en cuanto a su valor medio para los diferentes clusters formados, con lo que podrían obviarse del análisis. De todas maneras, y como advierte la propia herramienta informática, *“este test para la comparación de las medias de los conglomerados sólo debe utilizarse con propósitos descriptivos y, en consecuencia, exclusivamente tiene utilidad a modo orientativo”*.

Las variables que, a resultas del contraste ANOVA, podrían haberse excluido del análisis son, como se puede apreciar del valor de sus respectivos niveles de significación en el Cuadro 8.2, la tasa de paro (TasaParo), la proporción de viviendas familiares sobre el total de principales (VivPrincipal), el nivel de renta per cápita (Renta), el cociente empleos/población ocupada residente (EPOR) y el coeficiente de especialización modal en vehículo (EspVehículo).

**Cuadro 8.2: Contraste ANOVA para la comparación de los valores de los centroides de los Clusters resultantes. Datos 1988**

	Cluster		Error		Valor Estadístico F	Nivel de Significación
	Media al cuadrado	Grados de libertad	Media al cuadrado	Grados de libertad		
Densidad	3,763	2	7,900E-02	6	47,632	,000
EdadTrabajo	2,827	2	,391	6	7,226	,025
TasaActividad	3,545	2	,152	6	23,402	,001
TasaParo	,137	2	1,288	6	,106	,901
PORTerciario	2,720	2	,427	6	6,377	,033
TamañoHogar	3,758	2	8,062E-02	6	46,617	,000
VivPrincipal	1,939	2	,687	6	2,821	,137
VivPropiedad	3,557	2	,148	6	24,077	,001
Renta	1,110	2	,963	6	1,152	,377
Eterciario	2,750	2	,417	6	6,597	,031
EPOR	2,002	2	,666	6	3,007	,125
EspVehículo	2,045	2	,652	6	3,137	,117
EspTrPublico	3,125	2	,292	6	10,718	,010
Localismo	3,641	2	,120	6	30,430	,001
OtrasVehículo	3,013	2	,329	6	9,158	,015
OtrasTrPublico	3,790	2	6,985E-02	6	54,264	,000

Si se eliminan dichas variables del análisis y se repite el procedimiento Quick Cluster, los resultados de pertenencia a los tres clusters son los mismos que se obtuvieron previamente, cambiando exclusivamente la proximidad a los centroides de los clusters de los distintos casos integrantes, tal como se puede ver en el Cuadro 8.3.

Una vez que se han excluido aquellas variables con niveles de significación superiores a 0,05, las distancias entre los centroides de los diferentes conglomerados se han reducido, como se ve en el Cuadro 8.4, con lo que se pone de manifiesto que las variables apartadas del análisis introducen, de todas maneras, cierta heterogeneidad entre los clusters resultantes, pudiendo ser interesante su examen detallado, como se hará más adelante.

**Cuadro 8.3: Resultado final con pertenencias a Clusters, utilizando el método no jerárquico "Quick Cluster", habiendo eliminado variables "no significativas" según el contraste ANOVA de comparación de los centroides. Datos 1988**

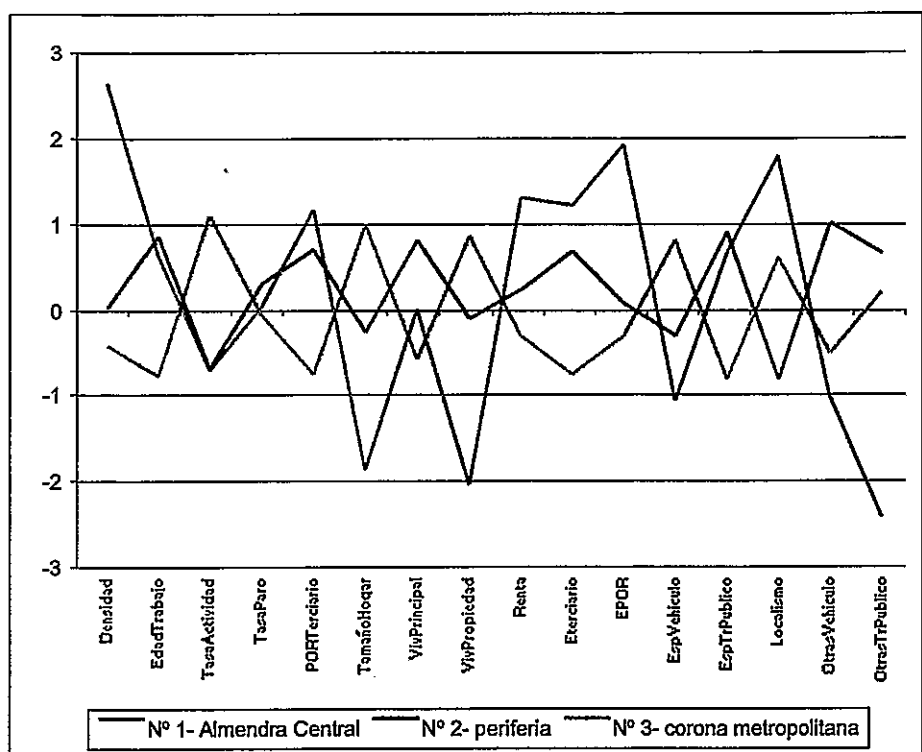
Caso N°	Sector	Cluster	Distancia al centroide del Cluster
1	Almendra	1	,000
2	Periferia Norte	2	1,218
3	Periferia Oeste	2	1,601
4	Periferia Sur	2	1,424
5	Periferia Este	2	,690
6	C. Metr. Norte	3	1,029
7	C. Metr. Oeste	3	1,869
8	C. Metr. Sur	3	1,306
9	C. Metr. Este	3	1,488

El procedimiento de análisis realizado con métodos jerárquicos y corroborado mediante la utilización de un método no jerárquico ofrece una solución final aparentemente apropiada con tres conglomerados resultantes convenientemente dispares entre sí, como puede observarse en el Gráfico 8.5, donde se muestran los perfiles de cada uno con relación a todas las variables consideradas.

**Cuadro 8.4: Distancias entre los centroides de los clusters resultantes, con todas las variables (a) y tras excluir las variables "no significativas" según el contraste ANOVA de comparación de los centroides (b). Datos 1988**

(a)				(b)			
Cluster	1	2	3	Cluster	1	2	3
1		6,329	7,799	1		5,840	7,024
2	6,329		4,895	2	5,840		4,493
3	7,799	4,895		3	7,024	4,493	

**Gráfico 8.5: Perfiles de los tres conglomerados adoptados como solución final. Datos 1988**



**8.3.4. Ajuste de los resultados obtenidos para la situación observada en 1996, mediante un procedimiento cluster «no jerárquico»**

El análisis Quick Cluster para la situación observada en 1996, empleando como puntos de semilla iniciales los valores de los centroides de los tres conglomerados

obtenidos en el análisis mediante los procedimientos jerárquicos de Ward y Encadenamiento Medio Entre Grupos, reafirma los resultados obtenidos en los mismos, señalando la existencia de tres conglomerados diferenciados a modo de coronas, “la Almendra Central”, “la periferia de Madrid” y “la corona metropolitana”. La asignación de cada caso (sector) a un conglomerado específico y el valor de la distancia de cada caso que lo compone al centroide final del conglomerado de pertenencia, se ofrece en el Cuadro 8.5.

**Cuadro 8.5: Resultado final con pertenencias a Clusters, utilizando el método no jerárquico “Quick Cluster”. Datos 1996**

Caso Nº	Sector	Cluster	Distancia al centroide del Cluster
1	Almendra	1	,000
2	Periferia Norte	2	1,681
3	Periferia Oeste	2	3,063
4	Periferia Sur	2	2,690
5	Periferia Este	2	1,197
6	C. Metr. Norte	3	1,550
7	C. Metr. Oeste	3	2,968
8	C. Metr. Sur	3	2,532
9	C. Metr. Este	3	2,333

A continuación se realiza el contraste ANOVA, según el cual, de modo orientativo, las variables que podrían haberse excluido del análisis son, como se averigua al observar el valor de sus respectivos niveles de significación en el Cuadro 8.6, la tasa de paro (TasaParo), el porcentaje de población ocupada en el sector terciario (PORTerciario), la proporción de viviendas familiares sobre el total de principales (VivPrincipal), el nivel de renta per cápita (Renta), el cociente empleos/población ocupada residente (EPOR), y la proporción de empleos existentes en el sector terciario (Eterciario).

**Cuadro 8.6: Contraste ANOVA para la comparación de los valores de los centroides de los Clusters resultantse. Datos 1996**

	Cluster		Error		Valor del Estadístico F	Nivel de Significación
	Media al cuadrado	Grados de Libertad	Media al cuadrado	Grados de Libertad		
Densidad	3,736	2	8,809E-02	6	42,406	,000
EdadTrabajo	3,211	2	,263	6	12,208	,008
TasaActividad	3,694	2	,102	6	36,173	,000
TasaParo	7,759E-02	2	1,307	6	,059	,943
PORTerciario	2,328	2	,557	6	4,178	,073
TamañoHogar	3,684	2	,105	6	34,992	,000
VivPrincipal	1,012	2	,996	6	1,015	,417
VivPropiedad	3,059	2	,314	6	9,759	,013
Renta	,796	2	1,068	6	,745	,514
Eterciario	2,417	2	,528	6	4,579	,062
EPOR	2,197	2	,601	6	3,655	,092
EspVehiculo	2,559	2	,480	6	5,328	,047
EspTrPublico	2,924	2	,359	6	8,151	,019
Localismo	3,475	2	,175	6	19,877	,002
OtrasVehiculo	3,212	2	,263	6	12,233	,008
OtrasTrPublico	3,648	2	,117	6	31,130	,001

Una vez excluidas dichas variables del análisis, se repite el proceso con el método Quick Cluster y los resultados que ofrece, en cuanto a la pertenencia a los tres clusters, son los mismos que se obtuvieron previamente, difiriendo únicamente la distancia de cada sector a los centroides de los clusters a que pertenecen, como se ve en el Cuadro 8.7.

De la misma manera que en el análisis efectuado para 1988, tras excluir las variables con niveles de significación superiores a 0,05, las distancias entre los centroides de los diferentes conglomerados han disminuido, tal y como se aprecia en el Cuadro 8.8, hecho que indica que las variables excluidas suponen cierta diferenciación entre los conglomerados finales obtenidos, debiendo analizarse con más detalle a continuación.



**Cuadro 8.7: Resultado final con pertenencias a Clusters, utilizando el método no jerárquico "Quick Cluster", habiendo eliminado variables "no significativas" según el contraste ANOVA de comparación de los centroides. Datos 1996**

Caso N°	Sector	Cluster	Distancia al centroide del Cluster
1	Almendra	1	,000
2	Periferia Norte	2	1,347
3	Periferia Oeste	2	1,321
4	Periferia Sur	2	1,584
5	Periferia Este	2	,740
6	C. Metr. Norte	3	1,168
7	C. Metr. Oeste	3	1,212
8	C. Metr. Sur	3	1,750
9	C. Metr. Este	3	1,040

**Cuadro 8.8: Distancias entre los centroides de los clusters resultantes, con todas las variables (a) y tras excluir las variables "no significativas" según el contraste ANOVA de comparación de los centroides (b). Datos 1996**

(a)

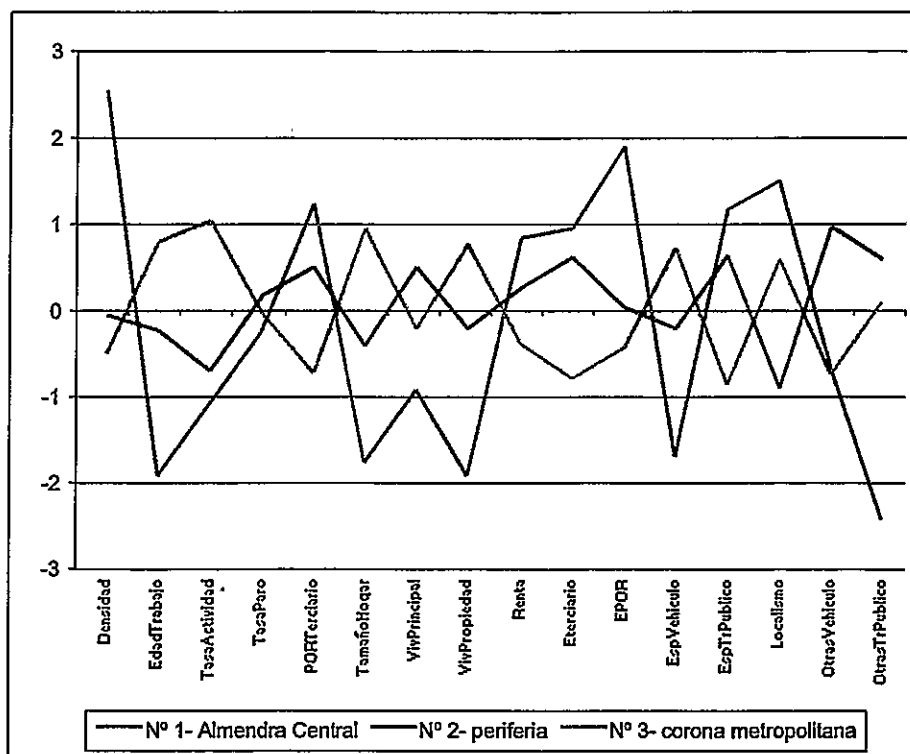
Cluster	1	2	3
1		6,426	8,192
2	6,426		4,492
3	8,192	4,492	

(b)

Cluster	1	2	3
1		5,881	7,257
2	5,881		3,942
3	7,257	3,942	

Al igual que en el caso de la solución adoptada en 1988, los perfiles de los tres conglomerados resultantes del análisis efectuado para 1996, que se muestran en el Gráfico 8.6, ofrecen una solución final adecuada, donde los tres conglomerados son convenientemente heterogéneos entre sí. Asimismo la forma gráfica de los perfiles de los conglomerados en 1996 es muy similar a la observada en el análisis de los datos para 1988, con lo que se advierte la continuidad de la situación de desequilibrio observada ocho años antes.

**Gráfico 8.6: Perfiles de los tres conglomerados adoptados como solución final. Datos 1996**



### 8.3.5. Interpretación de los conglomerados resultantes, según la solución adoptada para 1988 y análisis de sus centroides

Los centroides de los tres conglomerados seleccionados como solución propuesta, a partir del análisis cluster realizado con la información disponible para el año 1988, consisten, como se ha dicho, en los valores medios que toman las variables consideradas para los distintos casos que integran cada conglomerado.

Los tres grupos resultantes están mostrando la existencia de una estructura espacial de la movilidad metropolitana por motivo trabajo que puede diferenciarse en forma de coronas. El Conglomerado número 1 está formado exclusivamente por la Almendra Central, el número 2 por los cuatro sectores en que se ha dividido la periferia

de la capital (Norte, Oeste, Sur y Este) y el cluster número 3 por los cuatro sectores que constituyen la corona metropolitana (Norte, Oeste, Sur y Este).

El examen particularizado de las variables empleadas en el análisis, según los conglomerados finales obtenidos, permite apreciar las disparidades que sustentan la diferenciación espacial de la movilidad al trabajo en la región metropolitana de Madrid. Para tal finalidad, se hace uso del estudio comparativo de los centroides finales. Al haber trabajado con datos estandarizados, los valores obtenidos de los centroides se encuentran en los mismos términos, con lo que es necesario desestandarizarlos. En el Cuadro 8.9 se ofrece la serie de centroides de los tres conglomerados obtenidos, para las diferentes variables utilizadas en el análisis, agrupadas según las distintas facetas de la movilidad al trabajo que caracterizan.

La Almendra Central destacaba en 1988 por la desproporcionada densidad de población en relación con la periferia y especialmente con la corona metropolitana, aspecto que señala la saturación del espacio urbano central de Madrid, respecto de zonas con volúmenes de población muy similares, pero considerablemente más extensas geográficamente. El tamaño medio del hogar era particularmente reducido en el área central de la capital, hecho que indicaba la existencia de una población relativamente envejecida en relación al conjunto del espacio metropolitano madrileño, que se manifestaba en la proliferación de hogares unipersonales o integrados por el núcleo familiar (cónyuges) cuando los hijos se han emancipado. En el extremo contrario, el tamaño medio familiar en la corona metropolitana estaba por encima de la media del agregado metropolitano madrileño, evidenciando la existencia de una población más joven, con unidades familiares con varios hijos.

El porcentaje de viviendas principales sobre el total de familiares, variable que resalta la entidad de una zona como área residencial, era muy superior en la periferia de Madrid que en la Almendra, donde existía una importante proporción de viviendas desocupadas y en la corona metropolitana, donde proliferaba la vivienda de segunda residencia para vacaciones y fines de semana. En el devenir diario -de lunes a viernes- la periferia, en proporción al parque residencial edificado y en igualdad de condiciones,

contaría, por tanto, con más puntos de generación de viajes por motivo trabajo que la Almendra central y la corona metropolitana.

**Cuadro 8.9: Análisis de los centroides de los conglomerados obtenidos. Datos 1988**

cluster	Densidad	TamañoHogar	VivPrincipal
1 - Almendra Central	24.351	2,88	81,63%
2 - Periferia	3.919	3,35	89,84%
3 - Corona metrop.	608	3,72	75,90%

cluster	EdadTrabajo	Jovenes	Mayores	TasaActividad	TasaParo	Renta
1 - Almendra Central	74,70%	13,00%	12,30%	50,03%	15,63%	1,466
2 - Periferia	75,40%	17,45%	7,15%	50,12%	16,33%	1,064
3 - Corona metrop.	70,55%	26,00%	3,45%	55,28%	15,40%	0,863

cluster	Eterciario	PORTerciario	VivPropiedad	EPOR
1 - Almendra Central	86,35%	87,00%	65,40%	1,961
2 - Periferia	80,12%	82,75%	79,55%	0,954
3 - Corona metrop.	63,44%	69,63%	86,65%	0,754

cluster	EspVehiculo	EspTrPublico	Localismo	OtrasVehiculo	OtrasTrPublico
1 - Almendra Central	0,863	1,040	71,51%	43,06%	25,83%
2 - Periferia	1,038	1,113	25,27%	77,79%	89,34%
3 - Corona metrop.	1,305	0,582	50,80%	51,87%	80,09%

Los datos referentes al porcentaje de población en edad de trabajar (16-65 años) reafirman la información aportada por el tamaño medio del hogar. De esta forma, la corona metropolitana era el conglomerado con el menor peso de este estrato de población, contando, por el contrario, como se aprecia en el Cuadro 8.9, con una elevada proporción- doble a la de la Almendra Central- de población joven (de menos de 16 años). En la periferia de Madrid la población en edad de trabajar tenía un peso muy importante, aunque tan sólo ligeramente por encima del que manifestaba en la Almendra Central, pero mientras que en aquélla coexistía con una importante proporción de población joven, en edad de trabajar en un futuro, en ésta lo hacía con un elevado nivel de población ya jubilada. La tasa de actividad más alta se encontraba en la corona metropolitana, poniendo de manifiesto una mayor presencia de la población efectivamente activa sobre la potencialmente activa, principalmente a causa de una

presencia más relevante de jóvenes mayores de 16 años que abandonan los estudios y se «lanzan» al mercado de trabajo. La tasa de paro es una variable que no ofrecía sustanciales diferencias entre los tres conglomerados, si bien era ligeramente superior en el caso de la periferia. De resultas de estas tres variables, se obtiene que, sobre el volumen total de población residente, mayor era la proporción de personas que tenía que acudir a trabajar diariamente en la corona metropolitana (por el efecto de la mayor tasa de actividad). Utilizando los datos que constan en el Cuadro 8.9 referentes a estas variables, por cada 100 habitantes, en 1988 en la Almendra Central trabajaban 31,53 personas (entiéndase los decimales de modo figurado a efectos meramente comparativos), 31,62 personas en la periferia y 33 en la corona metropolitana.

La renta per cápita pone de manifiesto importantes diferencias entre los distintos conglomerados. La Almendra Central en su conjunto era la zona con un nivel de renta por habitante considerablemente más elevado; un 70% mayor que en la corona metropolitana, donde como media a cada habitante le correspondían aproximadamente 860.000 pesetas al año. En la periferia este nivel se situaba en casi 1.065.000 pesetas anuales, lejos también de las casi 1.470.000 pesetas/año por persona de media en la Almendra central.

En cuanto a las variables que hacen referencia a la estructura espacial de usos del suelo, un hecho realmente significativo consiste en la decreciente presencia del sector terciario en el número de empleos ubicados, pero también de ocupados residentes, conforme aumenta la distancia al centro urbano. La estructura productiva de las áreas centrales, como se ha visto, se caracteriza por una mayor concentración de actividades terciarias que en las zonas exteriores, hecho refrendado por los datos empleados y por los resultados obtenidos, según los cuales en la Almendra Central los empleos en el sector servicios representaban sobre el total de puestos de trabajo ubicados en la zona un 23% más de lo que lo hacían en la corona metropolitana. La estructura laboral de la población ocupada parecía seguir una pauta espacial muy similar, probablemente reflejo de la voluntad de residir cerca del lugar de trabajo, pero también, y sobre todo, de una marcada organización socioeconómica de la población en el espacio, vinculada con el estatus social, muy relacionado entre otras cosas con la

actividad laboral desempeñada. De esta forma, en la Almendra Central el peso de la actividad en el sector servicios sobre el total de población ocupada residente era casi un 20% más significativo que en la corona metropolitana. En cuanto a la siguiente variable considerada y teniendo en cuenta que la vivienda en régimen de alquiler, en gran medida, da cabida a un tránsito continuado de población itinerante, el peso de la vivienda en propiedad, sobre el parque residencial existente en un área espacial, representa una medida de la estabilidad en el tiempo de las actitudes de la población residente, en cuanto a la generación de viajes al trabajo, hecho por el que el área que se mostraba más constante en la producción de desplazamientos al trabajo era la corona metropolitana, donde el peso de la vivienda en propiedad casi suponía el 87%, en contraposición con la Almendra Central, en la que sólo el 65% del parque de vivienda estaba en régimen de propiedad, constituyendo la periferia de la capital un caso intermedio.

La variable EPOR, cociente entre empleos y población ocupada residente, aporta información de gran valor a la obtenida de las dos variables previas, pudiendo caracterizar las distintas coronas (conglomerados) como áreas de generación o polos de atracción. En este sentido, la Almendra Central constituía el gran centro de atracción de desplazamientos por motivo trabajo, la corona metropolitana manifestaba un carácter claramente generador, en tanto que la periferia, considerada en su conjunto, mostraba un comportamiento equilibrado.

La utilización del vehículo propio en los desplazamientos al trabajo en las áreas centrales era menor que en las zonas exteriores. La corona metropolitana era el espacio, o conglomerado, donde se observaba una mayor «especialización», en relación al conjunto del espacio metropolitano, en el uso del transporte privado, para acudir diariamente al puesto de trabajo. Sin embargo, en la Almendra Central el uso diario del automóvil en los flujos por motivo trabajo estaba por debajo de la media metropolitana y, por su parte, la periferia de Madrid representaba un caso intermedio, con un uso del transporte privado muy similar a la del agregado metropolitano en su conjunto. Los mayores problemas de congestión, por el uso mayoritario del vehículo propio, procedían de las zonas externas de la corona metropolitana. El otro medio de transporte

mayoritario, el transporte público era, sin embargo, minoritario en los desplazamientos al trabajo que se producían en la corona metropolitana, en relación al resto del espacio metropolitano de Madrid; su uso era casi la mitad del efectuado en el conjunto de la región metropolitana. La periferia, por el contrario, se presentaba como el conglomerado espacial donde el transporte público tenía más importancia en la movilidad por motivo trabajo, y en la Almendra Central su utilización era similar a la del conjunto espacial considerado. La periferia, en gran medida, se ofrecía como un paradigma para la política de transporte, de cara al impulso de los medios públicos.

Las áreas centrales del municipio de Madrid destacaban por su gran autodependencia en la movilidad por motivo trabajo, por cuanto casi las tres cuartas partes de viajes generados por tal motivo en su interior eran atraídos por ella misma. El caso opuesto era el de la periferia, donde sólo la cuarta parte de los desplazamientos que se generaban al trabajo eran internos. En la corona metropolitana la mitad de los flujos al trabajo generados se dirigían hacia otras zonas y la mitad hacia su propio interior. De este modo, se evidencia la gran dependencia respecto de otras zonas que tenían las áreas externas de la región metropolitana, para satisfacer la necesidad laboral de su población.

La fuerte dependencia de la periferia respecto de otras zonas se manifestaba tanto en los desplazamientos al trabajo que emplean el transporte privado como, y muy especialmente, en aquellos desarrollados en transporte público; casi el 80% de los viajes generados por motivo trabajo que se llevaban a cabo en vehículo propio se dirigían fuera de la periferia, mientras que esa proporción aumentaba a prácticamente el 90%, al considerar los desplazamientos realizados en transporte público. En la corona metropolitana el vehículo propio era un modo de transporte empleado casi a partes iguales en los viajes al trabajo internos y externos, mientras que en el total de viajes efectuados en transporte público eran claramente mayoritarios los destinos externos. Por su parte, en la Almendra Central su reducida dependencia externa se presentaba, sin embargo, de forma más acusada en los viajes al trabajo realizados en transporte privado que en los desarrollados en medios de transporte público.

De la contrastación de este análisis de los centroides de los conglomerados obtenidos, variable por variable, respecto de los resultados ofrecidos por el contraste ANOVA de comparación de los centroides, se aprecia que, salvo la tasa de paro, que mantiene un valor muy similar en los distintos conglomerados resultantes, el resto de variables que podían ser excluidas, según éste, parecen introducir suficiente disparidad en la caracterización de los distintos conglomerados, disparidad que tiene además su fundamento. En este sentido, parece adecuada la inclusión de todas ellas, salvo de la tasa de paro, en el análisis cluster realizado.

### **8.3.6. Interpretación de los conglomerados resultantes, según la solución adoptada para 1996 y análisis de sus centroides, en comparación con los resultados obtenidos a partir de los datos de 1988**

Los tres conglomerados que se obtienen del análisis cluster efectuado con la información disponible para 1996, muestran igualmente la existencia de una estructura espacial en forma de coronas de la movilidad metropolitana por motivo trabajo. Los conglomerados finales son exactamente los mismos que se obtuvieron analizando la situación en 1988. El Conglomerado número 1 lo constituye en exclusiva la Almendra Central, el número 2 lo integran los cuatro sectores de la periferia del municipio de Madrid (Norte, Oeste, Sur y Este) y el número 3 los cuatro sectores que componen la corona metropolitana (Norte, Oeste, Sur y Este).

El examen detenido de los centroides, cuyos datos son los contenidos en el Cuadro 8.10, llega a conclusiones similares a las obtenidas en el análisis de los centroides para 1988, con lo que se corroboran las particulares características que segregan el espacio metropolitano madrileño en tres grandes zonas en forma de corona, en lo que se refiere a la organización de la movilidad por motivo trabajo, que hacen de esta disparidad un elemento estructural, que define el sistema metropolitano de transporte madrileño. Por ello, quizá la tarea más interesante consista en tratar de destacar exclusivamente los cambios más significativos que se aprecie se han producido respecto de la situación descrita para 1988.



**Cuadro 8.10: Análisis de los centroides de los conglomerados obtenidos. Datos 1996**

cluster	Densidad	TamañoHogar	VivPrincipal
1 - Almendra Central	21.878	2,66	74,01%
2 - Periferia	3.776	3,05	83,68%
3 - Corona metrop.	777	3,44	78,87%

cluster	EdadTrabajo	Jóvenes	Mayores	TasaActividad	TasaParo	Renta
1 - Almendra Central	66,49%	11,29%	22,23%	50,74%	19,75%	1,569
2 - Periferia	70,73%	13,48%	15,80%	52,09%	20,88%	1,317
3 - Corona metrop.	73,34%	19,62%	7,04%	58,39%	20,34%	1,033

cluster	Eterciario	PORTerciario	VivPropiedad	EPOR
1 - Almendra Central	90,17%	91,58%	74,97%	2,107
2 - Periferia	87,86%	87,48%	83,85%	1,043
3 - Corona metrop.	78,11%	80,77%	88,86%	0,778

cluster	EspVehiculo	EspTrPublico	Localismo	OtrasVehiculo	OtrasTrPublico
1 - Almendra Central	0,723	1,224	65,72%	51,70%	32,38%
2 - Periferia	1,044	1,071	23,38%	78,48%	88,31%
3 - Corona metrop.	1,245	0,656	49,71%	50,24%	79,07%

Los aspectos donde se presenta de forma más sustancial un cambio en la situación entre 1988 y 1996 tienen que ver principalmente con la población ocupada en su relación con la actividad económica. En tanto que no se apreciaban variaciones singulares en la tasa de actividad y permanecía el equilibrio existente en la tasa de paro entre conglomerados, eso sí, habiendo aumentado respecto de 1988 en torno a 4,5 - 5 puntos porcentuales de forma genérica, los hechos más destacables consistían en que en la Almendra Central y en la periferia se redujo considerablemente la proporción de la población en edad de trabajar, fruto del acelerado proceso de envejecimiento de la población, de tal manera que en 1996 la corona metropolitana pasó a ser el conglomerado con un peso de la población potencialmente activa más elevado. Ello, sumado a su mayor tasa de actividad, incluso relativamente incrementada respecto de la Almendra central y la periferia, hizo que en conjunto, sobre el volumen total de población residente, fuera la corona metropolitana el conglomerado con una mayor proporción de personas que se desplazaban al trabajo cotidianamente. Haciendo uso de los datos del Cuadro 8.10 relativos a estas variables, por cada 100 habitantes, en 1996 en la Almendra Central trabajaban 27 personas, 29 en la periferia y 34 en la corona

metropolitana. La capacidad de generación de viajes al trabajo se había reducido entre 1988 y 1996 en la Almendra Central y la periferia, pues era menor el número de ocupados residentes, en tanto que había crecido en la corona metropolitana, constituyéndose ésta en principal área de generación de flujos por motivo trabajo.

Asimismo, tuvo lugar un cierto reequilibrio entre 1988 y 1996 en la división sectorial de la población ocupada de los tres conglomerados obtenidos. De esta manera, las diferencias existentes entre ellos, en cuanto a la proporción que la población ocupada en el sector servicios representaba sobre el total de ocupados, disminuyeron, hasta el punto que en la Almendra Central era sólo un 10,5% más significativa que en la corona metropolitana, evidenciando el proceso de descentralización residencial experimentado. De la misma forma, se estrechó el diferencial entre los tres conglomerados, en lo que se refiere a la estructura sectorial de los empleos existentes, llegando a representar el peso de empleos terciarios sobre el total de puestos de trabajo sólo un 12% de más en la Almendra Central que en la corona metropolitana. La principal razón de este hecho fue la deslocalización, aunque tímida aún, de actividades terciarias hacia la periferia y la corona metropolitana, observada durante la primera mitad de la década de los noventa.

El porcentaje de viviendas principales sobre el total de familiares, se había reducido entre 1988 y 1996 en la Almendra central y en la periferia, reflejando la proliferación de viviendas desocupadas y viviendas reconvertidas para usos de actividad económica, mientras que en la corona metropolitana había crecido la proporción de viviendas principales, signo de la importancia que la misma había venido cobrando como área de residencia habitual de la población y no tanto ya como área de segunda residencia.

Por último, entre 1988 y 1996 la periferia había dejado de ser el conglomerado espacial con una mayor especialización en el uso del transporte público, respecto del conjunto del agregado metropolitano madrileño, ocupando su lugar la Almendra Central. La razón de este hecho, para lo que es necesario remitirse al análisis comparativo de ambos medios de transporte efectuado en el capítulo 5, se debe a la

mayor motorización de los hogares residentes en la periferia, habiéndose sustituido en muchos desplazamientos al trabajo el transporte público por el vehículo propio y habiendo copado éste último una mayor proporción de los nuevos flujos al trabajo surgidos entre ambas fechas. Por el contrario, en la Almendra Central el volumen diario de viajes al trabajo en automóvil había caído considerablemente, mientras que el de desplazamientos realizados por el mismo concepto en medios de transporte público prácticamente se mantuvo constante. La periferia, por tanto, perdió su carácter de caso ejemplar para una necesaria política de transporte impulsora de los medios públicos.

De nuevo, comparando los resultados de este análisis de los centroides con los obtenidos del contraste ANOVA, se advierte que, a excepción de la tasa de paro, cuyo valor es muy parecido para los diferentes conglomerados resultantes, el resto de variables que podían ser apartadas del análisis, sí generan suficiente heterogeneidad justificada entre los conglomerados, como para ser tenidas en cuenta. La homogeneización experimentada entre 1988 y 1996, en la división sectorial de la población ocupada y los empleos existentes, explica el hecho de que el contraste ANOVA excluyera a ambas variables (PORTerciario y Eterciario) del análisis cluster de K medias. Sin embargo, las disparidades apreciadas entre los tres conglomerados siguen teniendo relevancia en la caracterización de la organización espacial de los usos del suelo de la región metropolitana de Madrid, con lo que parece oportuno conservarlas para el análisis.

### **8.3.7. Valoración de la estructura de la movilidad por motivo trabajo en la región metropolitana de Madrid en 1988 y 1996**

Los resultados obtenidos a partir del ejercicio analítico realizado, cuya utilidad - es necesario insistir en ello- es exclusivamente descriptiva de la situación observada en el espacio concreto constituido por la región metropolitana de Madrid en los dos momentos del tiempo considerados, permiten apreciar importantes disparidades en los elementos que describen en su conjunto la particularidad de cada conglomerado, en relación a la estructuración de la movilidad metropolitana por motivo trabajo. El

agregado metropolitano madrileño, consecuentemente, se mostraba como un espacio desequilibrado en la organización de su sistema de transporte y este desequilibrio se ha mantenido en el tiempo, representando un problema estructural de índole regional, por cuanto las principales deficiencias del mismo, relacionadas con la congestión diaria del tráfico, están sustentadas en una profunda división socioeconómica, urbanística y ambiental del espacio.

Los tres conglomerados obtenidos, en forma de coronas, permiten simplificar el análisis del desequilibrio, por ser necesario delimitar un menor número de zonas más amplias, de cara a identificar de manera más sencilla las diferencias territoriales existentes. Sin embargo, la situación descrita era aún más acusada, pues incluso dentro de cada conglomerado obtenido existía una divergencia entre los sectores del Sur-Este y los del Norte-Oeste, como se ha señalado en el desarrollo argumental previo, al construir los clusters resultantes, en el análisis gráfico del dendograma. En conclusión, el desequilibrio se estructura en forma de coronas y sectores (concéntrica y radial), reflejando la enorme complejidad del espacio metropolitano madrileño. En tanto que la misma se mantenga, los desequilibrios espaciales del sistema de transporte en la región metropolitana de Madrid continuarán presentes, generando un enorme coste económico y social. Es imprescindible el planteamiento de una política de ordenación del territorio tendente al reequilibrio, con fuertes y arraigadas asunciones en materia social, económica y ambiental, como línea de actuación estructural en materia de transporte metropolitano.

## PARTE CUARTA.

**L**A NECESIDAD DE ACCIÓN EN EL  
INTENTO DE ALIVIAR EL PROBLEMA  
DEL TRÁFICO URBANO EN LA REGIÓN  
METROPOLITANA DE MADRID, A TRAVÉS DE  
LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

## 9. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN SOBRE EL SISTEMA DE TRANSPORTE METROPOLITANO A TRAVÉS DE LA ORDENACIÓN TERRITORIAL EN LA COMUNIDAD DE MADRID

Toda alteración en la estructuración de los usos residenciales y de actividad económica sobre el territorio metropolitano tiene un efecto directo en el esquema espacial de los desplazamientos al trabajo, lo que en gran medida incide en el sistema metropolitano de transportes en su conjunto. Por tanto, *“cualquier política de transporte en un entorno metropolitano debe tener muy presentes los cambios que tienen lugar en la forma urbana”* (ASENSIO, J. & MATAS, A., 1999: 190). En consecuencia, el análisis riguroso de la organización territorial del espacio residencial y de empleo se presenta como una herramienta esencial para el conocimiento y la planificación del sistema de transportes en una aglomeración metropolitana. La acción planificadora de los transportes urbanos debe, entonces, considerar las determinaciones de la ordenación territorial del espacio sobre el que el sistema de movilidad metropolitana se articula.

Lo que es más, la propia política de ordenación del territorio constituye un medio indispensable en la planificación del sistema de transporte, del que debe hacerse uso. *“La política espacial juega un papel relevante de cara a abordar los problemas de la movilidad”* (MEURS, H. & HAAIJER, R., 2001: 429). De este modo, una decidida acción de planificación de los usos urbanos, que determinara la organización espacial de las viviendas y los centros de empleo, permitiría actuar de forma adecuada sobre el sistema de transportes, tomando decisiones esenciales de cara a acotar el problema de la

congestión del tráfico. *“El volumen de movilidad en las ciudades puede reducirse sustancialmente haciendo zonas residenciales accesibles a los centros de empleo y asegurando la proximidad de las áreas residenciales a las necesidades diarias de los hogares”* (OWEN, W., 1972: 88).

En este sentido, parece lógico entender que en el marco político regional es necesario que se considere como objetivo esencial de la planificación espacial, de ámbito municipal y supramunicipal, una ordenación de los usos urbanos de la que se derivase una racionalización de la movilidad metropolitana. Todo ello aparentemente no se entiende sin vincular ambos procesos planificadores, el de los usos del suelo (ordenación urbanística y territorial) y el de la movilidad (planificación del transporte), en una sola línea de acción, unificando incluso sus respectivos marcos competenciales. *“El desarrollo urbano y el del sistema de transportes deben instrumentarse desde una perspectiva de actuación unitaria”* (VALERO CALVETE, J., 1970: 215).

A este respecto, merece destacarse la aportación de Emilio Fontela y Olivier de La Grandville, quienes concluyen su estudio sobre las previsiones de desplazamientos de la población en las aglomeraciones urbanas, centrado en el caso del cantón de Ginebra, destacando como principal aportación de su modelo la posibilidad de interacción, pudiendo *“partir de un planeamiento urbanístico y adaptar un esquema de transportes concreto, o bien, elegir un sistema de transportes con una estructura determinada [...], estableciendo en función del mismo una distribución de la población en términos de residencia y empleo”* (FONTELA, E. & LA GRANDVILLE, O.D., 1966: 8).

### **9.1. La estrategia de planificación integrada del territorio y el transporte**

La idea anterior es puesta de manifiesto por diversos autores, que señalan la necesidad de desarrollar un verdadero proceso planificador en las grandes urbes, caso de Harry W. Richardson, quien indica que *“en la economía urbana, el sistema de transporte, el uso del suelo y la configuración de la estructura urbana se determinan*

*simultáneamente y su interacción ha de ser tomada en cuenta de forma explícita. Como resultado, la planificación del transporte a largo plazo, no debe separarse de la planificación urbana en general”* (RICHARDSON, H.W., 1975b: 135). En términos similares se expresa Javier Valero Calvete, según el cual *“La planificación urbana y la de los transportes deben realizarse en estrecha colaboración, de forma que resulte un conjunto armónico. Una actuación independiente en ambos campos sería ineficaz, ya que son dependientes uno de otro y se influyen en sumo grado”* (VALERO CALVETE, J., 1970: 215). *“El sistema de transporte a elaborar debe estar basado, por lo tanto, en objetivos explícitos acordes con el desarrollo de la configuración de la región y debe promover el orden deseado de desarrollo regional”* (FAGIN, H. cit. en ROZZI, R., 1971: 99).

También Wilfred Owen es consciente de ello y a esta reflexión dedica gran parte de su esencial trabajo sobre el problema del transporte urbano. Owen entiende que *“es evidente que la solución del problema del transporte urbano está estrechamente relacionado con la restauración de las áreas internas y la planificación y desarrollo de mejores suburbios. Las soluciones del transporte dependen del planeamiento municipal y, al mismo tiempo, el desarrollo del transporte puede ayudar a lograr deseadas metas municipales”* (OWEN, W., 1966: 192). En relación con esta afirmación, cabe hacer mención de la interesante propuesta realizada recientemente por Peter Calthorpe y William Fulton, en su estudio sobre la ciudad-regional (o región metropolitana), para favorecer la maduración de los espacios suburbanos, la renovación de los centros urbanos y la cohesión del espacio urbano-regional en su conjunto (Vide CALTHORPE, P. & FULTON, W., 2001: 10-11).

Un planteamiento de la misma índole que el efectuado por Owen había sido realizado previamente por Robert B. Mitchell y Chester Rapkin, al considerar que *“la planificación de los transportes, para ser más eficiente, debe estar coordinada con los planes de desarrollo del uso del suelo y con otros elementos de la estructura urbana”* (MITCHELL, R.B. & RAPKIN, C., 1954: 4). Lo que es más, llegan a identificar ambos procesos de planificación como una acción integrada, al manifestar que *“la planificación de la ciudad debe considerar ambas facetas de la relación entre tráfico y*



*uso del suelo*” (MITCHELL, R.B. & RAPKIN, C., 1954: 6), esto es, los efectos del sistema de transportes sobre la construcción y desarrollo del territorio y, asimismo, de la estructura espacial sobre la organización de los transportes. Como estrategia general de actuación en materia de tráfico urbano, Mitchell y Rapkin plantean una acción a tres niveles; la regulación y control del tráfico, la provisión y mejora de los canales físicos de movimiento (Infraestructuras) y, el más básico, la planificación, dirección y control del cambio en el modelo de uso del suelo. Este cambio debe estar dirigido a reducir la cantidad y distancia de movimiento necesario entre usos del suelo con altas cotas de interrelación mutua. El segundo y tercer nivel de gestión del tráfico no son estrictamente separables, porque la red de canales de tráfico y el modelo de localización de establecimientos residenciales y no residenciales son variables mutuamente dependientes (Vide MITCHELL, R.B. & RAPKIN, C., 1954: 7).

De igual manera, Christian Neuhaus, quien resalta la necesidad de atender los problemas del transporte urbano mediante un desarrollo estructural del espacio urbano, llega a la conclusión de que *“la política de tráfico es política urbana y la política urbana es política de tráfico. [...] el objetivo más importante, es decir, evitar el tráfico, sólo se consigue por la integración de medidas relativas al tráfico y por la planificación del espacio”* (NEUHAUS, C., 1997: 9)

El concepto de proceso integrado de planificación, como actuación unitaria, en la que la ordenación de los transportes urbanos formara parte de una estrategia territorial global, es reafirmado por Leo Hendrik Klaasen y Jan A. Bourdrez, quienes defienden que *“la planificación de los transportes es y debe ser una parte de un sistema más amplio de planificación, que tenga en cuenta el mercado de trabajo, la localización industrial, la elección residencial, las relaciones sociales, los hábitos de compra y de ocio, etc., así como las relaciones entre ellos”* (KLAASEN, L.H. & BOURDREZ, J.A., 1979: 72-73).

No se puede entender la acción planificadora de los transportes urbanos, si no es como elemento de un sistema de planificación general del marco metropolitano. *“La planificación integrada del transporte es una contradicción, a menos que se entienda*

*como integrada en el proceso global de planificación” (KLAASEN, L.H. & BOURDREZ, J.A., 1979: 68). Este concepto de planificación es el adoptado en los Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT), es decir, Esquemas de Coherencia Territorial, nuevos documentos urbanísticos, creados en Francia por la Ley de 13 de diciembre de 2000 sobre solidaridad y renovación urbana, “cuyo principal objetivo consiste en lograr políticas urbanísticas más claras y democráticas, dotando a las aglomeraciones urbanas de un instrumento que permita la coherencia en la interacción de las políticas sectoriales, especialmente en materia de urbanismo, vivienda, movilidad y equipamientos” (CERTU, 2001a: 5).*

Klaasen y Bourdrez ponen de relieve, además, una idea muy importante, la consideración del proceso de ordenación territorial y de los transportes como una acción con extraordinarias implicaciones sociales, económicas, culturales, medioambientales... *“Como resultado de los rápidos cambios acaecidos en la sociedad actual, la estructura económica y especialmente las estructuras de precios y costes se han alterado, los recursos se han relocalizado, se han desarrollado nuevos procesos técnicos, introducido nuevos productos y se han desechado muchos otros. Tales cambios han supuesto serias implicaciones para el sector de los transportes. Por ello, es fundamental para los planes de transporte ser coherentes y estar relacionados con los otros planes sectoriales y con la distribución espacial de la población y las actividades económicas” (KLAASEN, L.H. & BOURDREZ, J.A., 1979: 68-69). Por tanto, el concepto de planificación global, integrada... del que hablan estos autores excede de la clásica idea de planificación territorial, abriéndola a políticas sectoriales en materia de vivienda, empleo, industria, servicios, bienestar social, medioambiente, patrimonio histórico... De hecho, las propuestas innovadoras en materia de transporte urbano; “[...] las soluciones de transporte colectivo frente al transporte individual, los vehículos más eficientes en el consumo energético; las energías renovables, las técnicas de transporte combinado, las infraestructuras inteligentes, los medios alternativos y disuasorios, etcétera [...] probablemente [...] por muy exigente que fuera su planteamiento devendrían en insuficientes si no se modifican los modelos de producción y consumo vigentes. Ello exige enfrentarse a modificaciones que afectan a otros órdenes de la*

*vida social y económica tales como el mundo laboral, el urbanismo o el comercio [...]*” (MARTÍN URBANO, P., 1997: 247-248).

En estos mismos términos, Javier Valero Calvete había manifestado que *“la solución al problema del transporte urbano debe buscarse, a largo plazo, en una adaptación racional de las ciudades a las modificaciones de las estructuras económicas y sociales”* (VALERO CALVETE, J., 1970: 214).

El sistema de transporte urbano es un elemento fundamental del complejo entramado metropolitano, con enormes vinculaciones con otros fenómenos urbanos, hecho por el cual se entiende la ciudad o la región metropolitana como un conjunto de sistemas interrelacionados. Por ello, debe tenerse en cuenta que los problemas del transporte se posicionan dentro del conjunto de problemas urbanos, dependiendo de la importancia concedida a los demás elementos integradores de la realidad metropolitana (vivienda, desarrollo económico, empleo, pobreza y marginación social, espacios verdes...), en función de una estrategia de planificación global de la ciudad. El objetivo final de la misma consiste en facilitar las soluciones que permitan conseguir de forma más adecuada los objetivos de bienestar social e interés público (Vide ROZZI, R., 1971: 100-101). *“La coherencia de toda estrategia [en materia de planificación de los transportes urbanos,] exige, por parte de los planificadores, tratar de forma consciente de reconciliar las consideraciones relativas a la ciudad, a sus habitantes, su economía y su medio ambiente”* (OCDE, 2000: 19, subr. mío). Por todo ello, *“una ciudad sostenible<sup>1</sup> debe constantemente aprender cómo integrar su planeamiento físico/ambiental con su planificación económica”* (NEWMAN, P. & KENWORTHY, J., 1999: 21).

---

<sup>1</sup> Paradigma del modelo urbano perseguido; esto es, eficiente económicamente, a la vez que equitativa socialmente y respetuosa con el medio ambiente. O, en palabras de Roberto Camagni, que entiende *“el desarrollo urbano sostenible como un proceso de integración sinérgica y de coevolución entre los grandes subsistemas de los que se compone la ciudad (el sistema económico, el sistema social, el sistema físico –built and cultural heritage- y el sistema ambiental, que garantice a la población local un nivel no decreciente de bienestar a largo plazo, sin comprometer las posibilidades de desarrollo de las áreas circunstantes y que contribuya a la reducción de los efectos nocivos del desarrollo sobre la biosfera”* (CAMAGNI, R., 1999: 277).

Esta idea es lógica por cuanto, además, por ordenación del territorio no debe entenderse la mera disposición física de los usos del suelo, constituyendo una morfología territorial planificada, sino “[...] *el conjunto de estudios y medidas de carácter oficial y privado conducentes a la consideración del espacio como un todo, en el que han de articularse de la forma más armónica posible, las distintas actividades de carácter agrícola, industrial, urbano, etc.*” (TAMAMES, R., 1992: 305-306).

En conclusión, la planificación de los transportes metropolitanos debe plantearse como componente esencial de la planificación territorial, integrada a su vez, junto con un conjunto de políticas sectoriales fundamentales para la ciudad, en una estrategia urbana - metropolitana de índole superior, guiada por una finalidad única; la consecución de un desarrollo económico del agregado metropolitano, equilibrado espacialmente, respetuoso con el entorno natural y el patrimonio histórico y equitativo socialmente, en favor de una mejora en la calidad de vida de sus habitantes. Este principio define el proceso de armonización de las políticas urbanas desarrollado por la citada Ley francesa de solidaridad y renovación urbana, con el fin de “*promover un desarrollo del territorio más coherente, sostenible y solidario*” (CERTU, 2001a: 9).

“*En definitiva, la planificación del transporte no puede ser independiente de las políticas de uso del suelo. Una conclusión tan evidente no recibe, sin embargo, una atención sistemática y suficiente en las políticas convencionales, con lo que no se está consiguiendo poner hoy las bases para resolver un problema que, agudizado, habrá de afrontarse en el futuro*” (CARAMÉS VIÉITEZ, L., 2000: 274). De hecho, a pesar de todos estos planteamientos teóricos, el desarrollo práctico de una planificación integrada ha sido escaso y tardío. Lo puso de manifiesto a comienzos de los setenta Paolo Ceccarelli, cuando afirmaba que “*en su mayoría los planes de ordenación ni siquiera toman en consideración la variable transporte y las exigencias de circulación y viceversa*” (CECCARELLI, P., 1971: XXV). Lo reafirmaron Francis V. Webster y Mira Dasgupta al inicio de la década de los noventa, al referirse al estudio efectuado en los primeros años ochenta por el International Study Group on Land Use / Transport Interactions (ISGLUTI), señalando que “*durante la última década, el uso de modelos interactivos de uso del suelo y transporte ha comenzado a ser más ampliamente aceptado que*

*antes de la realización del estudio ISGLUTI. Este estudio ha demostrado la importancia de incluir las interacciones uso del suelo - transporte en la valoración política” (WEBSTER, F.V. & DASGUPTA, M., 1991: 1).*

Recientemente lo ha destacado también el informe final del proyecto europeo TRANSLAND (*Integration of Transport and Land Use Planning*), realizado para el análisis de las estrategias más novedosas en la planificación integrada de los usos del suelo y los transportes urbanos desarrolladas y para el fomento de nuevas formulaciones, que impliquen una mejora en la futura aplicación de dichas estrategias. Así, señala que “[...] *las aplicaciones prácticas de los conceptos de la planificación integrada que han tenido éxito siguen siendo más que escasas en la mayoría de países miembros de la UE. Una razón puede ser la falta de conocimiento sobre la interacción entre el uso del suelo y el transporte y las consiguientes consecuencias en materia de planificación [...]*” (PALLEY, E. & PEDLER, A., 2000: 1-2).

Igualmente y en referencia a un aspecto concreto, como es la planificación de las infraestructuras viarias, Peter Hall señalaba que *“son pocas, pero reales las oportunidades de relacionar las políticas de usos del suelo con el planeamiento de las carreteras; estas oportunidades son sobre todo locales, es decir relativas a los desplazamientos cortos dentro de la zona metropolitana, y se pueden explotar mediante políticas adecuadas, aunque en la mayoría de los casos se ha desaprovechado esta oportunidad”* (HALL, P., 1993: 38).

Es preciso, en consecuencia, adoptar un cambio de perspectiva en la planificación de los transportes, a favor de una estrategia integrada. De hecho, *“los modelos urbanos más avanzados hoy en día, tienen en cuenta la interacción entre el uso del suelo y el transporte”* (PROPOLIS CONSORTIUM [en línea], 2002: Objectives).

La planificación integrada de los usos del suelo y los transportes urbanos ofrece, así, una perspectiva nueva en el desarrollo de las ciudades y los espacios metropolitanos, debiendo adoptar una estrategia de desarrollo sostenible; esto es,

centrando sus esfuerzos en reducir las necesidades de movilidad y también la dependencia respecto del vehículo privado en los desplazamientos efectuados (vide BRYANS, W. & NIELSEN, S, 1999: 13). *“Para afrontar una estrategia de transporte sostenible es necesario integrar la planificación del sistema de transporte y de los usos del suelo. [...] [Por tanto,] la planificación de los usos del suelo juega un papel central para conseguir un desarrollo sostenible [...]”* (U.K. DEPARTMENT FOR TRANSPORT [en línea], 1998: 59 y 122).

La idea de «ciudad sostenible» tiene que ver con las altas densidades residenciales y el regreso de la población para habitar los centros urbanos, lo que supone una reducción de los desplazamientos al trabajo, con el consiguiente ahorro energético (Vide BALCHIN, P., ISAAC, D. & CHEN, J., 2000: 487). En su completo análisis sobre la ciudad sostenible, Paul Newman y Jeffrey Kenworthy ponen particular énfasis en la necesidad de controlar la dependencia del automóvil en los desplazamientos efectuados, de manera que entienden que la «nueva sostenibilidad urbana» debe centrarse en la manera de superar problemas tan graves como los derivados del uso masivo del vehículo propio (Vide NEWMAN, P. & KENWORTHY, J., 1999: xiii). Entre las propuestas finales de acción para superar la dependencia del automóvil en los desplazamientos, basadas en diversos casos internacionales analizados por estos autores o a los que los mismos han tenido acceso, destacan la creación de espacios con usos del suelo diversos, equilibrados y coordinados, la contención del crecimiento disperso de las zonas suburbanas o el desarrollo de actuaciones de planificación integrada de transporte y usos del suelo (Vide NEWMAN, P. & KENWORTHY, J., 1999: 164, 337).

Asimismo, la planificación urbanística, a través de su faceta de diseño del espacio público urbano, tiene, como señala Alfonso Sanz Alduán, una enorme importancia en los procesos emprendidos por diversas ciudades europeas, para «domesticar el automóvil» y «calmar el tráfico» (Vide SANZ ALDUÁN, A., 1994: 397), entendiendo, en palabras del propio Sanz Alduán, por tales conceptos respectivamente: “[...] *extendiendo el sentido fijado por los diccionarios, conseguir que sea apto para la convivencia con las personas, que su fiereza y salvajismo se truequen en mansedumbre*

*y costumbre a la compañía de los seres humanos [y] apaciguarlo, tranquilizarlo, disminuir la agitación y el ruido que produce [...]*" (SANZ ALDUÁN, A., 1994: 397), esto es, para lograr un sistema de transporte urbano sostenible.

Un ejemplo paradigmático de planificación integrada lo constituye el movimiento norteamericano de las «Transit Villages»<sup>2</sup>, que implica una reacción a la pérdida de calidad de vida en las zonas urbanas y suburbanas actuales, aquejadas de serios problemas derivados de la congestión del tráfico, la dispersión residencial, el abandono de los centros urbanos, la desconexión entre los distintos usos del suelo, etc. Esta corriente agrupa ideas procedentes de las disciplinas del urbanismo, los transportes, la economía urbana, la ecología..., en una perspectiva de desarrollo urbano sostenible, la finalidad de la cual consiste en desarrollar áreas cuya estructura de usos e intensidades del suelo incentive la utilización de medios de transporte público y no mecanizado, y en las que se constituyan comunidades heterogéneas, pero cohesionadas socialmente, en las que primen principios como la salud pública, la conservación y la revitalización del entorno urbano...

Las Transit Villages son barrios con densidades superiores a las de las zonas suburbanas norteamericanas tradicionales, en los que coexisten diversos usos del suelo. Se organizan en torno a un nodo de transporte público -por ejemplo una estación de ferrocarril (cercanías)- integrado en una gran línea de transporte colectivo, que lo conecta con el resto del agregado metropolitano, incluyendo el centro urbano, de modo que se favorecen los desplazamientos en transporte público y en medios de transporte no mecanizado, en sustitución del vehículo propio (Vide BERNICK, M. & CERVERO, R., 1997: 1, 5, 74).

---

<sup>2</sup> Podrían definirse como «barrios de tránsito». Pueden encontrarse ejemplos destacados en las grandes aglomeraciones de las costas Este y Oeste de EE.UU., en ciudades de extremo oriente como Tokio y Singapur o europeas como Estocolmo (BERNICK, M. & CERVERO, R., 1997).

### 9.1.1. Singularidades de la planificación territorial en España y particularidades del caso madrileño

El modelo de planificación territorial propio de España está en la práctica limitado exclusivamente a la acción de planeamiento urbanístico, y su posterior ejecución, en el ámbito municipal. El Planeamiento General Municipal instrumentado por la normativa urbanística española se ha centrado en regular la estructura urbana de usos del suelo, en relación con el régimen de propiedad privada y el interés público del municipio, en cuanto al desarrollo urbano planeado. Su procedimiento, fuertemente regulado, prácticamente se agota con la compleja clasificación y calificación del suelo en distintos usos e intensidades -que construyen la estructura urbana- con la forma de valoración del suelo y con el reparto de beneficios y cargas en la ulterior fase de gestión. Su vinculación con la ordenación de los transportes se limita a la planificación de los grandes «Sistemas Generales» relacionados con la movilidad (de manera genérica, grandes viarios y líneas de ferrocarril y metro).

Por otra parte, los objetivos y medidas contenidos en la «Memoria», documento integrante del Plan General, entre los cuales suelen considerarse diversos relacionados con la estructura física del tráfico urbano, quedan, en la aplicación real del planeamiento, en un segundo plano, meramente formal, como grandes principios que guían la realización del plan urbanístico. Sin embargo, las repercusiones sobre la movilidad que tiene la estructura urbana, resultante del proceso de planeamiento urbanístico, son extraordinariamente importantes, como para aconsejar la aplicación de medidas de fondo desde una perspectiva de ordenación y control de la estructura del sistema urbano de transportes.

Otros dos instrumentos de Ordenación territorial, previstos tradicionalmente por la normativa urbanística estatal española, el *Plan Nacional de Ordenación* y los *Planes Directores Territoriales de Coordinación*, no han pasado del mero enunciado de la ley del suelo, sin haberse desarrollado en la práctica. El segundo de éstos regularía el territorio en un ámbito regional, por lo que en principio constituiría un instrumento adecuado para aplicar una política integrada de desarrollo urbano y ordenación de los



transportes. Su principal cometido, según el artículo 68 del *Texto Refundido de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana de 1992*<sup>3</sup>, sería la definición del modelo territorial del espacio regional, y entre las determinaciones que debiera contener, se incluyen la planificación de la localización de las infraestructuras básicas de transportes y el esquema de distribución geográfica de los usos y actividades a que debe destinarse de forma prioritaria el suelo afecto al plan (Véase DIRECCIÓN GENERAL PARA LA VIVIENDA, EL URBANISMO Y LA ARQUITECTURA, 1994: 49-50).

La normativa autonómica madrileña en materia de política territorial desarrollada a mediados de la década de los noventa con la *Ley 9/1995 de Medidas de Política Territorial, Suelo y Urbanismo de la Comunidad de Madrid*, heredera de las *Estrategias Territoriales* planteadas a finales de los ochenta y de las anteriores *Directrices y Programas Coordinados* establecidos por la *Ley 10/1984 de Ordenación Territorial de la Comunidad de Madrid*, vino, en cierta forma, a cubrir el vacío existente en la acción de planificación territorial de ámbito regional, con la regulación de «nuevos instrumentos de política territorial», entre los que destaca un plan de ordenación global del territorio autonómico, el Plan Regional de Estrategia Territorial (PRET). Sin embargo, el proceso de planificación que éste comporta no se ha desarrollado tampoco de la forma prevista por la ley autonómica de planificación territorial.

El procedimiento, regulado en el Artículo 18 de la *Ley 9/1995, de 28 de marzo, de Medidas de Política Territorial, Urbanismo y Suelo de la Comunidad de Madrid*, parte de un «documento de bases» y, siguiendo un sistema de tramitación similar al del planeamiento general municipal, pasa por una fase de proyecto inicial primero y después provisional, hasta su aprobación definitiva, momento en que adoptaría carácter de ley en sus Determinaciones Generales (los criterios de solidaridad y compatibilidad territorial; el esquema de articulación territorial; la delimitación de espacios naturales y rurales protegidos; la localización, objetivos y contenido urbanístico básico de las

---

<sup>3</sup> Derogado por la Sentencia del Tribunal Constitucional 61/1997, de 20 de marzo, que declara inconstitucionales un gran número de preceptos, al entender que fueron dictados por el Estado sin tener competencia legislativa para ello, incluyendo aquéllos de carácter supletorio (aplicables cuando no existiera legislación autonómica en la materia).

Zonas de Interés Regional y los sistemas regionales de infraestructuras básicas y de transporte) y de decreto en el resto de sus contenidos (Vide DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN URBANÍSTICA Y CONCERTACIÓN, 1995: 13 y 44).

Tras haberse iniciado este proceso en el año 1995, el cambio de signo político que supusieron las elecciones autonómicas de 1996 en el Gobierno de la Comunidad de Madrid, dio lugar a un replanteamiento de las bases iniciales del PRET. Actualmente, iniciado el año 2003, no ha pasado de la fase de aprobación inicial por la Asamblea General, quedando aparentemente sumido en el olvido por parte de la Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transporte durante los dos últimos años, ante la prioridad concedida a la formulación de un proyecto de nueva ley urbanística, que ha dado lugar a la *Ley 9/2001, de 17 de julio, del suelo de la Comunidad de Madrid*, que viene a sustituir a la anteriormente citada *Ley 9/1995, de 28 de marzo, de Medidas de Política Territorial, Urbanismo y Suelo de la Comunidad de Madrid*. En lo referente al PRET, la nueva norma se ha limitado a mantener la vigencia del Título III de la *Ley 9/1995*, donde se regulan el Plan Regional de Estrategia Territorial y los demás instrumentos que definen la política territorial, sin incorporar novedad alguna para su efectiva aplicación. En definitiva, las interferencias de índole político y administrativo han venido obstaculizando el desarrollo de un deseable planeamiento territorial del espacio regional y metropolitano de la Comunidad de Madrid, inexistente aún ocho años después de su constitución como instrumento clave de la política territorial madrileña.

En cuanto al Planeamiento General de Ordenación Urbana, la Normativa Estatal, según el artículo 70 del *Texto Refundido de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana de 1992*, recogía la posibilidad de que abarcase más de un término municipal íntegramente<sup>4</sup> (Vide DIRECCIÓN GENERAL PARA LA VIVIENDA, EL URBANISMO Y LA ARQUITECTURA, 1994: 50), pero tal medida no ha sido llevada a la práctica, al menos a gran escala, siendo este tipo de planeamiento «patrimonio» exclusivo de cada municipio. Por lo tanto, el territorio metropolitano y regional de la Comunidad de Madrid está regulado por una gran cantidad de instrumentos de

---

<sup>4</sup> Derogado igualmente por la STC 61/1997, de 20 de marzo.

planeamiento municipal, sin que se atienda su necesaria coordinación para la construcción global del espacio.

Asimismo, y volviendo al planteamiento referente a la integración de la planificación territorial dentro de una estrategia regional más amplia, cabe destacar que en España el planeamiento territorial adolece de una absoluta descoordinación con las políticas sectoriales aplicadas en el ámbito metropolitano. De esta manera, un proceso de integración de la planificación de los transportes y el territorio no sería del todo eficiente, por no valorar elementos indispensables para favorecer un desarrollo equilibrado del ámbito de actuación, como son la política de vivienda, la creación de empleo y empresas, la conservación del entorno, etc. Además, el desarrollo espacial que impulsa el planeamiento territorial tiene implicaciones fundamentales en el funcionamiento social, económico, medioambiental... de la ciudad, con lo que es lógico suponer una necesaria coordinación con otros medios de actuación en el marco urbano, regional e incluso estatal.

Modelos de inspiración de extraordinario interés podrían ser los establecidos por las Planning Policy Guidance Notes (PPG) redactadas por el gobierno británico y los mencionados Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT) recogidos por la legislación francesa.

Las PPG determinan la política gubernamental en materia de planificación, con arreglo a la cual las autoridades han de realizar sus planes de desarrollo. La PPG 13 hace referencia a la planificación de los transportes y *“proporciona asesoramiento sobre cómo las administraciones locales deben integrar la planificación del transporte y los usos del suelo. El propósito principal consiste en asegurar que las administraciones locales llevan a cabo sus políticas urbanísticas y sus programas de transporte, con el fin de reducir el número y la distancia de los viajes motorizados, potenciar los medios de transporte alternativos con un menor impacto ambiental y, por lo tanto, reducir la dependencia del automóvil privado”* (KIRKSTALL VALLEY CAMPAIGN HOME PAGE, THE [en línea], 1997: 1). Este planteamiento integrador fue introducido en la redacción de la PPG 13 en el año 1994. En 2001 se revisó ésta, para

incorporar las recomendaciones del Libro Blanco del gobierno británico sobre el futuro del transporte «A New Deal for Transport Better for Everyone», publicado en 1998, bajo el principio de que *“la planificación integrada del transporte es la base de las políticas de movilidad sostenible de cara a afrontar los problemas de congestión y polución”* (U.K. DEPARTMENT FOR TRANSPORT [en línea], 2003: 1), hecho por el cual la revisión realizada marcó una línea de continuidad en la dirección iniciada en 1994, centrada en la planificación integrada.

Los SCoT están *“destinados a servir de marco de referencia para las diferentes políticas sectoriales, centradas especialmente en las cuestiones relativas a la vivienda, la movilidad, los equipamientos, el medio ambiente, la organización espacial... [de modo que] se asegure la coherencia de los documentos sectoriales (Programa Local de Vivienda, Plan de Desplazamientos Urbanos...) con los planes locales de urbanismo establecidos a nivel municipal. [Es decir,] supone una reflexión sobre la organización espacial, de cara a establecer los vínculos entre los diferentes instrumentos que intervienen en el juego”* (CERTU, 2001a: 14, 18, subr. mío).

Antonio Vázquez Barquero examina las principales singularidades del planeamiento territorial español, que básicamente se limita, como se ha dicho, al ámbito municipal. Señala como función principal del planeamiento urbanístico el *“[...] definir y ejecutar las normas del uso del suelo urbano [...]”* (VÁZQUEZ BARQUERO, A., 1993: 76) o, dicho de otra manera, siguiendo a Ramón Tamames, *“[...] establecer la clasificación del suelo, con su régimen jurídico correspondiente; así como definir los elementos fundamentales de la estructura general adoptada para la ordenación urbanística, y el programa para su desarrollo [...] y ejecución, con los plazos de su vigencia”* (TAMAMES, R., 1992: 327).

Realmente, el Urbanismo como doctrina excede del estrecho margen de acción del modelo de planeamiento general de ordenación urbana español, único elemento de acción urbanística desarrollado de manera efectiva por la normativa existente, centrado casi exclusivamente en aspectos de tipo jurídico y técnico, relegando a un papel en extremo secundario fundamentos sociales, económicos, culturales y medioambientales.

El planeamiento urbanístico debiera ser, por el contrario, un reflejo efectivo del urbanismo como *“conjunto de métodos económicos, sociológicos y arquitectónicos para el diseño del espacio urbano, en el propósito de crear condiciones adecuadas de vivienda, medio ambiente, esparcimiento, además de las áreas necesarias con fines de implantación industrial, comercial, etc. Todo ello con las redes arteriales y de transporte público que faciliten la movilidad de la población. [...]”* (TAMAMES, R., 1992: 419).

El planeamiento urbano determina la situación y evolución de la estructura de los usos de actividad económica en el marco urbano, mediante la fijación del precio del suelo urbano y a través de las externalidades socioeconómicas, medioambientales y urbanísticas que genera. Sin embargo, como se ha dicho, el contenido del planeamiento urbanístico español es meramente físico, formal, no incidiendo en el fondo de la realidad urbana, al no adoptar un enfoque socioeconómico del espacio municipal. Por ello, frecuentemente existe un desajuste entre las determinaciones del planeamiento urbanístico -proceso de lento desarrollo temporal y rígido procedimiento administrativo- y las circunstancias que caracterizan la cambiante realidad económica, tecnológica, productiva... del marco territorial metropolitano, lo que frecuentemente diferencia sustancialmente los resultados obtenidos de los objetivos planteados. Parece, por tanto, necesario vincular los instrumentos de planeamiento urbano con aquéllos de política económica urbana.

Asimismo, la planificación urbanística de los municipios debiera ser capaz de encauzar los procesos económicos impuestos por el modelo económico imperante sobre la ciudad, por iniciativa de políticas estatales o de la propia iniciativa privada nacional e internacional en el marco de una economía crecientemente globalizada, en beneficio del colectivo social municipal, pero tal tarea se presenta en extremo complicada, si no se dotan los instrumentos para unificar la planificación urbana municipal con la política económica desarrollada por las administraciones de índole regional y nacional. Surge, entonces, la necesidad de concebir el espacio urbano como una empresa que compita en los mercados nacionales e internacionales, entendiendo, por lo tanto, la planificación urbanística como una planificación

estratégica de la ciudad o de la región metropolitana. Esta orientación, en términos de eficiencia, debe plantearse con el objeto final de hacer de la ciudad o del agregado metropolitano un espacio no sólo dinámico, sino también equilibrado espacialmente en términos económicos, sociales, culturales, medioambientales... (Vide VÁZQUEZ BARQUERO, A., 1993: 77-78, 81-82 y 84, así como VÁZQUEZ BARQUERO, A., 1999: 174-177).

Efectivamente, como indican Jordi Borja y Manuel Castells, en la era de la información y la globalización, es preciso un nuevo enfoque para la planificación de las ciudades. Así, *“el agotamiento territorial clásico y la ambigüedad del gran proyecto supuestamente aislado obliga a proponer un planeamiento adecuado a la naturaleza de las intervenciones que corresponden a los nuevos espacios metropolitanos o urbano-regionales. [...] [Por tal se entiende] el planeamiento estratégico [que] es una forma de conducción del cambio basada en un análisis participativo de situación y de su posible evolución y en la definición de una estrategia de inversión de los escasos recursos disponibles en los puntos críticos”* (BORJA, J. & CASTELLS, M., 1997: 237 y 240, subr. mío).

Joe Ravetz en su estudio del «Gran Manchester» como ciudad-región en el horizonte temporal del año 2020, insiste en esta idea, como uno de los pilares fundamentales de la estrategia de desarrollo urbano sostenible planteada, de modo que *“para cada sector de la ciudad-región, un enfoque de planificación estratégica empresarial es una herramienta que vincula acciones a corto plazo con metas a largo plazo”* (RAVETZ, J., 2000:47).

### **9.1.2. Medidas de acción en el desarrollo de una estrategia integrada en materia de suelo y transporte urbano para el agregado metropolitano madrileño**

En el marco de la planificación integrada de la estructura de usos del suelo y los transportes urbanos, las principales líneas de actuación, de cara a determinar una

estructura de la movilidad en el espacio más racional, ordenada y armónica, deben dirigirse a la consecución de un espacio metropolitano - regional madrileño más equilibrado, integrado e igualitario, especialmente desarrollando una estrategia de usos de suelo menos polarizada, tratando de constituir áreas más equilibradas en materia de población, empleo, servicios, equipamientos y espacios libres. En definitivas cuentas, es preciso, como señala Hildebrand Frey en su estudio sobre el diseño de la ciudad, planificar una estructura urbana más sostenible. Frey pone de manifiesto la extraordinaria herramienta que es la planificación urbanística para favorecer un desarrollo urbano más eficiente en términos sociales, económicos, ambientales y culturales, *“por su capacidad para disminuir o eliminar las desventajas de la ciudad que habitamos [...], la cual ha sido el fruto de un crecimiento sin límites [...], está zonificada, lo que obliga a la población a realizar grandes desplazamientos [...], está socialmente estratificada [...], tiene un impacto destructivo sobre el medio ambiente [...] y es cara de gestionar ”* (FREY, H., 1999: 17-20, 23).

En este sentido -para exponerlo de forma esquemática- el principal objetivo que se persigue, a los efectos del planteamiento efectuado, consiste en el acercamiento generalizado de los lugares de empleo y de residencia de la población. Una finalidad fundamental del planeamiento es *“crear las condiciones que permitan relaciones físicas más cercanas entre usos del suelo”* (OWEN, W., 1966: 194). De este modo, *“el objetivo principal de la planificación integrada de los usos del suelo y los transportes [promovida decididamente por proyectos de extraordinario interés como TRANSLAND en el marco de la UE] es la reducción de las necesidades de desplazamiento y la promoción de un transporte sostenible [aspectos esenciales para la consecución de la necesaria disminución de la congestión y todos los problemas que la misma genera]”* (PALLEY, E. & PEDLER, A., 2000: 101, subr. mío).

Las medidas de acción fundamentales, que es necesario adoptar por parte de la planificación integrada del territorio, son básicamente tres:

- El control del precio del suelo y su equiparación a nivel espacial.

- La descentralización de los usos de actividad económica terciaria y la constitución de subcentros metropolitanos en zonas estratégicas de la periferia y la corona metropolitana.
- La planificación no funcional del espacio, desarrollando nuevas áreas ricas en diversidad de usos urbanos y atenuando la estructura zonificada de la ciudad consolidada.

En relación con estas tres grandes líneas de actuación y complementándolas, véanse los criterios de acción en materia de planificación espacial integrados dentro de la propuesta de «Programa de estabilización ecológica del transporte» efectuada por Alfonso Sanz Alduán y Antonio Estevan Estevan, como modo de plantear una nueva cultura del transporte, orientada a su reconversión ecológica (SANZ ALDUÁN, A. & ESTEVAN ESTEVAN, A., 1996: 249-251).

#### **9.1.2.1. El control de los precios del suelo**

La segunda mitad de los ochenta y el último trienio de los noventa – comienzo de la década del 2000 han sido dos fases de enorme expansión inmobiliaria, centrada principalmente en el segmento terciario la primera y en el residencial la segunda. En ambos casos se han derivado fuertes espirales inflacionistas en el mercado de vivienda y de inmuebles para usos no residenciales y entre dichas etapas se ha asistido a una fase de estabilidad -reducción en términos reales- de los precios inmobiliarios. Tales procesos han causado una revalorización generalizada del patrimonio inmobiliario de la región de Madrid, pero el encarecimiento global de la vivienda, oficinas, naves industriales, centros y locales comerciales, que ha producido una elevación de los costes del suelo, ha tenido lugar en las dos ocasiones de forma «selectiva»; esto es, incidiendo de manera más acusada en las tradicionales áreas centrales y en los espacios de mayor calidad del Norte - Noreste y Oeste de la periferia y la corona metropolitana, en los que se ha



concentrado una mayor demanda de espacio terciario avanzado y de vivienda libre unifamiliar (usos más rentables).

Por lo tanto, aún habiéndose producido un encarecimiento generalizado del suelo y los bienes inmuebles que sobre él se edifican, ha aumentado el margen de diferencia entre las zonas más dinámicas (con mayores precios) y las menos, por cuanto los agentes socioeconómicos de mayor poder adquisitivo están dispuestos a afrontar mayores costes por residir o localizar su actividad en aquéllas. Los desequilibrios en precios, asociados a desequilibrios en rentabilidades de inversión, en ubicación de usos e intensidades, en intereses privados de expansión y crecimiento urbanos... han contribuido a desvertebrar el territorio en su proceso global de desarrollo. Su principal efecto ha sido una creciente segregación socioeconómica de la población madrileña sobre el espacio metropolitano, dando lugar a una dicotomía Centro – Periferia y Norte/Oeste – Sur/Este.

El encarecimiento generalizado de los terrenos edificables y de los productos inmobiliarios resultantes ha tenido como consecuencia lógica una expulsión de la función residencial de la población hacia zonas cada vez más exteriores, presionando, además, los usos no residenciales más dinámicos por ubicarse en espacios de calidad de la periferia y la corona metropolitana en competencia con los usos residenciales.

El proceso experimentado de alejamiento entre los centros de trabajo y los lugares de residencia sobre el espacio metropolitano madrileño está, en gran medida, vinculado al incremento de los precios del suelo. De ahí, que sea imprescindible instrumentar medidas que favorezcan una moderación de la renta del suelo, con objeto de hacer asequible la ocupación de áreas sobrevaloradas por parte de usos «menos rentables», como puede ser la vivienda de protección o ciertas actividades industriales o terciarias y fomentar la implantación de usos muy rentables, como el terciario avanzado o la vivienda de lujo, en sectores territoriales infravalorados por el mercado. No basta con la reducción del precio del suelo en la región metropolitana de Madrid, sino que es necesario poner los medios necesarios para equiparar los

valores de la renta del suelo en las distintas zonas que la integran. La reducción de las disparidades socio-espaciales en materia de vivienda se presenta, por ejemplo, como una prioridad de acción para instrumentos de planificación de la importancia de los Esquemas de Coherencia Territorial franceses (Vide CERTU, 2001a: 18).

Partiendo de un equilibrio territorial en términos de valores inmobiliarios, se conseguiría un importantísimo avance hacia la meta de lograr un equilibrio socioeconómico y ambiental entre las distintas áreas integrantes del espacio metropolitano madrileño. Es un punto de partida imprescindible, si se quiere dotar a todas las zonas metropolitanas de diversos usos necesarios, y, de esta forma, favorecer el acercamiento de los centros de empleo y de residencia.

Los principales instrumentos de actuación en materia de control del precio del suelo se concentrarían en la ejecución de una decidida acción administrativa de política de suelo, que:

- Limitase la retención especulativa del suelo, mediante instrumentos fiscales y/o urbanísticos.
- Controlase los procesos de recalificación urbanística, ajustándolos a favor de la estructura territorial óptima desde el punto de vista del interés público.
- Crease rentas diferenciales en las zonas declaradas de «interés territorial».
- Potenciase la figura de los Patrimonios Públicos de Suelo, aumentando la cantidad de suelo y las opciones de destino final de los mismos, presionando a la competencia -agentes inmobiliarios privados- a reducir sus precios para poder competir.
- Desarrollase un sistema de gestión urbanística más flexible y dinámico, para agilizar la urbanización y edificación de los terrenos, ajustando la oferta a la demanda inmobiliaria existente en términos temporales y espaciales.

Obviamente, esta línea de actuación requiere una modificación normativa importante, que la Comunidad de Madrid podría impulsar en gran medida, habida cuenta de su competencia en materia de ordenación del territorio.

### 9.1.2.2. La descentralización del empleo y la creación de un espacio metropolitano policéntrico

La medida más ambiciosa que se presenta, de cuantas comprende la estrategia de planificación integrada, consiste en hacer de la región metropolitana de Madrid un espacio «maduro<sup>5</sup>», pasando del actual modelo concentrado de conurbación, en el que toda la región metropolitana se articula en torno a un único centro espacial -la Almendra Central del municipio de Madrid-, a un modelo policéntrico en el que el territorio metropolitano se organizara alrededor de varios centros estratégicamente dispuestos (Vide GUTIÉRREZ PUEBLA, J., 1993: 79 y 86-87). De hecho, “[...] *las áreas metropolitanas modernas no son monocéntricas y cada vez lo son menos. Incluso las ciudades que conservan un centro urbano tradicional de gran importancia tienen diversos subcentros que rivalizan con aquél en términos de empleo [...]*” (FUJITA, M., KRUGMAN, P. & VENABLES, A.J., 1999: 22).

En este empeño por impulsar un desarrollo territorial policéntrico de la región metropolitana de Madrid, la acción fundamental consistiría en favorecer la descentralización de las actividades económicas terciarias hacia áreas de la periferia y la corona metropolitana. “*La planificación urbana debe producir una dispersión de la población y la actividad económica y una reordenación de los usos del suelo, que pueda reducir los flujos de tráfico entre las zonas externas y centrales de la ciudad a una estructura de desplazamientos regionales más equilibrada*” (OWEN, W., 1966: 208).

La dispersión de la población ha sido un proceso característico del espacio metropolitano madrileño a lo largo del último cuarto de siglo, con especial intensidad desde mediados de los ochenta. Sin embargo, los usos de actividad económica, a pesar de haber sufrido cierto proceso de relocalización descentralizada selectiva, permanecen concentrados en su mayoría en las áreas más interiores de la región metropolitana.

---

<sup>5</sup> Javier Gutiérrez Puebla califica de «inmaduro» todo espacio metropolitano monocéntrico y de «maduro» todo espacio metropolitano policéntrico, como estadios en la evolución de las interrelaciones funcionales y de la distribución espacial de la accesibilidad en los núcleos urbanos (Vide GUTIÉRREZ PUEBLA, J., 1993: 79).

Además, lo que es más importante, el peso de los usos de actividad económica - empleo en estas zonas centrales ha cobrado creciente importancia respecto del uso residencial de la población ocupada. La tarea pendiente para equilibrar la estructura espacial de la movilidad en la región metropolitana de Madrid, haciendo uso de la anterior afirmación de Wilfred Owen, es la dispersión territorial de los usos de actividad económica.

Precisamente en referencia a la región metropolitana de Madrid, Carmen Díaz Fernández y AYSE en su estudio sectorial sobre la actividad económica en la Comunidad de Madrid para el Plan Regional de Estrategia Territorial (PRET), en su primer desarrollo, expresan esta idea, al afirmar que *“la progresiva localización periférica contribuirá a reducir el impacto del tráfico sobre los espacios centrales de la ciudad, disminuyendo su grado de congestión pues aumentará los flujos de salida de la ciudad. Esto puede generar un indudable beneficio adicional para el conjunto de la economía regional, si se consiguen reducir los costes que supone la cantidad de horas perdidas en desplazamiento al trabajo todos los días”* (DÍAZ FERNÁNDEZ, C. & AYSE, 1995: 261).

En iguales términos se expresan Juan E. Iranzo Martín y Gregorio Izquierdo Llanes en su aportación al estudio de la estructura económica de Madrid, señalando que *“la raíz del problema del transporte en Madrid se encuentra en el modelo de crecimiento uninuclear, concentrado en Madrid capital, que debiera ser cambiado por otro que podríamos denominar polinuclear, más apoyado en las ciudades de la periferia o del cinturón metropolitano, con la creación de servicios y empleos en estas zonas [...] [En definitiva,] para solventar este problema se debe mejorar la distribución de los centros de actividad para reducir la distancia residencia – trabajo, y dotar de mayor protagonismo a los desplazamientos transversales. La descentralización de la actividad económica regional mejoraría el equilibrio territorial entre centros productivos y residenciales [...]”* (IRANZO MARTÍN, J.E. & IZQUIERDO LLANES, G., 1999: 554).

Esta medida de descentralización de los usos de actividad económica es esencial para actuar sobre el sistema de transportes metropolitanos en su conjunto,

generando diversos beneficios para el mismo. Así, *“una disminución de la concentración del empleo en los centros de las ciudades puede producir, además, mejoras en los tiempos y en la comodidad de los desplazamientos, un ahorro muy importante de combustible y de inversiones en transporte como consecuencia de la reducción de la longitud de los trayectos. Estas ventajas se verían multiplicadas por una selección cuidadosamente planificada de los emplazamientos de los nuevos centros de empleo suburbanos en relación con los sistemas de transporte público”* (DANIELS, P.W. & WARNES, A.M., 1983: 265).

Daniels y Warnes, en su apreciación anterior, inciden en un aspecto muy importante, el proceso descentralizador de la actividad económica terciaria debe hacerse potenciando de forma planificada la aparición de espacios de centralidad periférica. *“Esta estrategia territorial sólo puede tener éxito con una clara voluntad política que cree las condiciones territoriales -en particular infraestructuras- para hacer posible esa descentralización del empleo, que el mercado difícilmente generaría por sí mismo”* (GAGO LLORENTE, V., 1993: 192).

La descentralización no debe realizarse mediante una dispersión arbitraria de los usos de actividad económica hacia las zonas externas del agregado metropolitano, sino hacia puntos estratégicos, que terminen constituyendo nuevos centros metropolitanos de actividad. Es decir, en la región metropolitana madrileña es preciso planificar el desarrollo de zonas externas que reúnan las condiciones necesarias para que las actividades económicas terciarias, en gran medida, puedan abandonar el centro metropolitano, sin por ello perder las ventajas que supone la localización central (áreas de oportunidad). Tales condiciones son las referentes al grado de accesibilidad, la proximidad a clientes, proveedores y otras empresas similares y complementarias de su actividad, la calidad del entorno, la disponibilidad de equipamientos, infraestructuras y servicios en cantidad y calidad adecuadas, la imagen y consideración de la zona de localización por parte de otras empresas, clientes, proveedores, incluso el conjunto de la población... Además estas áreas ofrecerían ventajas adicionales, al no sufrir las deseconomías que afectan gradualmente a las localizaciones centrales, como son la congestión creciente del

tráfico, la inadecuación funcional de los espacios en que se ubican, la degradación del entorno urbano, la escasez de espacios vacantes, etc.

En definitiva, la difusión de la centralidad supone una descentralización del empleo y, por tanto, el acercamiento de un gran número de empleos a las principales zonas de residencia de la población ocupada, esto es, la periferia del municipio de Madrid y la corona metropolitana. Con ello, se acortarían las distancias recorridas en gran parte de desplazamientos al trabajo de manera muy significativa.

*“La selección de nuevas localizaciones centrales ha de vincularse a la creación de centros que articulen la metrópoli y favorezcan el desarrollo de las áreas periféricas, constituyendo a medio plazo una estructura polinuclear”* (OFICINA DE PLANEAMIENTO TERRITORIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID, 1991: 198). El punto de partida, para favorecer la difusión de la centralidad en la región metropolitana, es la determinación de los puntos espaciales que constituyen auténticas áreas de oportunidad, articulando en torno a ellas el desarrollo global de los espacios externos de la región metropolitana. *“No se pretende equilibrar la región mediante una distribución homogénea de actividades, sino crear una estructura en donde surjan polos que den identidad y destaquen las nuevas funciones de las áreas [...]”* (ARIAS GOYTRE, F., 1992: 56).

Los puntos más adecuados para la constitución de áreas de oportunidad parecen ser los distritos de la periferia de la capital y los municipios de la corona metropolitana con una estructura económica más fuerte, aunque sea de base industrial, y con mayor peso demográfico, puesto que dispondrían de las bases mínimas para afrontar la difícil tarea de crear las condiciones de centralidad. De esta forma, la existencia de un tejido productivo previo y la importancia del volumen de población residente en ciertas zonas de la periferia y la corona metropolitana induce a apoyar la nueva centralidad sobre los núcleos urbanos en ellas existentes. Asimismo, estos espacios deben disponer de un elevado nivel de accesibilidad con el resto del territorio (Vide ARIAS GOYTRE, F., 1992: 63). Por tanto, aquellos distritos periféricos y/o municipios de la corona metropolitana a priori «mejor comunicados»

serían espacios con muchas posibilidades de constituir el centro de las áreas de oportunidad planificadas.

En este proceso, parece lógico aprovechar las propias tendencias descentralizadoras de la actividad económica (Vide MOLINA SOTO, E., 1993: 47-48). Sin embargo, como se ha visto, esta tendencia se ha orientado de forma selectiva hacia ciertas zonas de gran calidad, ignorando, por el contrario, áreas con mayores necesidades de un desarrollo integral, mediante la localización de actividades terciarias avanzadas. Por ello, también debe actuarse orientando el mercado hacia los lugares prioritarios, según consideraciones de interés regional (Vide ARIAS GOYTRE, F., 1992: 58). Parece, entonces, apropiado poner los medios necesarios para reconducir las decisiones de localización de las empresas hacia las zonas consideradas estratégicas. En su conjunto, esta estrategia debe tratar de asegurar un *“funcionamiento sinérgico de las diferentes periferias de la región metropolitana, con una mayor conectividad interna, que las configure como mercados integrados de trabajo y servicios”* (ARIAS GOYTRE, F., 1992: 63). No en vano, es esencial que las distintas áreas de oportunidad que se constituyan, se articulen coherentemente entre sí, para favorecer la efectiva creación de las condiciones de pluri-centralidad en la periferia y la corona metropolitana.

Todo ello debe concretarse en una activa política de desarrollo de elementos o factores atractivos para la localización de las actividades económicas en las zonas determinadas como «áreas de oportunidad», que impulsen en las mismas:

- Una oferta de suelo activa, en cantidad suficiente, a precios adecuados, diversificada en usos...
- Un elevado nivel de accesibilidad, con objeto de favorecer una comunicación ágil con el resto del espacio metropolitano, potenciando la construcción de una extensa red de infraestructuras de transporte público, convenientemente completada con una malla viaria transversal.
- Una adecuada dotación de equipamientos y servicios para la población residente y las empresas localizadas.

- Una mejora de la calidad ambiental del entorno urbano y natural.
- El desarrollo de actuaciones ejemplares, por su diseño, calidad y funcionalidad, a modo de «operaciones estrella», que sirvan de elemento impulsor de la zona, como ejemplo a imitar, atrayendo más empresas en su rededor.

### 9.1.2.3. La constitución de un espacio metropolitano menos zonificado en funciones y usos urbanos

En relación con el proceso de descentralización de actividades terciarias y constitución de subcentros metropolitanos, con el propósito de construir un espacio metropolitano policéntrico, otra línea de actuación fundamental consistiría en reducir el grado de zonificación territorial existente, potenciando un desarrollo más equilibrado de los distintos sectores espaciales, sustentado en la diversidad de usos urbanos. Se trata de una línea de acción imprescindible, de manera que *“numerosos problemas de movilidad pueden ser resueltos, según esta aproximación, por una planificación de los tipos de ocupación del suelo, tales como la ordenación de barrios polifuncionales, en lugar de la especialización grandilocuente entre espacios de producción y consumo”* (REICHMAN, S., 1983: 155).

La zonificación siempre ha predicado la separación de usos del suelo por su supuesta incompatibilidad, pero este concepto, característico de la «planificación funcional» del territorio, ha quedado obsoleto, de tal forma que debe cambiarse el modelo hacia la creación de zonas autodependientes en que se combinen distintos usos (Vide OWEN, W., 1966: 194-195). De hecho, *“uno de los elementos que genera la máxima expansión de la demanda de movilidad es la especialización funcional de las distintas áreas de la ciudad, junto con la práctica histórica de la zonificación”* (CAMAGNI, R., 1999: 279).

Por tanto, *“importante es planear adecuadamente el urbanismo, los usos del suelo, diversificándolos para reducir la demanda de movilidad, uniendo la*



*planificación territorial a la del transporte, e incidiendo en un auténtico desarrollo sostenible de la ciudad [...]*” (VOZMEDIANO, J, 2002: 61). La diversidad de usos y actividades en los distintos ámbitos urbanos sirve de medida adecuada del grado de sostenibilidad urbanística de la ciudad (Vide FERNÁNDEZ LAFUENTE, F.J., 1995: 54).

Sanz Alduán y Estevan Estevan destacan como primera medida de acción en materia de planificación urbanística y territorial, para su propuesta global de «reconversión ecológica del transporte en España» la “*revisión conceptual de la reglamentación del planeamiento urbanístico para eliminar todos los preceptos que inducen a la segregación espacial, fomentando en su lugar la mezcla de usos del suelo en la expansión y renovación urbana*” (SANZ ALDUÁN, A. & ESTEVAN ESTEVAN, A., 1996: 249).

El sistema español de planificación urbanística, inspirado en el modelo funcionalista adoptado en la *Carta de Atenas*<sup>6</sup>, se ha caracterizado tradicionalmente por desarrollar una estructura urbana compuesta por áreas fuertemente diferenciadas funcional y socialmente (Vide ZÁRATE MARTÍN, A., 1996: 87-88). “*En la Carta de Atenas se plantea una oposición entre la ciudad tradicional, caracterizada por la mezcla e indiferenciación de usos urbanos, y la ciudad moderna, racional y funcional que se rige por un principio fundamental: la zonificación. El concepto de zonificación es el concepto central del urbanismo moderno y todavía sigue siendo la idea clave de la planificación urbana actual*” (TOBÍO, C. [en línea], 2000).

De este modo, la zonificación (o Zonning) establece que “*a cada actividad correspondería una única ubicación y distinta del resto de actividades*” (MIRALLES GUASH, C., 1997: 64). El resultado es, en el caso de Madrid -claro ejemplo de metrópoli resultante de este proceso planificador-, un extenso agregado metropolitano dividido en zonas especializadas, considerablemente dependientes entre sí en el sistema de relaciones que articulan el funcionamiento cotidiano del conjunto metropolitano. La

---

<sup>6</sup> “Carta del Urbanismo” redactada con ocasión del IV Congreso Internacional de Arquitectura Moderna (CIAM), celebrado en la ciudad de Atenas en 1933 y básicamente escrita por el arquitecto y urbanista Le Corbusier, quien la publicó en 1943. El texto de la misma puede consultarse en la Web <http://www.etsav.upc.es/personals/monclus/cursos/CartaAtenas.htm> [Consulta 4 de enero de 2003].

terciarización del centro, la conformación de grandes ciudades dormitorio en los sectores Sur y Este de la corona metropolitana, la suburbanización extensiva del Oeste y Norte metropolitanos, la expulsión de la industria tradicional hacia zonas degradadas cada vez más alejadas del centro urbano, la deslocalización selectiva de las actividades de servicios avanzados, etc. son claros efectos de la zonificación espacial, que ha caracterizado la acción de planificación en la región metropolitana de Madrid.

En conexión con la estrategia de descentralización planificada, el desarrollo metropolitano en zonas suburbanas articuladas en torno a centros periféricos, debe realizarse asegurando una gran variedad de usos en los mismos (Vide OWEN, W., 1966: 207). No es suficiente una medida que impulse la descentralización de las distintas actividades hacia las áreas exteriores, constituyendo nodos de desarrollo. Este proceso requiere, además, que se dote a todos los subcentros de una «rica diversidad» de usos del suelo, tratando de asegurar su autosuficiencia. El objetivo consiste en que “[...] *los distintos espacios de la gran metrópoli sean lo más autosuficientes posible. Sin embargo, no cabe planificarlos como núcleos urbanos autónomos: hay que aceptar la diversidad de espacios y la movilidad de flujos en el conjunto del espacio metropolitano [...]*” (CASTELLS, M., 1990: 56). “*Debe cambiarse la naturaleza de las periferias de la dispersión monótona y su carácter de ciudades «dormitorio», que tan frecuentemente desfiguran los alrededores de la ciudad, a favor de una combinación de zonas residenciales, centros de empleo y espacios libres, que constituyan organismos parcialmente independientes en la gran metrópolis*” (OWEN, W., 1972: 86).

En referencia al caso norteamericano, Calthorpe y Fulton dedican precisamente una parte, de las cuatro que integran su estudio sobre la ciudad regional, al proceso de maduración de los espacios periféricos de las grandes aglomeraciones metropolitanas estadounidenses, entendiéndolo que “*de «comunidades dormitorio» a «ciudades de borde», la tendencia se ha dirigido hacia espacios más complejos y completos. [...] Los suburbios, que fueron espacios segregados, están empezando a estar conectados entre sí, por una estrategia de proyectos de usos urbanos mixtos [...]. Una red de centros, que son urbanos en el mejor sentido de la palabra, esta comenzando cubrir y transformar el espacio suburbano* [aspecto que pone de relieve la interrelación de las

estrategias de deszonificación y policentralidad comentadas]” (CALTHORPE, P. & FULTON, W., 2001: 198, subr. mío).

Uno de los principios de la «Transit Village», concepto urbano al que se ha hecho referencia en páginas previas, es la diversidad de usos, entendiéndose que *“los beneficios para el transporte de los usos mixtos del suelo pueden ser realmente significativos, aunque no siempre sean obvios. Un desarrollo que combine diversos usos urbanos puede incentivar a la población a realizar desplazamientos no motorizados, en lugar de utilizar el vehículo propio”* (BERNICK, M. & CERVERO, R., 1997: 85).

Entre las medidas urbanísticas que Javier Valero Calvete propone, para afrontar un intento de solución del problema de los transportes urbanos, hace especial mención de las vinculadas a la deszonificación del espacio, es decir, la dotación a las zonas suburbanas dispersas de servicios, equipamientos e infraestructuras suficientes y de calidad, el impulso a la diversidad social de la población residente, la lucha contra la zonificación, favoreciendo crecimientos con usos combinados y la creación de zonas autodependientes en torno a nodos suburbanos independientes del núcleo urbano en la mayor medida posible (Vide VALERO CALVETE, J., 1970: 216-217). Calthorpe y Fulton, destacan la importancia de integrar los equipamientos cívicos, culturales, educativos, comerciales, así como espacios libres y zonas verdes... en los distintos sectores urbanos, junto con los usos residenciales y de empleo, en el necesario proceso de cohesión del espacio metropolitano (Vide CALTHORPE, P. & FULTON, W., 2001: 55)

La acción de renovación urbana, que supone una línea de actuación fundamental de los SCoT franceses, resume acertadamente este planteamiento en su conjunto, *“como respuesta a una triple inquietud: ofrecer una alternativa a las lógicas de descentralización residencial, recualificar y recuperar el centro urbano [...] y favorecer la diversidad de funciones, económicas y residenciales”* (CERTU, 2001a: 18).

Los elementos de acción esenciales en que puede concretarse una medida de actuación como la propuesta, pueden resumirse en:

- La desterciarización del centro del municipio de Madrid, recuperando la función residencial en amplias áreas «abandonadas por la población», en sustitución de los usos predominantemente terciarios. En este sentido, son imprescindibles una política de rehabilitación general de los barrios que componen el núcleo urbano de Madrid y de adaptación funcional del parque edificado existente a las características de los nuevos hogares; programas de vivienda en alquiler a precios ajustados a las «posibilidades económicas medias» y acciones de fomento fiscal y económico para la ocupación del parque edificado desocupado. *“Según se expande la ciudad, sin embargo, y especialmente en las fases más avanzadas del desarrollo urbano, los nuevos desarrollos en las zonas periféricas podrían mostrar el atractivo alternativo de recuperar la existente zona central [influyendo aspectos determinantes como la paulatina equiparación de la densidad entre las zonas centrales y periféricas o la necesidad de retomar el centro ante el agotamiento de espacios vacantes en la periferia]”* (BALCHIN, P. et al., 2000: 273, subr. mío).
- La conservación y recualificación de usos industriales compatibles con la función residencial en las áreas centrales del municipio de Madrid, enriqueciendo la estructura económica de la Almendra Central, al diversificarla y evitar la concentración exclusiva de usos avanzados de actividad terciaria y, al mismo tiempo, favoreciendo la atracción de población empleada en el sector secundario, con la consiguiente localización de la misma en las zonas centrales próximas a sus nuevos centros de trabajo.
- La reordenación del centro urbano, para hacer de él un espacio menos congestionado y contaminado, a través de medidas de mejora del transporte público, incentivo de los medios de transporte no motorizado, peatonalización de ciertas zonas o calles, limitaciones a la circulación y estacionamiento del transporte privado...

- El impulso del desarrollo económico, la regeneración ambiental y la creación de equipamientos en las zonas periféricas más degradadas.
- El desarrollo de una política territorial equitativa, que incida decididamente en el progreso de las zonas más desfavorecidas y que aplique un planeamiento urbanístico renovado en sus principios, guiado por el objetivo de reequilibrio y vertebración territorial.

La combinación de usos residenciales y de empleo en el interior de los distintos sectores urbanos es un elemento clave del proceso de deszonificación que se precisa desarrollar, especialmente a los efectos de reducir el número y longitud de desplazamientos por motivo trabajo. De hecho, constituye, por ejemplo, uno de los pilares de la estrategia de usos mixtos adoptada en las «Transit Villages» (Vide BERNICK, M. & CERVERO, R., 1997: 89-90).

#### **9.1.2.4. El modelo espacial resultante de la efectiva aplicación de la estrategia de planificación integrada**

El resultado final del proceso que resultase del desarrollo conjunto y coordinado de estas tres grandes líneas de actuación sería una región metropolitana integrada por varios centros -sobre los que se articularía el funcionamiento del conjunto del espacio metropolitano- integrados entre sí por el sistema de transportes, aunque autosuficientes (Vide OWEN, W., 1966: 208), caracterizada por un mayor equilibrio en términos socioeconómicos y en la que sería menor, de forma genérica, la separación entre los lugares de residencia y los centros de trabajo, derivándose de ello un avance muy significativo en la reducción de la movilidad.

### 9.1.3. Requisitos básicos para el desarrollo de las líneas de acción de planificación integrada

Una estrategia global de planificación, que desarrolle líneas de actuación de la importancia de las comentadas, requiere un nuevo planteamiento formal, integrado por diversos elementos necesarios para asegurar un funcionamiento eficiente del proceso planificador. Estas necesidades son diversas y debieran considerarse como paso previo del mismo.

En primer lugar, es necesario tanto actuar sobre el marco competencial de las distintas administraciones, en el sentido de tratar de asegurar la coordinación de sus actuaciones, como garantizar la participación activa de colectivos privados representativos del agregado metropolitano. La planificación integrada comienza por una integración de la acción administrativa. Se trata de una tarea realmente difícil, debido a la habitual ausencia de organismos que, en el ámbito local, sean responsables de la creación de una política unitaria de transporte y desarrollo urbanístico y la falta de coordinación entre las distintas actuaciones públicas y privadas en materia de territorio y transporte metropolitano (Vide CECCARELLI, P., 1971: XXXIII). De este modo, *“la ausencia de integración entre 1) organismos urbanos encargados de diferentes políticas, 2) niveles de gobierno -nacional, regional, local- con distintas competencias normativas y de planificación, 3) administraciones públicas y asociaciones de ciudadanos u otros colectivos privados, causan diversos problemas socioeconómicos”* (CORDIS [en línea], 2001b: 148). *“Los poderes públicos aparecen segmentados en diferentes unidades y niveles, que representan intereses territoriales diversos. [...] los conflictos de competencia entre diferentes actores territoriales del mismo nivel son cada vez más frecuentes, y se acompañan de los conflictos territoriales entre actores de diferente nivel”* (GIMÉNEZ CAPDEVILLA, R., 1995: 13).

Por tanto, en este sentido es preciso delimitar las distintas funciones de las diferentes administraciones locales, autonómicas y estatales con competencias en la ordenación del territorio y la planificación del sistema de transportes de la Comunidad de Madrid. De esta manera, *“los actores institucionales deberán ejercitar su capacidad*

*de concertación, para poder negociar con los demás actores institucionales [...], siendo la política de transportes cada vez más el resultado de la codecisión de diferentes actores institucionales, cada uno aportando su propia visión del territorio y del papel que en él debe jugar el sistema de transportes” (GIMÉNEZ CAPDEVILLA, R., 1995: 14).*

Éste es un paso previo, indispensable para coordinar el planeamiento de ámbito regional (PRET) con los distintos planeamientos generales municipales y con los diversos instrumentos de ordenación del sistema de transportes (carreteras estatales, autonómicas y locales; ferrocarril de cercanías; metro y servicios públicos de autobuses urbanos e interurbanos). *“La acción pública requiere coherencia; coherencia sectorial entre los diversos campos técnico-administrativos, coherencia regional entre los diferentes niveles político-administrativos y coherencia temporal entre las distintas escalas temporales de los procedimientos de planificación” (CORDIS [en línea], 2001a).*

Asimismo, es necesario dar cabida a los agentes privados que intervienen en el desarrollo diario de la región metropolitana. *“En cuanto a la planificación y su posterior aplicación, es esencial -no sólo aconsejable- involucrar a la colectividad” (NEWMAN, P. & KENWORTHY, J., 1999: 23).* Existe, de hecho, una clara separación entre el planificador y el inversor urbano, de modo que aquél decide sobre la acción de éste, cuando realmente el proceso de crecimiento urbano dependerá en definitiva de la intervención de éste último. Además, frecuentemente los objetivos públicos y privados divergen seriamente y no se dan las necesarias medidas para la coordinación de las actuaciones de ambos. Ello introduce continuos obstáculos a la ejecución de la planificación en la actualidad y dificultaría sobremedida el desarrollo eficiente de la estrategia de planificación integrada del territorio que se ha planteado.

Uno de los principios esenciales establecidos por la OCDE en su reciente informe sobre la integración de los sistemas urbanos de transporte en la ciudad actual, en el que se asume un decidido enfoque sostenible, consiste precisamente en la colaboración entre agentes públicos y privados (Vide OCDE, 2000: 5).

En referencia al nuevo modelo que supone la visión estratégica de la planificación urbanística y territorial, es necesario que todos los actores sociales, económicos y políticos que toman las decisiones en la ciudad *-la alta dirección de la ciudad<sup>7</sup>*- actúen de manera común y coordinada en la consecución de los objetivos propuestos por el plan (Vide VÁZQUEZ BARQUERO, A., 1993: 77, 81 y 84). En estos mismos términos se expresa Wilfred Owen, cuando asegura que *“Todas las entidades públicas y privadas deben cooperar con objeto de alcanzar esta meta, la de ordenar de forma equilibrada la nueva región metropolitana”* (OWEN, W., 1966: 208).

La finalidad última del proceso planificador señalado es el bienestar ciudadano y, en consecuencia, se presenta como una acción imprescindible su participación activa en el mismo. Es preciso que se *“[...] establezca un contacto continuo entre los responsables políticos que toman las decisiones y los usuarios del sistema, involucrando a éstos en distintas fases y cometidos del proceso [...]”* (PROPOLIS CONSORTIUM [en línea], 2002: Objectives) De otra manera, *“una planificación en la que no participen ampliamente los habitantes de la ciudad, y que no los tenga en cuenta, adoptará una versión estrecha de su eficacia, que en última instancia la condenará a la esterilidad”* (COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 1990: 30).

Las maneras de involucrar a la mayor parte de agentes metropolitanos públicos y privados en el proceso de planificación de la región metropolitana, desde el planteamiento original hasta su aplicación directa en proyectos concretos, son diversas, entre las que pueden destacarse:

- El fomento de la participación activa a través de asociaciones de vecinos, de consumidores, deportivas, culturales, sindicales o empresariales..., mediante la realización de encuentros frecuentes, del tipo de mesas redondas, grupos de trabajo, exposiciones públicas, campañas publicitarias..., en los que se valoren las distintas posturas, se confronten ideas aportadas por las diversas

---

<sup>7</sup> Vázquez Barquero entiende que *“[...] estaría formada por las organizaciones y políticos elegidos a nivel local, las organizaciones económicas y sociales (asociaciones de empresarios y sindicales) y los líderes de opinión cuyas decisiones condicionan las inversiones públicas y privadas que se realizan en la ciudad”* (VÁZQUEZ BARQUERO, A., 1999: 175, Nota a pie 13).



partes y sean puestas en conocimiento de todos, se busquen soluciones consensuadas, etc. en la caracterización del planeamiento en sus distintas fases. La participación de los diversos agentes públicos y privados locales constituye el principio de eficiencia de las «Agendas locales», instrumentos integrados de planificación para un desarrollo urbano sostenible, caso del propuesto por Joe Ravetz para el «Gran Manchester» (Vide RAVETZ, J., 2000: 262-263).

- El impulso a la cooperación de la iniciativa privada -empresas con interés en el desarrollo de estrategias y operaciones territoriales- con objeto de potenciar la eficacia de los instrumentos de planificación, mediante la atracción de capitales privados. Esto no debe suponer, en modo alguno, que sean los preceptos de rentabilidad y maximización de beneficios privados los que marquen las pautas de actuación, a la hora de aplicar el planeamiento a la realidad. Muy al contrario, la Administración Pública debe orientar la estrategia territorial hacia la solución de los problemas que interfieren en la consecución del interés público, pero mostrando a la iniciativa privada que en la misma también puede encontrarse el beneficio empresarial y la rentabilidad privada de las operaciones aplicadas con tal fin, a través de la difusión del desarrollo en el territorio y el impulso de nuevas áreas territoriales estratégicas, que ofrezcan oportunidades de negocio. Por ejemplo, de gran interés se presenta la constitución de empresas mixtas o consorcios para la realización de operaciones territoriales concretas.

Otro elemento fundamental para sentar las bases de una ordenación integrada del territorio, ya comentado previamente, consiste en el esfuerzo unificador de las directrices de los distintos planeamientos urbanísticos municipales, que garantice un desarrollo equilibrado global del espacio metropolitano y regional. Para ello, la figura del Plan Regional de Estrategia Territorial (PRET) es imprescindible, aparte de por su propia acción de ordenación del espacio regional en su conjunto, por su funcionalidad como instrumento de consenso en los aspectos en los que surjan conflictos intermunicipales. Sirva de referencia, a este respecto, por ejemplo, el caso

de los SCoT vigentes en la legislación territorial-urbanística francesa, que son *“la herramienta de concepción de puesta en funcionamiento de un planeamiento intermunicipal”* (CERTU, 2001a: 14).

Se ha insistido constantemente en la urgente necesidad de contar con una herramienta de planificación de ámbito supramunicipal, regional en esencia, que integre el modelo espacial de usos urbanos, el sistema metropolitano y regional de transportes y las distintas políticas sectoriales de desarrollo regional, de la índole de los SCot franceses y las PPG británicas. En este sentido, sería importante incorporar una orientación similar a la adoptada en los Planes de Desarrollo Regional -instrumentos de planificación económica territorial a efectos de la política de desarrollo regional de la U.E. y entre cuyas prioridades se considera el planeamiento urbano (Vide TAMAMES, R. & RUEDA, A., 2000: 980-981)- a la metodología y fundamentos de la planificación territorial integrada propuesta, representada, por ejemplo, por el PRET.

Parece, en consecuencia, necesario un replanteamiento general de los principios, objetivos y medidas de acción del Plan Regional de Estrategia Territorial, de cara a asegurar su mayor efectividad sobre el espacio regional madrileño, impulsando, entre otras cosas, un esquema de movilidad más racional. Las medidas, que a partir del mismo se adoptaran, debieran dar lugar a proyectos regionales concretos, dotados de una partida presupuestaria específica.

Por último, si se quiere desarrollar y aplicar una planificación integrada eficiente, es necesario disponer de una información precisa, óptima y frecuente sobre el territorio, sus elementos y las distintas unidades administrativas que lo integran, hecho que exige un impulso a la elaboración de estadísticas y estudios especializados, orientados a fines específicos de planificación territorial, por parte del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid y de un nuevo -y necesario- Centro o Instituto de Estudios Regionales impulsado a nivel autonómico.

En este sentido, cabe destacar el ejemplo ofrecido por el proyecto europeo SESAME, realizado entre enero de 1996 y julio de 1998, cuya finalidad consiste en

mejorar el nivel de conocimiento de las interacciones entre usos del suelo, oferta de transporte y demanda de desplazamiento, al objeto de facilitar decisiones políticas y de planificación integrada en materia de ordenación del espacio urbano y de su sistema de movilidad. Para ello, desarrolla una base datos que recoge una gran cantidad de indicadores (500 variables distintas) para diferentes ciudades europeas (40 ciudades colaboradoras, entre las que se encuentran, en el caso español, Barcelona y Granollers)<sup>8</sup>, y que permite desarrollar un conjunto de análisis de gran interés (descriptivo y cluster, para identificar tipologías de ciudades; causal, con la finalidad de identificar las principales relaciones causa – efecto, que se producen entre dos o más grupos de variables en el marco de los vínculos entre usos del suelo y transporte urbano; cualitativo, con el que cualificar la información, valorando la incidencia de las medidas políticas adoptadas y de diversos factores socioculturales) (Vide SESAME CONSORTIUM, 1999: 6, 10, 52-62).

En relación con la disponibilidad de información, y teniendo en cuenta la integración en la UE y otros organismos internacionales, es imprescindible potenciar el intercambio de conocimiento y la difusión de experiencias positivas en materia de planificación integrada del transporte y el suelo entre organismos y colectivos locales, regionales, nacionales públicos o privados de distintos estados. Los proyectos europeos, como el propio SESAME -los cuales se detallarán en el siguiente apartado- constituyen una oportunidad única para este fin, hecho por el cual, la iniciativa de participación por parte de las administraciones madrileñas en los mismos es ciertamente necesaria.

La realización de monográficos dedicados a reunir con un criterio selectivo estudios o artículos realizados por especialistas, sobre experiencias desarrolladas a nivel internacional, caso del reciente número especial de la revista *Les Cahiers de l'Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région d'Ile de France* sobre los transportes en las grandes metrópolis (INSTITUT D'AMENAGEMENT ET D'URBANISME DE LA REGION D'ILE DE FRANCE, 2000), supondría una acción de gran utilidad, para la divulgación del conocimiento en esta materia y ello debiera llevarse a cabo de forma recurrente. Los

---

<sup>8</sup> Hecho éste que permite, además, establecer un interesante análisis comparativo, pero también la transferencia de planteamientos, objetivos, medidas de acción y métodos a otros agregados urbanos y metropolitanos.

medios editoriales de organismos como las Consejerías de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes, de Economía e Innovación Tecnológica y de Medio ambiente de la Comunidad de Madrid, el Ayuntamiento de Madrid o el Ministerio de Fomento, son los instrumentos de los que se podría hacer uso para impulsar más decididamente esta medida, a través por ejemplo de revistas del estilo de las desaparecidas Economía y Sociedad o Alfoz. Únicamente el Servicio de Publicaciones del Ministerio de Fomento mantiene una actividad editorial de importancia en esta línea, con la publicación de estudios temáticos y de las revistas “Ciudad y Territorio: Estudios Territoriales” y “Estudios de Construcción, Transportes y Comunicaciones”.

En cualquier caso, se hace ineludible acompañar esta estrategia de planificación territorial integrada, de un conjunto de medidas que incentiven el uso del transporte público y desincentiven el del vehículo privado, así como de una decidida actuación en materia de construcción de infraestructuras transversales de transporte colectivo (ferrocarril de cercanías, red de metro, plataformas reservadas para autobuses...), de modo que conecten los distintos subcentros metropolitanos que se desarrollen entre sí, con el resto de municipios metropolitanos y con el gran centro del municipio de Madrid. En palabras de Daniels y Warnes, *“sería imprescindible acompañar los procesos de descentralización de las actividades de una serie de actuaciones que favorezcan la armonización del emplazamiento de los nuevos centros suburbanos de actividad con la estructura espacial de los sistemas de transporte público”* (DANIELS, P.W. & WARNES, A.M., 1983: 265). En definitivas cuentas, la estrategia en materia de transporte urbano debe afrontarse a partir de una acción de planificación espacial, decididamente complementada con una indispensable línea de actuación en materia de construcción de infraestructuras de transporte, prestación de servicios públicos de transporte y gestión de la circulación y el estacionamiento.

A este respecto, Vincent Kaufmann, en el monográfico dedicado a la limitación del uso del vehículo privado en la ciudad, de la revista “Transport Public”, realiza una propuesta a favor de una política global, coordinada, en la que se presenta como indispensable la integración de los transportes públicos, la circulación, el estacionamiento y la planificación urbana (Vide KAUFMANN, V., 1999: 18). Entre las

medidas de acción propuestas por este autor, es muy destacable la *“articulación del urbanismo y la oferta de transporte público, [esto es,] pensar la accesibilidad geográfica en función de los transportes públicos. [...] Articular el urbanismo alrededor de los ejes existentes de transporte público, implica la construcción de una ciudad compacta, es decir, un tejido urbano capaz de contener, sobre un territorio lo menos diseminado posible, el conjunto más rico posible de servicios, equipamientos, condiciones ambientales, etc.”* (KAUFMANN, V., 1999: 32), afirmación que, además, viene a manifestar la necesidad de un desarrollo urbano equilibrado, en la línea de la propuesta de actuación de constitución de un espacio metropolitano no zonificado funcionalmente.

La apuesta por el transporte público como medida complementaria es esencial, especialmente en un espacio metropolitano como el madrileño, en el que la motorización privada ha crecido tanto en la última década y no existe apenas ningún instrumento disuasorio para el uso del automóvil. *“En el caso de Madrid está fuera de toda duda que si queremos mantener el carácter y la calidad de vida de nuestra ciudad y optamos por un transporte no discriminatorio social y espacialmente (ambos aspectos están fuertemente interrelacionados), la única política posible es la que potencia el papel del transporte colectivo. La potenciación del transporte público exige la planificación y explotación integrada de los distintos modos, aprovechando sus máximas potencialidades, de manera que cada uno de ellos desarrolle la función más adecuada a sus características en función de las áreas o territorios a servir, así como el tipo de usuarios y de la movilidad que deben atender”* (REVENGA, J., 1991: 173).

Actuaciones en materia de infraestructura, de la importancia de la prolongación de la red de metro hacia la periferia (Barajas, Hortaleza, Fuencarral - El Pardo...) e incluso la corona metropolitana (Rivas y Arganda en la Línea 9, así como Metro-Sur, de inmediata inauguración) o de cercanías (Alcobendas, San Sebastián de los Reyes, San Marín de la Vega) deben plantearse de forma continuada en el tiempo, en función de las necesidades impuestas por el desarrollo urbano, de modo que se faculte el acceso de la población residente en los distintos sectores

territoriales al transporte público. Pero, igualmente necesarias son acciones conducentes a la mejora de los servicios, básicamente incrementando la frecuencia de paso y, especialmente en el caso de los autobuses urbanos e interurbanos, la cobertura geográfica de las líneas.

La opción alternativa de potenciar decididamente la construcción de nuevas infraestructuras para el automóvil, como medida de solución de la congestión del tráfico urbano, es, por el contrario, errónea, en especial si se considera su repercusión presupuestaria (para las arcas públicas y para los «bolsillos» particulares, en caso de plantearse vías de peaje), y más cuando *“cualquier incremento de capacidad viaria sería absorbido por la enorme reserva de tráfico, agravando el problema de la congestión. [...] Éste ha alcanzado niveles tan elevados, que muchas comunidades han llegado a la conclusión de que nunca habrá suficiente espacio viario y de aparcamiento capaz de permitir el movimiento de toda la población en transporte privado”* (OWEN, W., 1966: 23). Tal debiera ser la asunción de los responsables políticos madrileños. En el transporte urbano se cumple literalmente la Ley de Say; *“el uso de la infraestructura se acomoda a su oferta. La construcción de una autopista necesaria para satisfacer la demanda de movilidad en automóvil, debido a la congestión del tráfico rodado, puede con el tiempo derivar en un colapso de la misma, fruto del incremento de automóviles en circulación atraídos por ella, aumentando la duración media de los desplazamientos hasta el valor anterior”* (Vide DYCKMAN, J.W., 1971: 15). Se trata, en palabras de Edward J. Mishan, de una *“«Ley de Parkinson» para el tráfico: que el parque automovilístico se expansiona de forma que ocupa todo el espacio disponible para el tráfico [...]”* (MISHAN, E.J., 1971: 95, nota a pie 2). De este modo, *“ni llegando al absurdo de derribar manzanas en los cascos históricos, ensanchar calles y avenidas, construir pasos subterráneos y autovías de circunvalación, etc., se conseguiría evitar la saturación y la congestión”* (VOZMEDIANO, J., 2002: 58). La razón fundamental se encuentra en que *“[La demanda de transporte se caracteriza por] su extraordinaria elasticidad, en el sentido de que las ampliaciones de la oferta son absorbidas rápidamente por una demanda suplementaria que aparece mucho antes de lo previsto”* (VALERO CALVETE, J., 1970: 10, subr. mío).

En definitiva, plasmando las ideas expuestas con anterioridad, en relación con la posible acción política de construcción de grandes infraestructuras viarias para el tráfico rodado, la opción que se defiende, de cara a reducir el problema de la congestión del tráfico en un agregado metropolitano como el madrileño, viene recogida (y resumida) brillantemente en una idea que expresa Wilfred Owen en su análisis de la ciudad accesible; *“un programa más eficiente a nivel urbano no sería construir más carreteras, ni siquiera alternativas de transporte público, sino más bien buenas viviendas y barrios agradables cerca de los centros de empleo y los servicios comunitarios”* (OWEN, W., 1972: 115). En esta línea, respecto del caso holandés, Henk Meurs y Rinus Haaijer señalan que *“la política del gobierno holandés en este área [planificación espacial y del sistema de movilidad] [...] se dirige a conseguir una mejor coordinación de los hogares, los lugares de trabajo y los equipamientos y demás servicios urbanos. De este modo se podría reducir las necesidades de desplazamiento y contener el crecimiento del tráfico rodado privado”* (MEURS, H. & HAAIJER, R., 2001: 429, subr. mío).

## **9.2. Planteamientos de la UE respecto de la acción de planificación integrada en los espacios urbanos y metropolitanos europeos**

El continuo afianzamiento de la Europa Unida y la creciente importancia de las políticas comunes hacen necesaria la valoración de la perspectiva de acción adoptada por la Unión Europea, con relación a la ordenación de los transportes urbanos y los usos del suelo, especialmente desde una óptica de actuación integrada.

La Unión Europea no tiene competencia política en cuestión de planificación urbanística - territorial, y, en lo que se refiere a la planificación de los transportes, la Política Común de Transportes, esencial para avanzar en el proceso de integración europea, se centra en el desarrollo de las grandes redes transeuropeas (RTE), para la conexión de los distintos espacios nacionales y regionales integrantes del espacio común, y en la regulación de signo liberalizador de los servicios de transporte de viajeros y mercancías (por carretera, ferroviario, marítimo y aéreo).

El reciente *Libro Blanco: La política europea de transportes de cara a 2010: la hora de la verdad*, aprobado como Comunicación de la Comisión número 370, el 12 de septiembre de 2001, que presenta las propuestas de la Dirección General de Energía y Transportes para la acción comunitaria en materia de transporte a aplicar durante los próximos años, adopta un decidido enfoque a favor del impulso de un sistema de movilidad sostenible, entendida como “aquella que permite cumplir su importante papel económico y social, a la vez que limita sus efectos negativos sobre el medio ambiente. [...] En el ámbito urbano, dicho objetivo supone mantener los niveles de accesibilidad a los centros de atracción y generación de viajes, favoreciendo la actividad económica y, al mismo tiempo, mantener unas condiciones aceptables de calidad ambiental” (DIRECCIÓN GENERAL DE ENERGÍA DE LA COMISIÓN EUROPEA, 1995: 99).

Los principales contenidos del Libro Blanco se centran en el impulso de las grandes líneas de transporte interregionales comunitarias, como instrumentos de «mundialización de los transportes»; la necesaria vinculación entre los distintos modos de transporte en el proceso de conectividad del espacio europeo; las fórmulas de financiación a adoptar para impulsar la realización de proyectos de gran envergadura, compatibles con el principio de equilibrio presupuestario, y la necesaria eficiencia social que debe aportar el sistema de transporte europeo (en menores costes a los usuarios, accidentabilidad y efectos negativos sobre la salud y el medioambiente y mayores comodidad, rapidez e interconexión). Sólomente, en relación a este último principio, se efectúan propuestas de transporte en el ámbito geográfico de las aglomeraciones urbanas y metropolitanas, defendiéndose la racionalización de los transportes urbanos, a través del fomento de nuevos combustibles menos contaminantes y de «buenas prácticas» en cuanto a la elección modal en los desplazamientos, potenciando el uso del transporte público y no motorizado, en sustitución del vehículo privado (Vide COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 2001b: 90-94).



En materia de transporte urbano y planificación urbanística y territorial, las aportaciones de la Unión Europea, a través de su órgano ejecutivo, la Comisión - responsable de la ejecución y la gestión de las políticas comunitarias-, proceden de las Direcciones Generales de Energía y Transportes, de Política Regional y de Medio Ambiente. El principio fundamental que guía las medidas comunitarias de aplicación en el ámbito urbano, es el necesario desarrollo sostenible de las ciudades europeas, en las que reside aproximadamente el 80% de la población europea (Vide PROPOLIS CONSORTIUM [en línea], 2002: Work Plan). A este respecto, ofrecen especial interés los siguientes aspectos.

En primer lugar, el *marco comunitario de cooperación para el desarrollo sostenible en el medio urbano*, aprobado como Decisión del Parlamento y del Consejo el 27 de junio de 2001, a propuesta de la Comisión (*Decisión n° 1411/2001/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a un marco comunitario de cooperación para el desarrollo sostenible en el medio urbano*. D.O. serie L, 191 de 13 de julio de 2001) y habiendo sido sometida previamente a sendos Dictámenes del Comité Económico y Social y del Comité de las Regiones.

En relación con dicho marco comunitario, cabe señalar la Iniciativa Comunitaria *URBAN II*, relativa a la regeneración económica y social de las ciudades y de los barrios en crisis, con el fin de fomentar un desarrollo urbano sostenible para el periodo 2000-2006, presentada como Comunicación el 28 de abril de 2000 (D.O. serie C, 141/8, de 19 de mayo de 2000).

Asimismo, dentro de los planteamientos sobre desarrollo sostenible, debe destacarse la iniciativa *CIVITAS* (Ciudad – Vitalidad – Sostenibilidad), para un mejor y más limpio transporte urbano; presentada como *notificación previa de una convocatoria combinada de propuestas en el ámbito de los transportes urbanos limpios* (D.O. serie C, 264/04, de 14 de septiembre de 2000). Las propuestas proceden de dos programas temáticos del V Programa Marco Comunitario de Investigación y Desarrollo Tecnológico (Decisión n° 182/1999/CE, de 22 de

diciembre de 1998; D.O. serie L 26, de 1 de febrero de 1999), concretamente de la acción clave en *Energía económica y eficiente para una Europa competitiva* del programa *Energía, Medio ambiente y desarrollo sostenible* (EESD) y de la acción clave en *Movilidad sostenible e intermodalidad* del programa *Crecimiento competitivo y sostenible* (GROWTH). El propósito de CIVITAS consiste en lograr un cambio radical en el transporte urbano, actuando a través de medidas e instrumentos tecnológicos y políticos referentes a vehículos limpios, restricciones de acceso a zonas céntricas, estimulación del transporte colectivo, implantación de nuevos sistemas de gestión de los transportes y la información, fomento de «estilos de vida sin coche», nuevos conceptos para la distribución de mercancías, etc. (Vide CIVITAS INITIATIVE, 2002a: 1). Para ello se han puesto en marcha cuatro proyectos; MIRACLES (la integración como concepto clave para transformar los transportes), TELLUS (Una mejor gestión de los transportes para una movilidad sostenible); VIVALDI (Transporte innovador para mejorar la calidad de vida de las ciudades) y TRENDSETTER (Gestión y logística al servicio del aire puro)<sup>9</sup>, contando con la participación de diecinueve ciudades piloto, entre las que se encuentra una sola ciudad española, Barcelona, implicada en el proyecto MIRACLES (Vide CIVITAS INITIATIVE [en línea], 2002b: 2-3).

También, el Proyecto sobre el *Tráfico alternativo en las Ciudades*, ALTER, para fomentar en las entidades locales y regionales europeas una movilidad sustentada en vehículos menos contaminantes y que constituye un instrumento de gran interés, de cara a un planteamiento global en la Unión Europea sobre el tráfico motorizado en las zonas urbanas. Este proyecto fue presentado en el primer Consejo de Ministros conjunto de transportes y medio ambiente (abril de 1998) y adoptado en la Declaración de Florencia celebrada seis meses después, donde unas ciento veinte entidades locales y regionales europeas, con el apoyo de otras treinta, suscribieron los objetivos de la misma, no encontrándose, entre unas ni otras, administración madrileña alguna. Posteriormente el Comité de las Regiones ofreció su respaldo al

---

<sup>9</sup> MIRACLES, TELLUS y VIVALDI son proyectos integrados en la acción clave 2 *Movilidad sostenible e intermodalidad* del programa GROWTH, en tanto que TRENDSETTER se encuentra dentro de la acción clave 6 *Energía económica y eficiente para una Europa competitiva* del programa EESD.

proyecto en su Dictamen de 3 de junio de 1999 (D.O. serie C, 293/55, de 13 de octubre de 1999) y se han derivado continuas conferencias y convenciones relativas a los planteamientos recogidos en el Proyecto ALTER.

Las propuestas sobre desarrollo urbano vinculadas con la regeneración ambiental y el equilibrio territorial, que se recogen dentro de la actual política de desarrollo regional, están inspiradas en los objetivos y líneas de actuación expuestas en el *Libro Verde sobre el medio ambiente urbano*, adoptado como Comunicación por la Comisión Europea en 1990 (Com/90/218/Final, de 26 de julio de 1990) y en el posterior *Libro Verde sobre el impacto del transporte en el medio ambiente: una estrategia comunitaria para un desarrollo de los transportes respetuoso con el medio ambiente*, aprobado como Comunicación por la Comisión Europea un año y medio después (Com/92/46/Final, de 20 de febrero de 1992) y que, en gran medida, han servido para sentar las bases del desarrollo sostenible de nuestras ciudades en el presente y de cara al futuro.

Entre los aspectos fundamentales que se recogen en los planteamientos de la Unión Europea, de cara a favorecer un desarrollo sostenible de los espacios urbanos y metropolitanos, el impulso a la vertebración del territorio, la apuesta por un crecimiento equilibrado con usos mixtos, en contra de la estricta política de delimitación zonal urbana, la recuperación de los entornos urbanos más degradados, la descentralización de los usos de actividad económica y la constitución de espacios metropolitanos policéntricos, se presentan como líneas de actuación básicas. El verdadero reto que se presenta consiste en su efectiva aplicación. La reciente aprobación del mencionado *Marco de cooperación para el desarrollo sostenible en el marco urbano* como *Decisión*, habida cuenta de su condición de «elemento vinculante», podría suponer un importante avance en esta línea de administración de los preceptos del desarrollo urbano sostenible en la Unión Europea, entre los que juega un papel fundamental la cuestión de la movilidad metropolitana.

La política regional, instrumentada a través de las ayudas de los Fondos Estructurales y el Fondo de Cohesión, ha jugado, asimismo, un papel esencial en la

financiación de actuaciones de transporte, en el marco de las estrategias de desarrollo diseñadas por los estados y las regiones. Por otra parte, el nuevo Objetivo número 2 de la política regional europea para el periodo 2002 – 2006, subvenciona «zonas con deficiencias estructurales», entre las que se encuentran zonas rurales, zonas dependientes de la pesca, zonas industriales y zonas urbanas. Estas últimas, para ser subvencionables, deben responder a una de las cinco siguientes condiciones: una tasa de desempleo de larga duración superior a la media comunitaria, un elevado nivel de pobreza, un medio ambiente especialmente deteriorado, un elevado porcentaje de delincuencia, un bajo nivel de educación. Como se ve, el criterio medioambiental urbano, en gran medida determinado por la movilidad y la organización de los usos del suelo en la ciudad, tiene una presencia muy importante en la estrategia regional de la Unión Europea. De este modo, las subvenciones del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)<sup>10</sup> a las «regiones desfavorecidas»<sup>11</sup> en materia de transportes, medio ambiente, infraestructuras sociales, rehabilitación urbana, reconversión industrial, desarrollo rural, etc., constituyen herramientas de acción de enorme incidencia sobre la planificación de los transportes y los usos del suelo en las áreas urbanas europeas. En el caso de Madrid, municipios del corredor del Henares y el Gran Sur Metropolitano se encuentran incluidos en el Objetivo 2, hecho por el que toda acción financiada por el FEDER en estos ámbitos, en los campos de acción señalados, debe valorarse e integrarse convenientemente en los instrumentos de planificación de los transportes urbanos y de la estructura de usos del suelo desarrollados por los organismos autonómicos y municipales. Asimismo, en la subvención de «zonas o sectores que presentan desventajas específicas» (dentro o fuera de las «regiones desfavorecidas»), la mencionada iniciativa URBAN II se financia con recursos del FEDER.

También, en relación con las aportaciones de la Unión Europea a través de su política regional, deben señalarse las ayudas del Fondo de Cohesión a cuatro países miembros (aquéllos con un PIB por debajo del 90% de la media comunitaria; España, Portugal, Grecia e Irlanda), para apoyar inversiones en favor del medio

---

<sup>10</sup> La financiación de las acciones del Objetivo 2 se realiza con cargo al FEDER y al FSE.

<sup>11</sup> Las integradas en los Objetivos 1 y 2 de los Fondos Estructurales y todas aquéllas en las que interviene en Fondo de Cohesión (regiones de España, Portugal, Grecia e Irlanda).

ambiente y de los transportes, como grandes infraestructuras de transporte público, redes viarias, obras para el suministro de agua potable, construcción de estaciones de depuración y sistemas de saneamiento, gestión de residuos sólidos, lucha contra la desertización... Como se ve, dichas ayudas son de gran importancia para el desarrollo de grandes operaciones estratégicas planificadas por las administraciones nacionales o autonómicas. En el caso reciente de la Comunidad de Madrid, pueden destacarse las subvenciones obtenidas, en materia de construcción de infraestructuras de transporte público, para la nueva línea de metro de acceso al Aeropuerto (Nueva Línea 8) y, en cuanto a redes viarias, para el cierre norte de la M-40.

En lo que se refiere a la contribución específica de la Unión Europea al desarrollo de una planificación integrada en materia de usos del suelo y transporte urbano, el aspecto más destacable ha sido la creciente importancia de estos planteamientos en la política tecnológica comunitaria, centrandose una de las principales líneas de actuación en materia de Investigación y desarrollo en el área del transporte. Han sido diversos los proyectos financiados para el análisis de la acción integrada en la planificación de los usos urbanos y la movilidad en las urbes europeas.

En el *Programa de Investigación sobre el Transporte* del IV Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Unión Europea (para el periodo 1994 – 1998), guiado por el propósito de contribuir al desarrollo, integración y gestión de un sistema de transporte más eficiente, seguro y respetuoso con el medioambiente, que asegure la movilidad sostenible de bienes y personas, de entre los diversos proyectos que lo integran, destacan cuatro que valoran la estrategia de planificación integrada en diferente medida y desde distintas perspectivas:

- *TRANSLAND (Integration of Transport and Land Use Planning)*, desarrollado a lo largo de todo el año 1999. Es el proyecto -de cuantos integran el *Programa de Investigación sobre el Transporte*- de mayor importancia en la formulación de una estrategia de planificación integrada de usos del suelo y transporte urbano. Para ello, se estudiaron las políticas

más innovadoras y novedosas aplicadas hasta el momento y las futuras necesidades de investigación en el campo de la planificación integrada, de cara a presentar una propuesta general para el avance y perfeccionamiento de las prácticas de planeamiento y para la superación de los obstáculos y las limitaciones institucionales encontradas en el proceso de planificación. Se enfocó el análisis en dieciséis temas de investigación, entre los que merecen destacarse el impacto de la morfología urbana y la organización espacial de los usos del suelo en la estructura de la movilidad, los mecanismos administrativos que permiten el desarrollo de políticas integradas de usos del suelo y transporte, la colaboración público-privada, los factores determinantes de las decisiones de localización, la armonización de los criterios de sostenibilidad en la ordenación urbanística y la planificación de los transportes urbanos, etc. (Vide PALLEY, E. & PEDLER, A., 2000: i-iii, iv, así como CERTU, 2001b: 5).

- SESAME (*Derivation of the Relationship between Land Use, Behaviour Patterns and Travel Demand for Political and Investment Decisions; Construction of an European Database*), realizado entre enero de 1996 y julio de 1998. Consiste en un proyecto orientado al desarrollo de una completa base de datos, a partir de la información de cuarenta ciudades europeas colaboradoras, en relación con los usos del suelo, la oferta de transporte y la demanda de movilidad, de modo que permitiera el análisis de las importantes interacciones existentes entre los mismos, con el objeto de facilitar la adopción de decisiones de planificación integrada en materia de usos del suelo y transporte en el ámbito urbano – metropolitano, por parte de los agentes administrativos y técnicos que participen en los procesos de ordenación territorial y de los transportes (Vide SESAME CONSORTIUM, 1999: 6, 10, 52-62).
- LEDA (*Legal/Regulatory Measures to Influence the Use of the Transport System*), realizado durante 18 meses desde enero de 1998. Se trata de un proyecto para el estudio de las medidas legales y reguladoras para la promoción del transporte sostenible en las ciudades, abarcando no sólo medidas relativas al sector del transporte, sino también relacionadas con

sectores con una clara influencia sobre la demanda de transporte, como el medio ambiente y la planificación de los usos del suelo. Para ello se incluyeron las medidas aplicadas en cuarenta y una ciudades europeas seleccionadas (Vide CORDIS [en línea], 2000).

- DANTE (*Designs to Avoid the Need to Travel in Europe*), llevado a cabo entre enero y octubre de 1998. El principal propósito de este proyecto era la identificación de medidas existentes que favoreciesen la reducción de desplazamientos y la valoración de las mismas, de modo que se pudiera ofrecer a los planificadores en materia de transporte un conjunto de instrumentos en materia de política de transporte, planificación urbanística y uso de avances tecnológicos, que se hubieran mostrado adecuados para lograr una disminución de la movilidad (Vide CORDIS [en línea], 1999).

Como parte del *Programa de medio ambiente y clima* del mencionado IV Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Unión Europea, destaca el proyecto SPARTACUS (*System for Planning and Research in Towns and Cities for Urban Sustainability*), destinado a desarrollar y dirigir un sistema de análisis global con una base sólida y teóricamente consistente, para la elaboración y evaluación de estrategias de desarrollo urbano sostenible a largo plazo. Entre los objetivos básicos que guían este proyecto, se encuentran el diseño de un sistema para el análisis y la elaboración de previsiones de las interacciones entre el uso del suelo, el transporte, la economía, el medioambiente y factores sociales, así como la puesta en marcha de estrategias a favor de la sostenibilidad urbana, que empleen combinaciones de instrumentos de planificación de usos del suelo, transporte y medio ambiente. SPARTACUS toma como ámbito de aplicación piloto tres ciudades europeas, Bilbao, Helsinki y Nápoles (Vide SPARTACUS CONSORTIUM [en línea], 1998).

El V Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Unión Europea (1998 – 2002), que sustituye al anterior, destina uno de sus cuatro programas temáticos a la *Energía, el medio ambiente y el desarrollo sostenible*, que

pone de manifiesto de nuevo la preocupación comunitaria por un crecimiento económico respetuoso con el entorno social y ambiental. Dentro de este programa temático, una línea de investigación esencial es la dedicada a la calidad de vida en las ciudades que, bajo el nombre *La ciudad del mañana y el patrimonio cultural*, engloba diversos proyectos centrados en el análisis de la planificación y la gestión urbanas, el patrimonio cultural, el medio edificado y el transporte urbano. Como parte de la investigación en éste último campo, la Comisión ha constituido un Grupo de Investigación en el uso del suelo y el transporte, *Land-Use Transportation Research (LUTR) Cluster*. Éste se encuentra integrado por catorce proyectos coordinados, (ARTISTS, ASI, ASTRAL, CITY FREIGHT, ECOCITY, ISHTAR, PLUME, PROMT, PROPOLIS, PROSPECTS, SUTRA, SCATTER, TRANSPLUS y VELO.INFO), orientados al análisis de la movilidad urbana sostenible, desde la óptica de los usos del suelo, el transporte y el medio ambiente. El objetivo final del *LUTR Cluster* consiste en desarrollar aproximaciones y metodologías en materia de planificación urbana, que contribuyan en su conjunto al fomento de un desarrollo urbano sostenible. Con este propósito, las principales líneas de estudio son la planificación integrada del transporte y los usos urbanos, el diseño y lanzamiento de servicios de transporte eficientes e innovadores, incluyendo medios de desplazamiento alternativos, y la reducción de los impactos ambientales y socioeconómicos del transporte (Vide LUTR CLUSTER [en línea], 2002). De entre estos catorce proyectos, es preciso llamar la atención sobre cuatro de ellos, por sus implicaciones sobre la estrategia de planificación integrada:

- PROSPECTS (*Procedures for Recommending Optimal Sustainable Planning of European City Transport Systems*) es un proyecto destinado a facilitar a las autoridades locales una completa guía de acción, para generar estrategias óptimas de planificación en el campo del transporte urbano y los usos del suelo, haciendo uso de cinco líneas de actuación; identificación de las necesidades particulares de la ciudad, impulso de las herramientas de evaluación necesarias para la toma de decisiones, desarrollo de instrumentos de análisis y predicción sobre el sistema integrado de transporte y usos del suelo, publicación de una guía general para la toma de decisiones, acompañada de manuales metodológicos de apoyo y, por último, difusión



de los resultados y explotación práctica de las guías y las herramientas desarrolladas, contando con Madrid entre las seis áreas urbanas piloto seleccionadas (Vide CORDIS [en línea], 2001b: 141-144, así como MINKEN, H., SAMSTAD, H. & PÜTZ, K. [en línea], 2001: 3).

- SUTRA (*Sustainable Urban Transportation*) es un proyecto, cuyo propósito consiste en diseñar un modelo que permita evaluar las políticas de transporte alternativas, para la consecución de un modelo de transporte sostenible, entre las que se encuentran políticas de desarrollo urbano y territorial, que valoran distintos escenarios de usos urbanos. El principio esencial que defiende SUTRA consiste en que la movilidad sostenible requiere de un conjunto de medidas que supongan una mejora en la planificación territorial y económica de la ciudad, así como en la planificación, gestión y utilización de las infraestructuras y servicios de transporte, el fomento de los transportes públicos y de un uso más racional del vehículo privado, los avances técnicos en combustibles y vehículos, etc. (Vide CORDIS [en línea], 2001b: 145-147).
- PROPOLIS (*Planning and Research of Policies for Land Use and Transport for Increasing Urban Sustainability*) es un proyecto que pretende desarrollar y probar –en siete ciudades europeas, entre las que se cuentan de nuevo Bilbao, Nápoles y Helsinki- políticas, instrumentos y metodologías relativas a la planificación integrada del transporte y los usos del suelo, de cara a definir estrategias urbanas a largo plazo, que muestren sus efectos sobre las áreas urbanas de la Unión Europea. Con tal finalidad, PROPOLIS construye una estructura metodológica completa, que integra una gran variedad de indicadores relativos a usos del suelo, transporte y medio ambiente, de modo que permita la valoración de las opciones de acción política en materia de transporte y ordenación urbana, facilitando la consiguiente adopción de una decisión eficiente por parte de los agentes planificadores de la ciudad (Vide PROPOLIS CONSORTIUM [en línea], 2002).

- **TRANSPLUS** (*Transport Planning, Land Use and Sustainability*) parte de la idea de la excelente oportunidad ofrecida en el largo plazo por las estrategias de planificación integrada de los transportes y la estructura de usos del suelo, para contener el conjunto de problemas derivado del insostenible modelo de transporte vigente. Asimismo, considera como principal obstáculo para el efectivo proceso de planificación integrada, la carencia de un volumen suficientemente amplio de información y conocimiento y de un marco apropiado de acción institucional, necesarios para la integración de la planificación territorial y de los transportes en los ámbitos urbano, regional y nacional. El propósito marcado por TRANSPLUS consiste en la decidida realización del proceso de integración de ambas planificaciones a través de las metas comunes presentadas por el enfoque sostenible de la movilidad y el desarrollo urbano. Con tal fin, promueve y supervisa la adaptación de las soluciones integradas más eficientes, aplicables a gran escala a nivel europeo<sup>12</sup>, pero también destaca los posibles cambios que en los ámbitos administrativo, legal, presupuestario-financiero... nacionales debieran operarse para facilitar la operatividad de las propuestas comprendidas. Aparte de presentar un modelo de planificación integrada, que permita gestionar la demanda de movilidad, facilitando su mejor conocimiento y las posibles formas de controlarla, TRANSPLUS fomenta un continuo proceso de aprendizaje para aquellos consultores y administraciones locales con interés por investigar y adoptar medidas de planificación innovadoras. Para la realización de este proyecto se han tomado veintitrés ciudades (incluidas Bilbao y Barcelona) como casos paradigmáticos de análisis, examinándose políticas de gran interés como la planificación urbana favorecedora de los usos mixtos, las estrategias de creación de subcentros metropolitanos, la renovación funcional de los centros urbanos, la política de fiscalidad aplicada a los inmuebles desocupados, etc. (Vide TRANSPLUS CONSORTIUM [en línea], 2002 y CORDIS [en línea], 2001b: 148-151).

---

<sup>12</sup> Es decir, aquéllas que pueden transferirse más fácilmente entre distintos estados miembros y aplicarse sin modificaciones significativas de las condiciones institucionales y administrativas existentes.

Los principios de *cooperación interestatal* -debiéndose formar consorcios con al menos dos socios<sup>13</sup> establecidos en dos estados miembros- y de *transferencia o diseminación de los resultados* -para su posible aplicación en otros casos similares en el marco comunitario-, que rigen, entre otros, en la evaluación y selección de las propuestas de proyectos para financiar por parte de los Programas Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico, permiten la difusión de experiencias, técnicas y, en general, conocimientos, que pueden enriquecer las estrategias adoptadas de forma individualizada por cada país, en función de su estructura institucional y legal, hecho que tiene un interés singular en el caso español, por la escasa puesta en práctica de actuaciones integradas de planificación.

Recientemente se ha aprobado el VI Programa Marco Comunitario (Decisión nº 1513/2002/CE, de 27 de junio de 2002; D.O. serie L 232, de 29 de agosto de 2002) para el periodo 2002 – 2006, operativo desde el 1 de enero de 2003. Una de sus prioridades es la denominada *Cambio global, desarrollo sostenible y ecosistemas*, dentro de la cual una de las tres áreas temáticas está dedicada al transporte sostenible (Vide CORDIS [en línea], 2002a: Activity Areas). En este área de acción, tiene un papel relevante el transporte urbano, integrándose dentro de la misma por ejemplo la iniciativa CIVITAS II. Una línea de investigación esencial en esta materia se centra en la planificación integrada del transporte y los usos del suelo (Vide CORDIS [en línea], 2002b: 7), con lo que, entre las propuestas que se presenten, se encontrarán futuros proyectos que profundicen en este elemento fundamental para la planificación sostenible del transporte urbano.

Al margen de los proyectos integrados en los distintos Programas Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico, existen otros marcos de acción en esta materia, caso de COST (*European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research*), que excede del ámbito estrictamente comunitario, encontrándose actualmente integrado por treinta y tres estados miembros, todos ellos europeos -entre

---

<sup>13</sup> Empresas públicas o privadas, universidades, centros de investigación públicos o privados, o cualquier otro tipo de entidad jurídica establecidos en los estados miembros o en estados asociados de la UE.

otros los quince actuales países integrantes de la UE-, contando además con la colaboración de Israel y, para acciones concretas, con determinadas instituciones de Rusia, Ucrania y países no europeos, así como con algunas organizaciones no gubernamentales. Este marco para la cooperación científica y técnica permite la coordinación a escala europea de la investigación realizada a nivel nacional. COST se compone de diversas acciones correspondientes a una gran variedad de materias de investigación científica y tecnológica. Las acciones relativas al transporte son autorizadas y supervisadas por el Comité Técnico de Transporte de COST y entre ellas, a los efectos del análisis de las iniciativas europeas de planificación integrada, es preciso hacer mención de la acción COST 332 «*Transport and Land-use Policies*», cuyos trabajos se iniciaron en un congreso celebrado en Barcelona en octubre de 1996 y finalizaron en los últimos días de junio de 2000. Su objetivo consistía en valorar los acuerdos de coordinación institucional, que contribuyen a una mayor coherencia entre los procesos de decisión en materia de ordenación urbana y de planificación de los transportes, para lo que COST 332 -del modo que muestran los avances en el campo de la economía y la geografía de los transportes, que han permitido un mejor conocimiento de las interacciones entre el sistema de transporte y la organización espacial- llama la atención de los peligros que entraña la adopción de un enfoque estrictamente sectorial en la planificación de los transportes. A partir de los casos estudiados, COST 332 elaboró un modelo teórico de acción, junto con conclusiones y recomendaciones de actuación (Vide CORDIS [en línea], 2001a).

A pesar de los avances introducidos por los diversos proyectos europeos en el campo de la planificación integrada, la aplicación práctica de la misma en el caso español y en el madrileño, en particular, se encuentra con serios obstáculos institucionales, especialmente debidos a la mencionada rigidez normativa del planeamiento urbanístico – territorial y a la confluencia de diversos intereses competenciales en la ordenación del sistema de transporte urbano y en la planificación del territorio urbano, metropolitano y regional. Asimismo, Madrid tampoco ha servido como «marco geográfico piloto» para estos proyectos, tanto como podría corresponder

a una aglomeración metropolitana de su entidad, siendo su participación mucho menos activa que la de otras ciudades españolas como Bilbao y Barcelona<sup>14</sup>.

### **9.3. Análisis de los principales instrumentos de planificación territorial existentes en la Comunidad de Madrid, en relación con la propuesta de planificación integrada**

La planificación urbanística y territorial vigente en la Comunidad de Madrid contempla los preceptos expuestos a lo largo de este capítulo. Los dos principales instrumentos de planeamiento, el Plan General de Ordenación Urbana del municipio de Madrid (PGOUM) y el Plan Regional de Estrategia Territorial de la Comunidad de Madrid (PRET) recogen la idea de que el proceso planificador del espacio debe tener en consideración el sistema de transportes y el resto de elementos sectoriales (vivienda, empleo, actividad económica, medio ambiente, patrimonio cultural...) vinculados al territorio, así como también las líneas de acción a favor de la construcción de un espacio metropolitano policéntrico, la reducción de la zonificación imperante y el equilibrio y vertebración territoriales.

El PRET, en su documento de bases, aprobado inicialmente, dedica un breve apartado del capítulo de síntesis a las redes de transporte y el desarrollo territorial, en el que señala la necesidad de “[...] *configurar un espacio más homogéneo, más rico en oportunidades, que limite los efectos negativos de la hipercentralidad y que potencie, al máximo, los efectos y ventajas de la Capital proyectándolos sobre mayores espacios, sin necesidad de forzar relaciones centrales permanentes*” (DIRECCIÓN GENERAL DE URBANISMO Y PLANIFICACIÓN REGIONAL, 1996: 32).

Asimismo, en el análisis de la estructura de actividad económica en la Comunidad de Madrid, el PRET establece unas «Bases de orientación territorial», entre las que merece destacarse la apuesta por “*Estrategias que favorezcan la consolidación*

---

<sup>14</sup> Madrid sólo ha participado directamente, de todos los proyectos europeos mencionados, como espacio geográfico de análisis o «ciudad piloto» en los proyectos TRANSLAND y PROSPECTS.

*del proceso de descentralización del terciario, acorde con las políticas dotacionales y de desconcentración de la población*” (DIRECCIÓN GENERAL DE URBANISMO Y PLANIFICACIÓN REGIONAL, 1996: 214), como línea fundamental de acción para el reequilibrio territorial de la región y para lo cual propone la puesta en el mercado de suelo para actividades económicas, mediante una decidida gestión pública y el fomento de la ubicación periférica de las empresas, constituyendo parques empresariales multifuncionales, dotados de servicios modernos requeridos por las empresas, infraestructuras avanzadas, edificios de uso exclusivo y bien comunicados regional, nacional e internacionalmente. Para ello, realiza una «Propuesta de actividades predominantes por ámbitos para el reequilibrio territorial», en la cual destaca el impulso de las zonas de la corona metropolitana como centros de actividad, de base terciaria en el Norte y Oeste y de industria avanzada y de servicios a la misma en el Sur y Este (Vide DIRECCIÓN GENERAL DE URBANISMO Y PLANIFICACIÓN REGIONAL, 1996: 215).

El PRET, como se dijo, hereda los planteamientos de las *Estrategias Territoriales* de finales de los ochenta y de las anteriores *Directrices y Programas coordinados* establecidos por la *Ley 10/1984 de Ordenación Territorial de la Comunidad de Madrid*. Las *Estrategias Territoriales* que se recogieron en el documento *Madrid Región Metropolitana. Estrategia Territorial y Actuaciones* incidían con especial atención en “*la consolidación de un modelo descentralizado del tejido económico [que] permitirá fomentar una estructura espacial más integrada para la actividad económica*” (OFICINA DE PLANEAMIENTO TERRITORIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID, 1991: 96), impulsando el desarrollo de subcentros metropolitanos en zonas de la corona metropolitana que constituirían áreas de oportunidad para el desarrollo de los mismos, y consolidando los distritos periféricos del municipio de Madrid como auténticos nexos de unión del centro de la Almendra Central con los sectores de la corona metropolitana (Vide OFICINA DE PLANEAMIENTO TERRITORIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID, 1991: 99). Además, consideraba fundamental la recuperación del área central de Madrid para los usos residenciales, desde una perspectiva no funcionalista, indicando que “*la transformación del centro no ha de evitarse, sino encauzarse de acuerdo con los objetivos de la estrategia regional, principalmente frenando los procesos*

*congestivos y garantizando la multifuncionalidad*” (OFICINA DE PLANEAMIENTO TERRITORIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID, 1991: 205).

Las ideas y objetivos del PRET son muy similares a los de las *Estrategias Territoriales de la Comunidad de Madrid*, con diez años de posterioridad, si bien este instrumento de índole regional se encuentra estancado; no ha sido aprobado como ley y decreto, tal y como recogía la *Ley 9/1995 de Medidas de Política Territorial, Suelo y Urbanismo de la Comunidad de Madrid*. Por ello, su efectiva aplicación, como instrumento básico de la planificación territorial en la Comunidad de Madrid, de cara a impulsar un desarrollo en los términos expuestos, es de dudoso cumplimiento, pudiendo quedarse en meros planteamientos de base para la reflexión.

El PGOUM, en su Memoria, realiza un planteamiento asumiendo los mismos principios que el PRET y las *Estrategias Territoriales de la Comunidad de Madrid*, adoptando un enfoque metropolitano, en pretendida coordinación con el PRET (Vide AYUNTAMIENTO DE MADRID, 1997: 90). Entre las características fundamentales que definen el «proyecto de futuro» que inspira el PGOUM, destaca la difusión de la centralidad hacia áreas de oportunidad, como única solución posible para tratar de alcanzar el reequilibrio territorial, disminuyendo asimismo la presión terciaria sobre el centro urbano (Vide AYUNTAMIENTO DE MADRID, 1997: 89-90). También, en este objetivo de reequilibrar la ciudad, el PGOUM se muestra consciente de la necesidad de recobrar el uso residencial en ciertas zonas centrales, de impulsar la oferta de equipamientos y dotaciones y de espacios libres y zonas verdes en áreas deficitarias y de potenciar la oferta de suelo para vivienda y para usos de actividad económica, como premisas para un mayor equilibrio social, económico, ambiental y cultural (Vide AYUNTAMIENTO DE MADRID, 1997: 91-92).

La estructura urbana futura que presenta el PGOUM (AYUNTAMIENTO DE MADRID, 1997: 230-236) se sustenta principalmente en:

- Un modelo de accesibilidad y movilidad, elemento estructurante fundamental, inspirado en planteamientos de movilidad sostenible, esto es, basados en un espacio más equilibrado, menos zonificado y polinuclear y apoyado en una

extensa y eficiente red de transporte público, con menores repercusiones lógicas sobre el medio ambiente urbano.

- Una estructura de grandes sistemas generales, vertebradora de los distintos espacios integrantes del municipio.
- Un patrón de usos e intensidades del suelo diversificado, facilitando la interrelación de los distintos usos en las diferentes unidades espaciales, para lo que se incorpora un sistema de usos cualificados y compatibles más flexible.

La propuesta de nuevas centralidades y grandes operaciones estructurantes (PAUs del Norte, PAU de Vallecas; PAU de Carabanchel, Ciudad Aeroportuaria, Centralidad del Este, operación Campamento, prolongación de La Castellana y operación Chamartín, recuperación de Méndez Álvaro y de la Avda. de Córdoba...), muchas de las cuales «están de actualidad» es, a grandes rasgos, positiva de cara a afrontar la estrategia recogida por el PGOUM, pero su éxito dependerá de la agilidad en su posterior gestión urbanística, hecho sobre el que recaen numerosas dudas, al menos en un plazo asumible a medio-largo plazo.

Los planteamientos referentes a la ubicación de usos productivos, realizados por el PGOUM vigente, contemplan la mayor parte de desarrollos en la corona periférica. Tan sólo el 9% de la edificabilidad total de usos de actividad económica prevista por el PGOUM (29,5 millones de metros cuadrados edificables) se encuentra en zonas de la Almendra Central. Incluso, considerando exclusivamente el suelo clasificado como urbano, la proporción de nuevos desarrollos de actividad económica en la Almendra Central tan sólo supone el 13% de los casi 20 millones de metros cuadrados edificables previstos para el conjunto del municipio de Madrid (Véase AYUNTAMIENTO DE MADRID, 1997: 360-362).

Asimismo, en lo referente a las propuestas de localización de usos residenciales, el PGOUM centra su atención en los suelos vacantes para el desarrollo de operaciones de vivienda en el municipio de Madrid, con lo que lógicamente, la capacidad de las zonas centrales es sumamente reducida; tan sólo el 11,5% de las nuevas viviendas se asentarán en la Almendra Central (Véase AYUNTAMIENTO DE



MADRID, 1997: 349). Esta perspectiva debiera haberse completado con un programa, cuantificable, de viviendas «recuperadas», entre el parque residencial convertido en oficinas y despachos y el simplemente desocupado (en torno a 80.000 viviendas permanecen desocupadas en los siete distritos de la Almendra Central), como medida para favorecer el desarrollo del centro urbano como área residencial, elemento indispensable para la política de vivienda en la Comunidad de Madrid y para el reequilibrio espacial del conjunto del agregado metropolitano y regional madrileño.

La Memoria de un Plan General de Ordenación Urbana no puede quedar como una mera declaración de intereses. Debe especificar claramente el Programa de Actuación del Plan, si bien el mayor o menor grado de cumplimiento del mismo está condicionado al posterior proceso de gestión urbanística, lo cual implica habitualmente el incumplimiento desproporcionado de los plazos previstos en el programa, con lo que la Memoria queda devaluada y sus determinaciones incumplidas. El caso del PGOUM no es una excepción. En tanto que no se agilice el procedimiento de ejecución del planeamiento, no puede pensarse en la efectividad del Plan General. En consecuencia, el proceso de constitución de Madrid como espacio policéntrico y equilibrado es una tarea a muy largo plazo; de momento prácticamente sólo una idea.

Para dotar la planificación territorial de la Comunidad de Madrid del carácter «integrado» necesario, no es suficiente con la consideración del esquema de movilidad y accesibilidad en los planes urbanísticos y en el PRET. Se requiere, además, una absoluta coordinación concertada con los organismos competentes en materia de transporte. La figura del Consorcio de Transportes, encargado de planificar y gestionar el sistema de transporte público de la Comunidad de Madrid y que “[...] es, sin duda, la institución más consolidada en este campo en nuestro país” (FERNÁNDEZ LAFUENTE, F.J, 1995: 55), serviría como ejemplo a la hora de constituir un organismo responsable de la planificación integrada del territorio y los transportes y que articulara las relaciones con las administraciones u organismos competentes en materia de transporte a nivel nacional mediante convenios, en forma de «Contratos-Programa». Para una relación de los conceptos y enfoques que están marcando las relaciones contractuales entre Administraciones, en cuanto al transporte metropolitano en España, véase el

artículo de Francisco Javier Fernández Lafuente sobre el papel del transporte en la ciudad sostenible, publicado en el número 1 de la colección Origen/Destino (FERNÁNDEZ LAFUENTE, F.J., 1995: 55), así como el artículo de Emilio Miralles Claver incluido en la monografía sobre los problemas del transporte metropolitano, coordinado por el Instituto de Estudios del Transporte y las Comunicaciones del entonces Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (MIRALLES CLAVER, E., 1993: 241-245).

En cualquier caso, a pesar del expreso reconocimiento mostrado por los dos principales instrumentos de planificación del territorio en la Comunidad de Madrid, respecto de la necesidad de impulsar un desarrollo equilibrado del espacio metropolitano -favoreciendo un crecimiento polinuclear y equitativo en usos urbanos; esto es, fomentando la diversidad zonal de usos, en contra de la segmentación funcional del territorio-, en el que la movilidad se observa como un fenómeno generador de graves problemas que deben corregirse, se presenta como improbable la tarea de encauzar las líneas de acción de ambos planes hacia la consecución de los objetivos necesarios planteados. Ello es así a causa esencialmente de la descoordinación administrativa, la absoluta falta de participación de los colectivos privados representativos en el ámbito geográfico, la ausencia de proyectos continuos de desarrollo de las estrategias propuestas en la planificación (del modo de los proyectos europeos señalados), las dificultades de aplicación práctica de los conceptos plasmados en la Memoria de los planes urbanísticos, en relación con la rigidez conceptual de la normativa española y madrileña de planeamiento urbanístico (Leyes y Planes Generales), centrada en la determinación del régimen jurídico del suelo en la propuesta de ordenación urbana efectuada y, por el contrario, carente de un planteamiento estratégico integrado, y, por último, las escasas posibilidades que tiene el PRET de salir adelante.

## **9.4. Valoración de la situación actual observada, en referencia al sistema de transportes y la estructura urbana de usos del suelo en la región metropolitana de Madrid**

El actual escenario de la estructura de usos urbanos y de flujos de transporte en el seno del agregado metropolitano madrileño es el resultado de un proceso a muy largo plazo, si bien en su conformación han jugado un papel esencial las recientes medidas y actuaciones impulsadas en materia de ordenación urbana y de política de infraestructuras y servicios de transporte metropolitano, por sus efectos directos, a lo largo de un plazo relativamente significativo para poder valorarlos (los últimos cinco – seis años). La desvinculación efectiva de ambas facetas de planificación de la metrópoli madrileña ha persistido como principal elemento característico de la misma, no pudiendo hablarse, en consecuencia, más que de continuidad en las grandes líneas de acción respecto de etapas previas.

### **9.4.1. La planificación y la inversión en el sistema metropolitano de transportes**

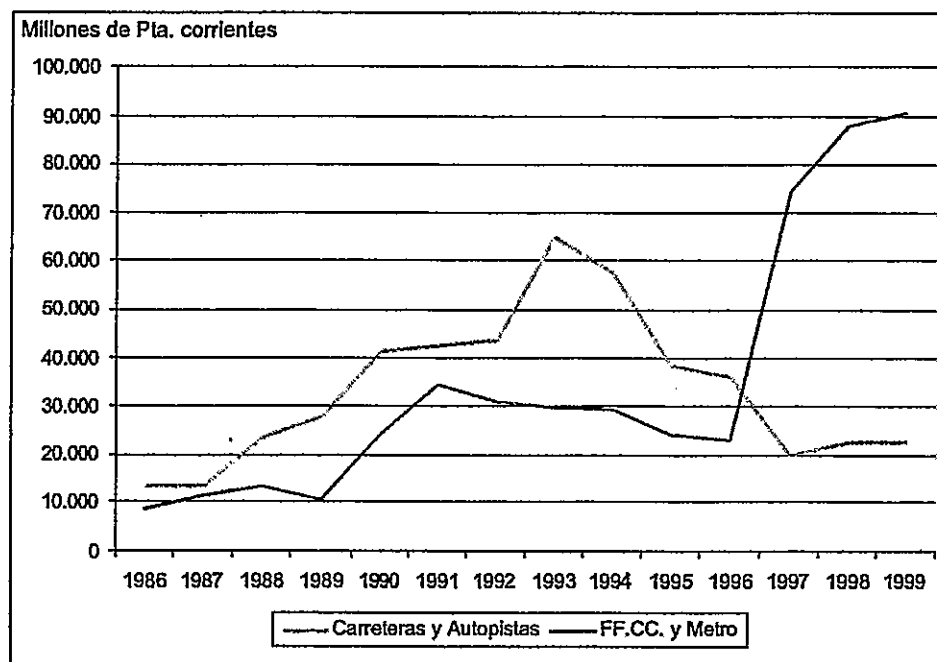
En este marco continuista, tan sólo merece destacarse la decidida apuesta por el transporte público efectuada por la administración autonómica madrileña. La inversión realizada en infraestructura ferroviaria (Metro y RENFE) a lo largo del trienio 1997 – 1999 ha sido cuatro veces superior a la inversión ejecutada en carreteras<sup>15</sup>, alcanzando valores de 252.632 y 65.486 millones de pesetas respectivamente, y ha superado en términos corrientes la cifra acumulada de todo el periodo 1986 – 1996, que ascendió a 240.502 millones de pesetas, plazo temporal durante el cual la inversión en carreteras sumó una cantidad de casi 402.000 millones de pesetas. En el Gráfico 9.1 se muestra la evolución de los fondos invertidos en ambos tipos de infraestructura entre los años 1986 y 1999, donde se pone de relieve el significativo cambio de signo experimentado

---

<sup>15</sup> Si bien este dato (Inversión en carreteras, facilitado por el Ministerio de Fomento) no contempla la inversión en viario urbano (trazado de nuevas calles, construcción de subterráneos, supresión de pasos elevados...), con lo que la inversión real en infraestructuras destinadas al tráfico rodado particular sería superior.

a partir del año 1997 a favor de las infraestructuras fijas para el uso de transporte público ferroviario.

**Gráfico 9.1. Inversión en carreteras y en infraestructuras ferroviarias en la Comunidad de Madrid**



Fuente: D.G. PROGRAMACIÓN ECONÓMICA Y PRESUPUESTARIA DEL MINISTERIO DE FOMENTO: Anuario Estadístico, 1987-2000.

Este elevado volumen de inversión en infraestructuras para el transporte público ha venido explicado por actuaciones de gran envergadura, como:

- La ampliación de la red de metro, con la construcción de la nueva línea 8 (Mar de Cristal – Barajas) y la prolongación de las líneas 4, 7, 9 y 11 hacia espacios deficitarios de la periferia madrileña (aparte de Barajas y Hortaleza, Fuencarral el Pardo, Vicálvaro, Villa de Vallecas y Carabanchel), incluso llegando a zonas de la corona metropolitana (Rivas Vaciamadrid y Arganda del Rey).
- La extensión de la línea C-1 de cercanías hasta Alcobendas y San Sebastián de los Reyes.

- La coordinación modal acometida mediante intercambiadores como los de Avenida de América, Príncipe Pío, Aluche, Pitis, Puerta de Arganda...

Este conjunto de operaciones ciertamente ha impulsado la articulación del espacio metropolitano madrileño en medios de transporte público, de forma muy significativa en el municipio de Madrid, potenciando la interconexión centro – periferia. Sin embargo, apenas se ha fomentado los desplazamientos transversales, echándose en falta el desarrollo de una línea circular de metro o de ferrocarril que conectase los distintos distritos periféricos o, cuando menos, parte de ellos.

Dichas actuaciones han tenido su continuidad durante 2000, 2001 y 2002 con las obras del Metrosur y de prolongación de la línea 8 de metro desde Mar de Cristal hasta Nuevos Ministerios y con la nueva línea de cercanías al Parque de la Warner (San Martín de la Vega). Las oportunidades ofrecidas por el Metrosur son extraordinarias, de cara a favorecer el uso del transporte público en una zona donde reside un millón de habitantes, en la que la dotación relativa de medios de transporte público es claramente insuficiente, que, además, acusa una gran dependencia funcional respecto del municipio de Madrid -especialmente en cuestiones laborales- y que, en consecuencia, concentra en su conjunto los más graves problemas cotidianos de saturación del tráfico en sus tres vías de acceso a la capital (N-IV, M-401 y N-V).

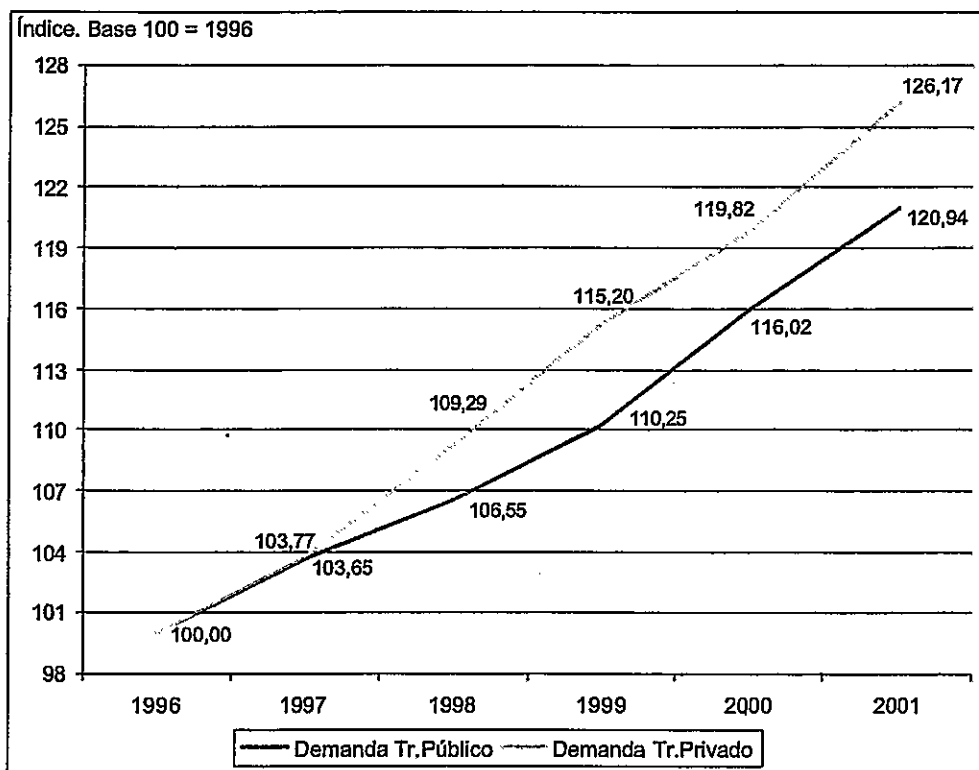
Por su parte, tras la construcción de la A-10, el sector Suroeste de la M-50, el cierre Norte de la M-40 y la conexión de la M-30 y la M-40 por la prolongación de O'Donell, a lo largo del periodo 1997 – 1999, apenas se invirtió en nuevas infraestructuras viarias en territorio de la Comunidad de Madrid. De ahí, que la cifra de fondos empleados cayera considerablemente desde el máximo alcanzado en 1992 – 1993. Con posterioridad, durante 2000, 2001 y 2002 se ha potenciado de nuevo la inversión pública y, en especial, privada en carreteras, con la construcción de la M-45, las obras de continuación de la M-50, el aumento del número de carriles de la carretera de Colmenar (M-607), las obras de trazado de las carreteras radiales de peaje R-2, R-3 y R-5...

Pese a esta importante diferencia inversora, la respuesta de la demanda de transporte ha sido claramente opuesta; esto es, ha crecido en mayor medida el uso del automóvil propio que el del transporte público. De este modo, entre 1996 y 2001, la demanda de éste (Número de billetes de todos los medios) ha aumentado un 21%, en tanto que la demanda de transporte privado (Parque de turismos) lo ha hecho en un 26,2%. En el Gráfico 9.2 se muestra la evolución de la demanda de ambos medios de transporte, empleando a efectos comparativos dos índices contruidos a partir de los datos del Consorcio de Transportes de Madrid y de la D.G. de Tráfico. En él se puede apreciar el aumento de la diferencia a favor del transporte privado a lo largo de 1997, 1998 y 1999, levemente recortada en 2000, hecho que, sin embargo, no tiene continuidad en 2001, incrementándose de nuevo la utilización del vehículo privado en mayor medida que el uso del transporte público.

Este proceso, en su conjunto, ha favorecido el desarrollo urbano de áreas de la periferia de la capital y de la corona metropolitana, dando lugar a una revalorización general de las mismas, una mayor diversidad de usos urbanos -entre ellos, de actividades económicas, como consecuencia de las nuevas oportunidades de negocio ofrecidas y de la mejor conexión con el núcleo urbano, principal centro de actividad- y, en definitiva, su integración en el agregado metropolitano. El hecho de que se haya apostado por el transporte público ha sido una decisión absolutamente acertada, aunque, por el contrario, con los planteamientos adoptados se ha ahondado en el modelo radioconcéntrico, fomentando las relaciones radiales, vinculando las áreas externas con las centrales, lo que generalmente ha fortalecido la dependencia de aquéllas respecto de éstas. En este sentido, se está dificultando la consolidación de las zonas periféricas y de la corona metropolitana como espacios alternativos autosuficientes, articulados entre sí, hecho que debiera tenerse en cuenta en futuras actuaciones. Una infraestructura ferroviaria, morfológicamente del tipo de la M-45, por poner un ejemplo, impulsaría el desarrollo integrado y equilibrado del arco sureste metropolitano, constituyéndose a medio plazo en una auténtica área de oportunidad en la Comunidad de Madrid. El Metrosur, sin embargo, sí responde a la voluntad de articular en su conjunto un sector

aquejado de una deficiente estructura de movilidad interna en medios de transporte público, conectándolo además con el municipio de Madrid.

**Gráfico 9.2. Índice de demanda de transporte público y privado en la Comunidad de Madrid**



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA a partir de datos de CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID: Demanda de transporte público; Billetes por modos de transporte, 1986 – 2001 y D.G. DE TRÁFICO: Anuario estadístico general, 1996 – 2001.

Las futuras grandes infraestructuras de transporte recientemente finalizadas (M-45, prolongación de la línea 8 de metro), próximas a su terminación (Metrosur), en ejecución actualmente (M-50, radiales de peaje R-2, R-3 y R-5) o en proyecto (Metronorte, radial de peaje R-4) muestran una clara dicotomía. A priori, puede estimarse un mayor equilibrio presupuestario<sup>16</sup> que en etapas anteriores entre actuaciones de transporte público y operaciones para el transporte privado, a causa de

<sup>16</sup> En lo que se refiere exclusivamente a la Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la Comunidad de Madrid, las líneas de inversión contempladas en el Presupuesto 2002 del área de transportes (que representa prácticamente el 60% del total asignado a esta consejería) ascienden a un total de 105.000 millones de pesetas, del cual se destina un 30,91% a carreteras, un 68,37% a «infraestructuras de transporte» (básicamente red de metro) y el 0,73% restante a otras inversiones.

la importancia de unas y otras, lo que representa un considerable y ambicioso esfuerzo inversor<sup>17</sup>. Sin embargo, en tanto que el modelo de red de transporte público propuesto está, en cierta forma, pensado para integrar espacios externos concretos con grandes carencias de interconexión (los «ocho grandes» municipios del sur metropolitano, municipios del norte metropolitano) -lo que supone un cambio respecto del proceso llevado a cabo en el periodo 1996 – 1999-, el esquema viario de carreteras adoptado potencia el crecimiento centrífugo -con grandes ejes radiales y sucesivos cinturones de gran capacidad- del agregado metropolitano hacia zonas de la corona regional de la Comunidad de Madrid e incluso hacia municipios próximos de provincias limítrofes (Azuqueca de Henares, Guadalajara, Ocaña, Seseña ...).

El beneficio que podría suponer la difusión de centralidad, acometida con una actuación como la M-50, se vería contrarrestado por las consecuencias del modelo de autopistas radiales, que vendría a incidir de nuevo en la dependencia de las zonas externas respecto del municipio de Madrid, generando además una clara situación discriminadora entre sus posibles usuarios, a causa del establecimiento de peajes de circulación. Por otro lado, la construcción de la M-50 entraña el habitual peligro de incentivar el mayor uso del vehículo privado, acelerando el proceso de saturación de su capacidad. La incorporación de infraestructuras del tipo de plataformas exclusivas para el transporte público o carriles BUS-VAO en la M-50, podrían discriminar a favor de los desplazamientos en autobuses interurbanos y en «automóviles compartidos», hecho que, por otra parte, requeriría de una completa acción de planificación de los transportes metropolitanos.

#### **9.4.2. La planificación y gestión del crecimiento urbano**

En lo que se refiere a la planificación urbanística, el hecho más destacable del último lustro, como se ha comentado, ha sido la aprobación del Plan General de

---

<sup>17</sup> Para ilustrarlo, baste señalar que la inversión total estimada para el Metrosur oscila en torno a los 220.000 millones de pesetas, para la M-45 casi 90.000 millones, en la M-50 en torno a 116.000 millones y para las autopistas radiales R-2, R-3, R4 y R-5 en aproximadamente 184.000 millones.



Ordenación Urbana de Madrid (PGOUM) en abril de 1997, regulando desde entonces el desarrollo urbanístico de la capital. El PGOUM está guiado por una premisa fundamental; el crecimiento del municipio de Madrid en el seno del agregado metropolitano y regional, con el objetivo de recuperar su importancia demográfica, frenando el largo y continuado proceso de pérdida de población que ha experimentado. Entre 1981 y 2000 la población residente en el municipio de Madrid ha disminuido en un 8%, en tanto que la corona metropolitana ha crecido un 50,8%. De esta manera, entre ambas fechas, el peso de Madrid sobre el conjunto de la región metropolitana ha pasado del 69,9% al 58,6%. Con este fin, el Plan establece un desproporcionado crecimiento residencial hasta agotar los espacios vacantes del municipio, ubicados en el arco Sur - Este - Norte de la periferia. Las principales actuaciones son:

- Los PAUs en desarrollo (Montecarmelo, Las Tablas y Sanchinarro en el Norte; Ensanche de Carabanchel y Ensanche de Vallecas en el Sur).
- Los nuevos barrios previstos en Fuencarral – El Pardo (Arroyo del Fresno) Hortaleza (Valdebebas, El Encinar de los Reyes), Barajas (Olivar de La Hinojosa, Ensanche de Barajas), Vicálvaro (La Catalana), Villa de Vallecas (La Atalayuela), Villaverde (Barrio de Butarque, Los Llanos, Los Aguados), San Blas (Nueva Centralidad del Este)...
- El gran proyecto que es el «Desarrollo del Este», integrado por cinco barrios en los distritos de Vicávaro (Los Ahijones, Los Berrocales, El Cañaveral, Los Cerros) y Villa de Vallecas (Valdecarros).
- La prolongación de La Castellana y la operación Chamartín.
- El «remate suroeste», con la recalificación de los terrenos de los cuarteles de Campamento (distrito de Latina).

Se trata de actuaciones a largo plazo -con la excepción de los PAUs, que se encuentran en un estado de ejecución avanzado- que podrían dar cabida en su conjunto aproximadamente a una población integrada por cerca de 500.000 habitantes. En un municipio como el proyectado, la Almendra Central representaría una proporción mucho menor que actualmente -los datos disponibles del Padrón continuo para el año 2001, señalan que el 32% de los residentes en el municipio de Madrid habitaban en la

Almendra Central- evidenciando un proceso de descentralización residencial planificada muy intenso. En este sentido, si tales actuaciones no se enfocan desde una perspectiva integradora de usos urbanos, potenciando de forma decidida la presencia de actividades económicas, y a la vez no se completan con una decidida operación global de recuperación de los usos residenciales en extensas zonas del área central del municipio<sup>18</sup>, el Madrid resultante estaría aquejado de las mismas disfunciones que en la actualidad, aunque agravadas. La verdadera tarea pendiente que tiene el municipio madrileño consiste en reequilibrar territorialmente los usos del suelo en los espacios consolidados y en los nuevos desarrollos.

Por lo demás, la acción de planificación urbanística en el conjunto de la Comunidad de Madrid en los últimos años ha puesto de relieve su absoluta descoordinación. El planeamiento municipal de la capital ha adoptado en su Memoria, como se ha dicho, un enfoque metropolitano. Sin embargo, éste, a la vista de las grandes operaciones urbanísticas señaladas, no parece consistir sino en el firme propósito de recobrar el «gran Madrid», frenando la continua pérdida de población del municipio, mediante la superpoblación de la periferia. La óptica metropolitana, que supuestamente guía el principal instrumento de planeamiento urbanístico en la Comunidad de Madrid, encubre una clara postura competitiva de Madrid con los grandes sectores de la corona metropolitana.

Las distintas circunstancias del planeamiento urbanístico y territorial en la Comunidad de Madrid, puestas de relieve en los epígrafes previos de este capítulo; esencialmente la ausencia de un plan territorial integrado en los términos expuestos - que podría ser el PRET-, explican la inercia observada en la organización de los usos del suelo sobre el territorio metropolitano madrileño. Cinco o seis años no son, desde luego, suficientes como para apreciar un cambio significativo en la estructura urbana de una aglomeración metropolitana, pero, al menos, en tal periodo sí es factible, con la información disponible, distinguir, a partir de la evolución experimentada, ciertos

---

<sup>18</sup> En este contexto, siguiendo la anterior afirmación de Balchin, Isaac y Chen, el propio mercado debiera incentivar la revitalización urbana - residencial (la rehabilitación) del centro urbano, como alternativa de negocio (Vide BALCHIN, P. et al., 2000:273).

síntomas de continuidad o, por el contrario, de cambio; las líneas básicas de la tendencia esperada en la disposición de los usos urbanos.

Haciendo uso de los datos ofrecidos por el Padrón continuo de habitantes, se pone de manifiesto la pérdida de importancia relativa de la Almendra Central y de la periferia del municipio de Madrid como áreas de residencia de la población metropolitana. De este modo, entre 1996 y 2001, la Almendra Central, como se puede ver en el Cuadro 9.1, ha sido el sector que menor crecimiento de población ha experimentado, si se exceptúa la periferia Sur, donde la población residente se ha mantenido prácticamente estable. En consecuencia la participación de la Almendra Central sobre el total de población residente en la región metropolitana de Madrid ha continuado cayendo a lo largo de este periodo, situándose por debajo del 19%; concretamente, según muestra el Cuadro 9.2, en un 18,8% en el año 2000 y un 18,65% en 2001.

**Cuadro 9.1. Población residente en la región metropolitana de Madrid (1996 – 2001)**

Sector	1996	1998	1999	2000	2001	% Variación 1996 - 2001
Almendra Central	915.318	928.268	932.775	931.459	948.509	3,63%
Periferia Norte	199.253	202.172	204.000	203.788	207.518	4,15%
Periferia Oeste	102.022	104.333	105.244	106.154	108.097	5,95%
Periferia Sur	996.056	998.755	991.598	984.781	1.002.807	0,68%
Periferia Este	654.201	665.563	671.519	677.721	690.126	5,49%
Corona metr. Norte	215.718	225.711	233.035	238.887	247.728	14,84%
Corona metr. Oeste	267.849	283.433	300.211	314.965	337.497	26,00%
Corona metr. Sur	989.207	1.002.194	1.013.735	1.028.868	1.054.545	6,61%
Corona metr. Este	441.030	448.546	458.581	467.180	488.328	10,72%
<b>región metropolitana</b>	<b>4.780.654</b>	<b>4.858.975</b>	<b>4.910.698</b>	<b>4.953.803</b>	<b>5.085.156</b>	<b>6,37%</b>

Fuente: INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID: Padrón continuo de habitantes.

Las grandes actuaciones que han de acometerse en el Sur de la periferia por el PGOUM (Ensanche de Carabanchel, Ensanche de Vallecas, barrio de Valdecarros, Operación Campamento) parecen apuntar a que este sector recuperará en próximos años su importancia como área residencial de la población, pero la Almendra Central

no cuenta con ninguna operación urbanística residencial de grandes proporciones, salvo la prevista en Chamartín<sup>19</sup>, que haga pensar en que se invierta esta tendencia.

Por el contrario, y como muestra también el Cuadro 9.1, los sectores de la corona metropolitana han crecido en el periodo considerado por encima de la media del agregado metropolitano, especialmente las zonas del Norte y el Oeste, con incrementos entre 1996 y 2001 del 14,84% y del 26% respectivamente. Asimismo, desde 1998, el sector Sur de la corona se ha constituido en la principal zona de residencia de la población metropolitana madrileña, superando al Sur de la periferia. De este modo, la presencia de usos residenciales en la Almendra Central ha disminuido en términos relativos, mientras que ha aumentado en la corona metropolitana, hecho que evidencia la continuidad del proceso de descentralización residencial y el consiguiente agravamiento del desequilibrio en la organización de este uso urbano sobre el territorio metropolitano madrileño.

**Cuadro 9.2. Distribución de la población residente en la región metropolitana de Madrid (1996 – 2001)**

Sector	1996	1998	1999	2000	2001
Almendra Central	19,15%	19,10%	18,99%	18,80%	18,65%
Periferia Norte	4,17%	4,16%	4,15%	4,11%	4,08%
Periferia Oeste	2,13%	2,15%	2,14%	2,14%	2,13%
Periferia Sur	20,84%	20,55%	20,19%	19,88%	19,72%
Periferia Este	13,68%	13,70%	13,67%	13,68%	13,57%
Corona metr. Norte	4,51%	4,65%	4,75%	4,82%	4,87%
Corona metr. Oeste	5,60%	5,83%	6,11%	6,36%	6,64%
Corona metr. Sur	20,69%	20,63%	20,64%	20,77%	20,74%
Corona metr. Este	9,23%	9,23%	9,34%	9,43%	9,60%
<b>región metropolitana</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID: Padrón continuo de habitantes.

<sup>19</sup> La operación Chamartín - prolongación de La Castellana, en parte ocupará suelos del distrito de Chamartín (Almendra Central), pero también de Fuencarral - El Pardo (periferia Norte). En el conjunto de la actuación se podrán construir alrededor de 12.000 viviendas (34.000 - 37.000 habitantes), pero, además, es muy importante la presencia usos terciarios (550.000 m<sup>2</sup> edificables de oficinas, en torno a 35.000 puestos de trabajo ubicados), especialmente localizados sobre la estación y sus alrededores y en el entorno de la actual ciudad deportiva del Real Madrid.

Los datos de viviendas iniciadas, procedentes de la Estadística de Obras en Edificación del Ministerio de Fomento, a partir de los datos de visados de inicio de obra recogidos por los Colegios Territoriales de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, avalan la explicación de este proceso. Entre 1996 y 2001, sólo el 39,7% de las casi 337.000 nuevas viviendas disponibles (de nueva construcción y rehabilitadas) en la Comunidad de Madrid estaban localizadas en el municipio de Madrid; esto es, poco más de 133.500, frente a casi 204.000 ubicadas en el resto del territorio autonómico, tal y como recoge el Cuadro 9.3. Esta circunstancia, característica del último decenio, se ha acentuado de forma continua desde 1998, coincidiendo con la fase de reactivación inmobiliaria general y, curiosamente, con el desarrollo del primer cuatrienio del «expansionista» PGOUM, de modo que, como puede verse en el Gráfico 9.3, desde 1998 la proporción de viviendas iniciadas en el municipio de Madrid ha ido disminuyendo año tras año entre 1996 y 2000, en tanto que en 2001, año en que se apreció una leve contención de la producción inmobiliaria residencial en la Comunidad de Madrid respecto de los años previos, se invirtieron puntualmente los términos, de modo que mientras el municipio de la capital experimentó un impulso significativo debido a la puesta en funcionamiento de los nuevos desarrollos de la periferia (PAUs del Norte y de Carabanchel, esencialmente), en el resto de la región disminuyeron las viviendas iniciadas.

**Cuadro 9.3. Viviendas iniciadas (obra nueva y rehabilitación) en la Comunidad de Madrid en el periodo 1996 – 2001**

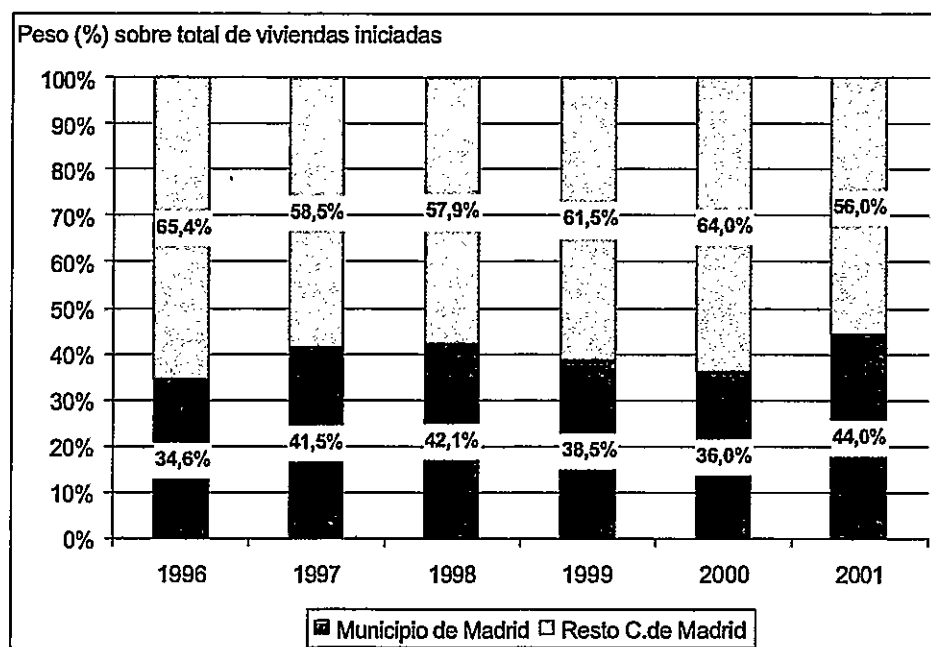
Periodo	Total C.de Madrid		Municipio de Madrid		Resto C.de Madrid	
	Viviendas	Peso s/ Total (%)	Viviendas	Peso s/ Total (%)	Viviendas	Peso s/ Total (%)
1996	39.679	100,00%	13.742	34,63%	25.937	65,37%
1997	48.737	100,00%	20.226	41,50%	28.511	58,50%
1998	65.212	100,00%	27.450	42,09%	37.762	57,91%
1999	62.953	100,00%	24.266	38,55%	38.687	61,45%
2000	62.415	100,00%	22.468	36,00%	39.947	64,00%
2001	57.621	100,00%	25.380	44,05%	32.241	55,95%
<b>1996-2001</b>	<b>336.617</b>	<b>100,00%</b>	<b>133.532</b>	<b>39,67%</b>	<b>203.085</b>	<b>60,33%</b>

Fuente: D.G. DE PROGRAMACIÓN ECONÓMICA Y PRESUPUESTARIA DEL MINISTERIO DE FOMENTO: Estadística de Obras en Edificación, 1996 - 2001.

Además, la mayor parte de actividad residencial en el municipio de Madrid ha tenido lugar en la periferia. Según los datos de licencias concedidas de la Gerencia

Municipal de Urbanismo del Ayuntamiento de Madrid, para el periodo abril 1997 (aprobación del PGOUM) – diciembre 1999, sólo el 26,3% de las licencias de nueva construcción y el 19,9% de las licencias de primera ocupación se referían a operaciones residenciales en la Almendra Central, tal y como muestra el Cuadro 9.4. En dicho periodo, la periferia Este se mostró como el sector más dinámico del municipio de Madrid en nuevos usos residenciales, concentrando el 34,5% de licencias de nueva construcción y prácticamente el 50% de las licencias de primera ocupación.

**Gráfico 9.3. Distribución espacial de las viviendas iniciadas (obra nueva y rehabilitación) en la Comunidad de Madrid en el periodo 1996 – 2001**



Fuente: D.G. DE PROGRAMACIÓN ECONÓMICA Y PRESUPUESTARIA DEL MINISTERIO DE FOMENTO: Estadística de Obras en Edificación, 1996 - 2001.

En un espacio urbano consolidado, como es la Almendra Central de Madrid, la construcción de nuevos edificios es escasa en términos relativos y, por lo tanto, de manera lógica inferior a la propia de espacios con extensos sectores de suelo vacante. En consecuencia, la actividad residencial en el área central madrileña, en gran medida, habría de venir de la mano de operaciones de rehabilitación, reconversión de espacios destinados a usos terciarios y ocupación de viviendas desocupadas. Sin embargo, tal como refleja el dato de licencias de primera ocupación en el área central, el número de

viviendas con permiso para ser ocupadas (habitadas), concepto en el que se consideran también las viviendas en inmuebles rehabilitados, es muy reducido y su peso sobre el conjunto de la región metropolitana de Madrid realmente exiguo.

Las actuaciones urbanísticas desarrolladas en la corona metropolitana, durante la segunda mitad de la década de los noventa han concentrado la mayor parte de la promoción inmobiliaria de la Comunidad de Madrid. Una fórmula adoptada para la gestión urbanística de nuevos sectores de suelo residencial, desde los primeros años noventa, ha sido la de los Consorcios Urbanísticos, entidades semipúblicas constituidas habitualmente por el Ayuntamiento correspondiente y la Comunidad de Madrid, a través de alguna de sus empresas públicas, generalmente ARPEGIO o el IVIMA. Esta forma de gestión se ha generalizado considerablemente en el caso de extensos sectores, con una importante presencia de vivienda protegida, esencialmente en los grandes municipios del Sur, Este y Norte metropolitanos, aunque también ha destacado en el desarrollo de nuevos barrios en el Sur y Este de la capital («Madrid Sur» en Puente de Vallecas y «Valdebernardo» en Vicálvaro).

**Cuadro 9.4. Licencias de nueva construcción y de primera ocupación en el municipio de Madrid desde la aprobación del PGOUM (periodo abril 1997 – diciembre 1999)**

Sector	Número de viviendas		Peso s/ total municipio (%)	
	Nueva construcción	Primera ocupación	Nueva construcción	Primera ocupación
<b>Almendra Central</b>	<b>12.398</b>	<b>7.382</b>	<b>26,27%</b>	<b>19,86%</b>
Periferia Norte	2.394	2.611	5,07%	7,02%
Periferia Oeste	3.383	1.971	7,17%	5,30%
Periferia Sur	12.721	6.678	26,95%	17,97%
Periferia Este	16.304	18.526	34,54%	49,84%
<b>Total periferia</b>	<b>34.802</b>	<b>29.786</b>	<b>73,73%</b>	<b>80,14%</b>
<b>Total municipio de Madrid</b>	<b>47.200</b>	<b>37.168</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: GERENCIA MUNICIPAL DE URBANISMO DE MADRID: Licencias concedidas desde la aprobación del PGOUM 1997 (abril 1997 – diciembre 1999).

A comienzos de 2002, además de los dos citados, se había finalizado ya la ejecución de siete consorcios urbanísticos residenciales. Se trata de «Leganés Norte» (Leganés), «Campo de Tiro» (Leganés), «Getafe Norte» (Getafe), «Futura Parla» (Parla), «Loranca» (Fuenlabrada), «Espartales Sur» (Alcalá de Henares) y

«Valdelasfuentes» (Alcobendas), agrupando en su conjunto unas 25.000 viviendas (en torno a 80.000 habitantes), un 83% de las cuales sujetas a algún régimen de protección.

Asimismo otros diez consorcios urbanísticos residenciales se encuentran en ejecución. Son «Dehesa Vieja» (San Sebastián de los Reyes), «La Estación» (Colmenar Viejo), «Escorial» (El Escorial), «Camino Bajo de Rivas» (Rivas Vaciamadrid), «Canteras» (Rivas Vaciamadrid), «La Fortuna» (Leganés), «Parla Este» (Parla), «El Olivar» (Humanes de Madrid), «Móstoles Sur» (Móstoles) y «Espartales Norte» (Alcalá de Henares), sumando casi 41.000 viviendas (alrededor de 130.000 residentes), un 80% protegidas. La fecha prevista para su finalización oscila, según los casos, entre verano de 2002 e invierno de 2003.

La entidad de este conjunto de operaciones pone de manifiesto el impulso dado al uso residencial en la corona metropolitana de Madrid, mostrando además una mayor agilidad en su gestión que la propia del sistema privado de actuación urbanística (sistema de compensación) adoptado mayoritariamente en el desarrollo urbano del municipio de Madrid, por ejemplo en los PAUs.

En definitivas cuentas, los instrumentos de planeamiento urbanístico a lo largo de estos últimos cinco años han impulsado el proceso de descentralización residencial, agudizado además por la propia tendencia del mercado, como respuesta ante la situación de escasez de espacios vacantes, la insuficiente acción de rehabilitación del parque edificado, el encarecimiento desproporcionado de los precios de la vivienda y, especialmente, la disminución de la calidad de vida que caracteriza las zonas de la Almendra Central, pero también de gran parte de la periferia del municipio de Madrid. La planificación urbanística y territorial en la Comunidad de Madrid no ha avanzado hacia el necesario equilibrio en el crecimiento residencial de los sectores centrales y externos de la región metropolitana. El dinamismo experimentado por los municipios metropolitanos y, en menor medida, por ciertas zonas de la periferia de Madrid (principalmente el Este), no se ha articulado convenientemente con un desarrollo paralelo de actuaciones en el área central de la capital, esencialmente en lo que se



referiría a un imprescindible plan activo de reconversión de usos y recuperación de viviendas desocupadas.

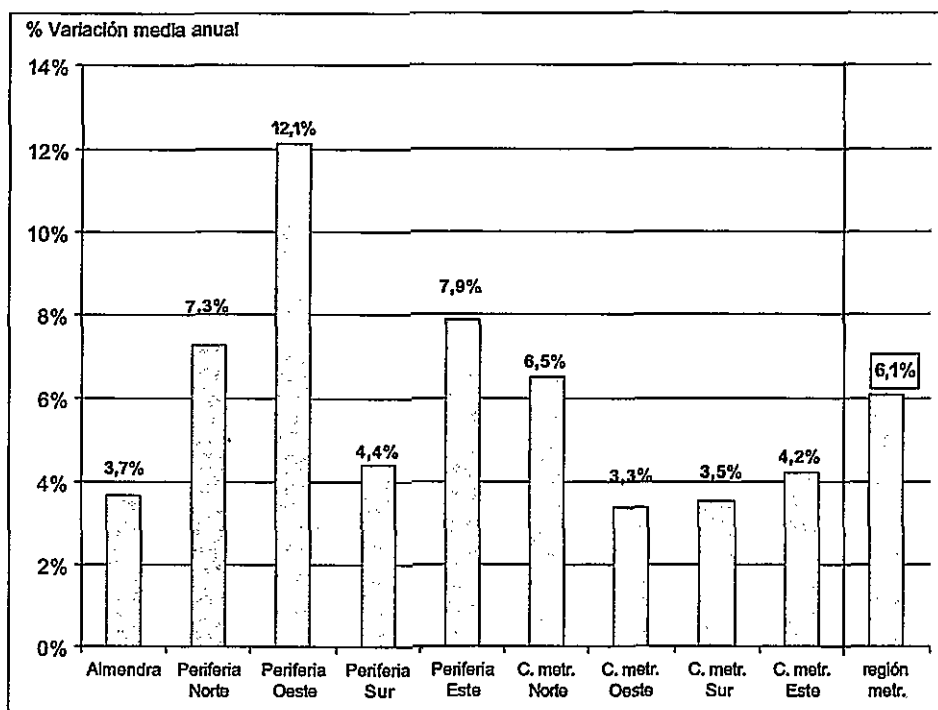
Un aspecto especialmente relevante en lo que se refiere al mercado inmobiliario madrileño durante estos últimos años -como se ha puesto de relieve en el epígrafe dedicado al control de los precios del suelo- ha sido el fuerte encarecimiento de la vivienda y los inmuebles dedicados a actividades económicas, producido a partir del año 1998, tras varios años de una continuada estabilidad general con incrementos moderados de los precios, salvo en zonas puntuales de la periferia.

La característica más singular de este proceso ha sido la desigualdad geográfica observada en la elevación de los precios de la vivienda, de manera que ha sido más acusada en el municipio de Madrid que en la corona metropolitana y especialmente en la fase de mayores tasas de crecimiento (periodo 1999 – 2001), como se puede ver en los Gráficos 9.4 y 9.5. Entre 1996 y 1999, el precio medio de la vivienda libre nueva en la región metropolitana de Madrid había crecido un 6,1% de media anual. Todos los sectores de la periferia, a excepción del Sur, experimentaron aumentos superiores, más significativo en el caso del Oeste, que prácticamente duplicó la media del agregado metropolitano. La Almendra Central creció menos, pero en proporción similar a los sectores Oeste, Sur y Este de la corona metropolitana. Por último, únicamente la zona Norte del cinturón metropolitano creció por encima de la media, aunque de forma apenas inapreciable.

Los aumentos de precios más fuertes en la Comunidad de Madrid tuvieron lugar a partir del año 1999. Así, en el periodo 1999 – 2001 el precio medio de la vivienda libre de nueva construcción en la región metropolitana de Madrid se incrementó como media cada año un 10,5%. La Almendra Central, junto con la periferia Sur fueron, después de la periferia Este, los sectores donde tuvo lugar el mayor aumento de precios de la vivienda. En las zonas del Oeste y Norte periféricos los precios de la vivienda crecieron menos, pero superando también el valor medio del agregado metropolitano. El caso contrario es el de los cuatro sectores de la

corona metropolitana, donde se produjeron elevaciones singularmente por debajo de la media.

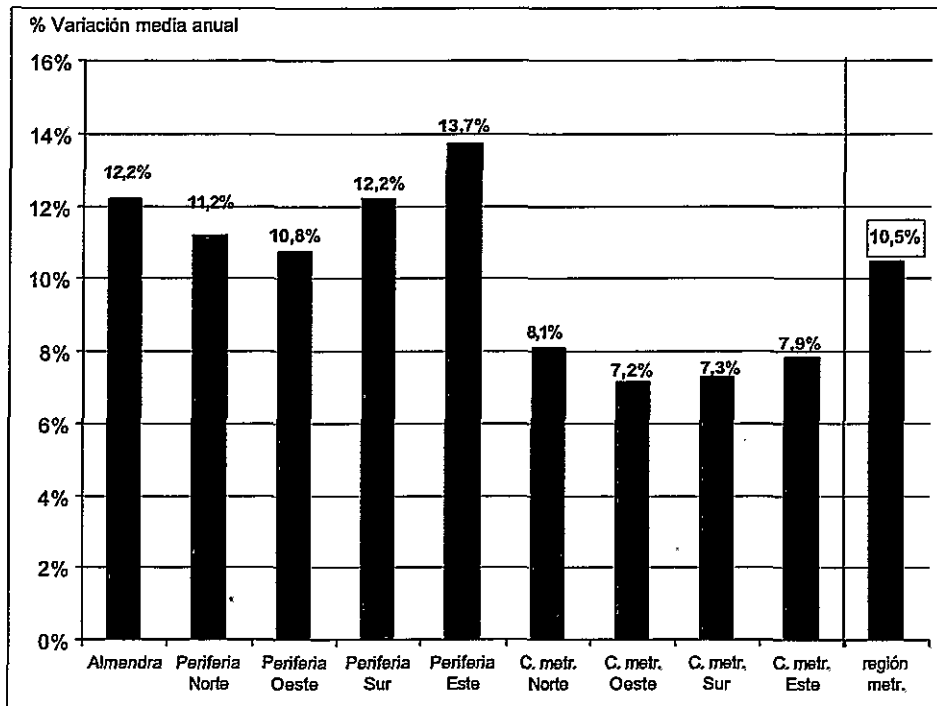
**Gráfico 9.4. Precio medio de la vivienda libre nueva en los distintos sectores de la región metropolitana de Madrid. Periodo 1996 – 1999**



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA a partir de datos de SOCIEDAD DE TASACIÓN: Boletín del mercado inmobiliario, 1996 – 1999.

Este desequilibrio entre el municipio de Madrid y la corona metropolitana viene a poner de relieve la menor oferta de vivienda en la capital y la presión competitiva de los usos terciarios -en una etapa de expansión económica en la que se reactivó la demanda de espacio productivo- sobre los tradicionales ejes de actividad (Centro de negocios y principales vías de acceso al centro urbano), pero también, de forma muy acusada, sobre espacios de calidad en la periferia (Por su importancia deben destacarse el Campo de las Naciones y las Carreteras N-I, N-II y A-6 en sus respectivos tramos entre la M-30 y la M-40). Todo ello ha impulsado la continuidad de los procesos de descentralización residencial y segregación espacial de los usos del suelo.

**Gráfico 9.5. Precio medio de la vivienda libre nueva en los distintos sectores de la región metropolitana de Madrid. Periodo 1999 – 2001**



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA a partir de datos de SOCIEDAD DE TASACIÓN: Boletín del mercado inmobiliario, 1999–2001.

En lo que se refiere a la distribución espacial de los empleos, a partir de la información contenida en la Encuesta Domiciliaria de Movilidad de 1996 del Consorcio de Transportes de Madrid y en el Directorio de Unidades de Actividad Económica del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, el hecho más destacable que se puede cuantificar ha sido la continuidad del carácter «económico-laboral» de la Almendra Central entre 1996 y 2001, tal y como recoge el Cuadro 9.5. Así, si en aquel año alrededor del 40% de los puestos de trabajo existentes en la región metropolitana de Madrid se encontraban situados en la Almendra Central, cinco años después -periodo durante el cual la fase de expansión económica generalizada favoreció un aumento de casi 420.000 ocupados- en torno al 41% de los puestos estaban localizados en el sector central de la capital<sup>20</sup>. La corona

<sup>20</sup> Estos datos, procedentes de distintas fuentes -Encuesta Domiciliaria de Movilidad de 1996 y Directorios de Unidades de Actividad Económica de 1998, 1999 y 2001- deben interpretarse, por tanto, con cautela, así como por encontrarse el Directorio aún en fase de desarrollo inicial, motivo por el cual tal precaución debe ser especial en lo que se refiere a los datos intermedios; 1998 y 1999.

metropolitana en el mismo periodo se consolidó como segunda zona en importancia en cuanto a la concentración de usos de actividad económica, a causa de cierta descentralización de usos terciarios avanzados (Tres Cantos, Alcobendas, San Sebastián de los Reyes, San Fernando de Henares, eje de la Carretera de La Coruña...), el desarrollo de espacios industriales modernos («Las Monjas» en Torrejón de Ardoz, «La Garena» en Alcalá de Henares, «Sector 6, Ampliación de Industrias Especiales» en Alcorcón, «La Cantueña» en Fuenlabrada, ampliación del polígono «Los Olivos» y reforma del polígono «Los Ángeles» en Getafe, etc.) y la gran proliferación de centros comerciales y de ocio.

**Cuadro 9.5. Distribución espacial de los puestos de trabajo localizados en la región metropolitana de Madrid en el periodo 1996 - 2001**

Sector	1996	1998	1999	2001
<b>Almendra Central</b>	<b>40,14%</b>	<b>45,84%</b>	<b>44,41%</b>	<b>40,96%</b>
Periferia Norte	4,00%	4,19%	3,87%	3,76%
Periferia Oeste	4,25%	3,18%	3,22%	2,83%
Periferia Sur	10,98%	7,27%	7,30%	9,35%
Periferia Este	10,50%	9,65%	9,96%	11,44%
<b>Total Periferia</b>	<b>29,73%</b>	<b>24,30%</b>	<b>24,35%</b>	<b>27,38%</b>
Corona metr. Norte	4,29%	5,20%	5,35%	6,05%
Corona metr. Oeste	4,98%	4,12%	4,77%	4,42%
Corona metr. Sur	12,83%	12,30%	12,69%	12,84%
Corona metr. Este	8,03%	8,25%	8,42%	8,36%
<b>Total C.metropolitana</b>	<b>30,12%</b>	<b>29,87%</b>	<b>31,24%</b>	<b>31,67%</b>
<b>región metropolitana</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID: Encuesta Domiciliaria de Movilidad de Madrid 1996 y ELABORACIÓN PROPIA a partir de datos del INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID: Directorio de Unidades de Actividad Económica, 1998, 1999 y 2001.

La periferia del municipio de Madrid perdió entre 1996 y 2001 puestos de trabajo, con motivo principalmente de la deslocalización hacia la corona metropolitana de grandes espacios industriales. En su lugar, se ha producido una creciente especialización de este extenso área en usos de actividad terciaria, de manera más significativa en zonas del Este y el Norte.

De cualquier modo, el aspecto más significativo de la disposición territorial de los usos de actividad económica sigue siendo el elevado grado de concentración.

de los mismos en la Almendra Central de Madrid, como consecuencia de un planeamiento ineficiente y descoordinado que, aparte de no ser capaz de orientar en plazo las decisiones de localización de empresas hacia puntos estratégicos<sup>21</sup>, sólo contempla actuaciones en nuevos desarrollos y no la reconversión de grandes espacios terciarios centrales en usos residenciales.

Las operaciones urbanísticas más destacables, en cuanto a la creación de espacios de actividad económica en zonas de la corona metropolitana, a lo largo de estos últimos años han sido gestionadas por consorcios urbanísticos, debiendo destacar los ya mencionados ámbitos de «La Garena» en Alcalá de Henares y «La Cantueña» en Fuenlabrada, así como «Moscatelares» en San Sebastián de los Reyes y «Carpetania» en Getafe. Sin lugar a dudas, constituyen excelentes oportunidades para crear una estructura productiva dinámica y de importancia creciente, como alternativa a la gran concentración terciaria del municipio de Madrid, principalmente de su Almendra Central. El requisito primordial para ello pasa por su generalización, impulsando nuevos ámbitos más extensos, caso del PAU Arroyo Culebro, actuación indispensable para el desarrollo del Sur metropolitano, que, tras casi quince años de un lento proceso de planificación, expropiación de los terrenos y puntuales operaciones ejecutadas, parece que comienza a dinamizarse con la puesta en funcionamiento de tres consorcios urbanísticos, «Móstoles Tecnológico», «Leganés Tecnológico» y «Área Tecnológica del Sur» (en Móstoles, Leganés y Getafe respectivamente).

En conclusión, la actual situación de la movilidad por motivo trabajo en la región metropolitana de Madrid no presenta diferencias apreciables con la analizada en el año 1996, en tanto que la planificación urbanística y territorial no ha experimentado cambio alguno en sus fundamentos teóricos y de acción. Más aún, en el caso del Plan General del municipio de Madrid, el proyecto de ciudad defendido podría interferir en el necesario desarrollo equilibrado del agregado metropolitano, actuando en contra de

---

<sup>21</sup> El Parque Empresarial de Las Rozas, planteado como una actuación emblemática de terciario a primeros de los noventa, tuvo que ser, en gran parte del ámbito incluido, reconvertido (y recalificado) para uso residencial, ante la escasa respuesta de la demanda, a pesar de su buena comunicación con el centro metropolitano y de encontrarse enclavado en pleno eje de actividad de la A-6, una de las zonas de mayor dinamismo inmobiliario residencial y no residencial de la comunidad de Madrid.

las principales líneas de acción necesarias que se han propuesto, del mismo modo que lo haría el proyecto de grandes vías radiales de peaje planteadas por Fomento. Únicamente la puesta en funcionamiento del Metrosur (y actuaciones similares -aún meros planteamientos- como el Metronorte) y el impulso de nuevos sectores de actividad económica en la corona metropolitana mediante Consorcios Urbanísticos parecen ofrecer oportunidades de cambio y opciones para la racionalización de los desplazamientos al trabajo.

### **9.5. El necesario desarrollo de una estrategia de planificación integrada en la Comunidad de Madrid**

A modo de conclusión, una vez constatada la descoordinación entre los instrumentos de ordenación urbanística – territorial y de planificación del sistema urbano de transporte en la Comunidad de Madrid, con la consiguiente persistencia de los principales desequilibrios espaciales, que dan lugar al problema de la congestión del tráfico, parece oportuno terminar reafirmando la necesidad de la estrategia propuesta, objeto del primer epígrafe de este capítulo.

En caso de impulsarse ésta con verdadera voluntad política, podría avanzarse hacia la consecución de un espacio metropolitano equilibrado en un plazo temporal «asumible», en el que el bienestar general de la población residente fuera más elevado y generalizado y donde los problemas de congestión del tráfico, causados por los excesivos (en número y distancia recorrida) viajes al trabajo desde el lugar de residencia disminuyeran considerablemente, fruto de unas menores necesidades de desplazamiento, por desarrollarse dentro de sectores metropolitanos más equilibrados y menos especializados en funciones urbanas concretas.

Las auténticas oportunidades, habida cuenta de la rigidez de los instrumentos de planeamiento y gestión territorial y de la normativa de planificación urbanística, que parecen ofrecerse para una propuesta como la presentada, proceden de las formulaciones europeas sobre el *Marco comunitario de cooperación para el*

*desarrollo sostenible en el medio urbano* y de los diversos y continuos proyectos en materia de planificación integrada de los usos del suelo y el sistema de transporte urbano, que forman parte de los programas comunitarios de investigación y desarrollo tecnológico. *“La Unión Europea puede jugar un papel estimulador del desarrollo y aplicación de políticas en el prometedor campo de la planificación integrada de los usos del suelo y el transporte. Tal papel requiere de la intensificación del intercambio de experiencias positivas, del aumento de un conocimiento más profundo, de la incorporación de efectivos y factibles conceptos de planificación y de una armonización más intensa de los procedimientos y regulaciones de la planificación, dentro de cada estado miembro y a nivel de la UE”* (PALLEY, E. & PEDLER, A., 2000: 2).

La existencia de avanzados modelos de simulación en la planificación integrada, gestionados por complejas aplicaciones informáticas, como MEPLAN y MENTOR (desarrollados por Marcial Echenique & Partners) o TRANUS (desarrollado por Modelística) -empleados por ejemplo en ciertos proyectos europeos, caso de PROPOLIS o SPARTACUS-, ofrece también a los políticos y técnicos urbanos madrileños una interesante oportunidad; la de estimar, mediante la aplicación particular de estas herramientas técnicas al caso del transporte metropolitano de Madrid, los beneficios que tendría para el mismo una estrategia integrada en la planificación de los usos del suelo y el sistema urbano de transporte. Si se quiere profundizar en las principales características de estos modelos, véase el artículo de Tomás de la Barra sobre la planificación integrada de la utilización del suelo y del transporte, como opción de futuro para Europa, publicada en la revista *The IPTS Report* (DE LA BARRA, T., 2001: 15 y siguientes), así como los informes sobre dichos instrumentos que pueden encontrarse en Internet (MARCIAL ECHENIQUE & PARTNERS [en línea], 2001a: 1-2; MARCIAL ECHENIQUE & PARTNERS [en línea], 2001b: 1-2 y JOHNSTON, R.A. & DE LA BARRA, T. [en línea], 1998: 1 y siguientes).

Los beneficios que parecen desprenderse de esta estrategia son de tal importancia, que la aplicación de una planificación integrada del espacio

metropolitano madrileño y de su sistema de transportes se presenta como una verdadera prioridad.



## **C**ONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

Las bases teóricas sobre la interrelación existente entre la estructura de usos del suelo y la organización física del sistema de transportes en el marco urbano fueron sentadas a lo largo de las décadas de los cincuenta y sesenta, momento álgido en el desarrollo de la economía urbana, con las aportaciones de autores como John D. Herbert y Benjamín H. Stevens<sup>1</sup>, Lowdon Wingo<sup>2</sup>, William Alonso<sup>3</sup>, Richard Muth<sup>4</sup> y, especialmente, con las propuestas de Robert B. Mitchell y Chester Rapkin<sup>5</sup>, así como de Wilfred Owen<sup>6</sup>. La principal corriente de planteamientos enfocaba esta interrelación desde la perspectiva del sistema de transportes (la construcción de redes de infraestructuras y los avances tecnológicos en los medios de desplazamiento) como instrumento esencial para el crecimiento y la vertebración territorial, así como en la importancia de la accesibilidad, debida al sistema de transportes existente, en la determinación de la estructura urbana de usos, valores e intensidades del suelo.

La singular importancia de la contribución de Mitchell y Rapkin, que hace de su estudio una referencia esencial en la materia, residía en el profundo y detallado análisis realizado sobre la influencia mutua del sistema de transportes y la disposición de los usos del suelo en la ciudad, en su intento por determinar la forma en que la necesidad de movimiento entre establecimientos influye en la distribución de los usos urbanos, considerando que todo establecimiento trata de maximizar su accesibilidad. Lo que es más, identificaron movilidad y estructura espacial como dos aspectos inherentes del mismo problema y valoraron la planificación, dirección y control del cambio en el modelo de uso del suelo, como medio de acción a largo plazo para la planificación del sistema urbano de transportes.

Wilfred Owen invirtió los términos del análisis, afrontando el estudio del problema del transporte urbano de manera renovadora, definiéndolo en gran medida como un efecto de los desequilibrios territoriales, debidos a la falta de planificación de los usos urbanos. Asimismo, realizó una propuesta para la integración de los distintos instrumentos de actuación en materia de movilidad en una estrategia global, dentro de la cual la planificación de los usos del suelo y la construcción de ciudades equilibradas con áreas autosuficientes representaba el argumento más sólido, para acometer una política contra la congestión del tráfico urbano.

Esta idea se recogió como premisa esencial en las principales aportaciones a la literatura sobre los transportes urbanos de los años setenta y ochenta, entre las que cabe destacar las de Javier Valero Calvete<sup>7</sup>; Harry W. Richardson<sup>8</sup>; Edward J. Mishan<sup>9</sup>; Manuel Castells<sup>10</sup>; Renato Rozzi<sup>11</sup>; John Dyckman<sup>12</sup>; John B. McLoughlin<sup>13</sup>; Werner Z. Hirsch<sup>14</sup>; Paolo Ceccarelli<sup>15</sup>; Natalio Díaz<sup>16</sup>; John W. Dickey<sup>17</sup>; Peter W. Daniels y Anthony M. Warnes<sup>18</sup>; Eric Pas<sup>19</sup>; Masahisa Fujita, Paul Krugman y Anthony J. Venables<sup>20</sup>... De este modo, la planificación urbana y territorial terminó por aceptarse definitivamente como instrumento de ordenación de los transportes urbanos.

La necesidad de una planificación integrada del sistema de movilidad y los usos del suelo es la conclusión de mayor importancia que se deriva de los planteamientos previos y se encontraba ya presente en las propuestas teóricas sobre la coordinación de ambos procesos planificadores realizadas por Mitchell y Rapkin, Owen, Valero Calvete, Richardson, Ceccarelli y Rozzi, entre otros, y en la destacable proposición efectuada por Leo Hendrik Klaasen y Jan A. Bourdrez<sup>21</sup> a finales de los setenta sobre la planificación de los transportes como parte de un sistema más amplio de planificación, de una estrategia territorial global. Esta postura ha sido desarrollada durante los años noventa, como pieza emblemática de las propuestas sobre desarrollo urbano sostenible, a cargo de autores como Francis V. Webster y Mira Dasgupta<sup>22</sup>; Alfonso Sanz<sup>23</sup>; Peter Calthorpe y William Fulton<sup>24</sup>; Christian Neuhaus<sup>25</sup>; Michael Bernick y Robert Cervero<sup>26</sup>; Peter Newman y Jeffrey Kenworthy<sup>27</sup>; Roberto

Camagni<sup>28</sup>; Paul N. Balchin, David Isaac y Jean Chen<sup>29</sup>; Hildebrand Frey<sup>30</sup>; Henk Meurs y Rinus Haaijer<sup>31</sup>; Vincent Kaufmann<sup>32</sup>; William Bryans y Simon Nielsen<sup>33</sup>, etc.

Este desarrollo teórico ha favorecido la realización de diversos estudios empíricos sobre la importancia que tiene la planificación urbanística y territorial para la acción en materia de movilidad urbana. Sin embargo, su aplicación práctica en las estrategias de política de transporte urbano ha sido relativamente escasa y su generalización considerablemente tardía. Por citar algunos de los estudios recientes más significativos, cabe hacer mención en primer lugar del conjunto de experiencias internacionales (Tokio, Dortmund, Leeds y Bilbao) que conforma el estudio comparativo realizado por el ISGLUTI (International Study Group on Land Use/Transport Interactions)<sup>34</sup> durante la década de los ochenta y que hacía referencia a las interacciones -desde ambas perspectivas- entre uso del suelo y transporte en el espacio urbano y metropolitano. En una línea similar, aunque orientado a la actuación en materia de planificación urbanística (una mejor coordinación de los hogares, los lugares de trabajo y los equipamientos y demás servicios urbanos), para el control de la movilidad, especialmente de la realizada en automóvil privado, esto es, adoptando un enfoque análogo al propuesto en la presente Tesis, Henk Meurs y Rinus Haaijer<sup>35</sup> llevaron a cabo a finales de los noventa un estudio aplicado al caso holandés.

Asimismo, son muy destacables algunos ejemplos de planificación integrada como el ofrecido por el movimiento de las Transit Villages<sup>36</sup> en Norteamérica (en San Francisco Bay Area, Washington D.C. Post Edge City, Los Angeles, San Diego, New York Commuter Town Revival), Europa (en Estocolmo) y extremo oriente (en Tokio y Singapur), áreas urbanas en gran medida autosuficientes en funciones y conectadas con el resto del agregado metropolitano mediante una eficiente red de transporte público en torno a la cual se configuran. De igual forma, deben señalarse dos iniciativas legislativas como son las Policy Planning Guidance Notes (PPG) británicas<sup>37</sup>, directrices de planificación integrada establecidas a nivel estatal para su aplicación local, y los Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT)<sup>38</sup>, aplicados por Ley como nuevos instrumentos urbanísticos en Francia, con el objeto de ejercer de marco de

referencia, que asegure la coherencia de los documentos sectoriales con los planes locales de urbanismo establecidos a nivel municipal.

Por último, el conjunto de casos prácticos de mayor importancia en estos momentos es el procedente de la reciente y actual política tecnológica de la Unión Europea, recogidos en los Programas Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico, integrados por proyectos de enorme relevancia como TRANSLAND<sup>39</sup>, SESAME<sup>40</sup>, SPARTACUS<sup>41</sup>, TRANSPLUS<sup>42</sup>, PROPOLIS<sup>43</sup>... en los que la planificación integrada de los usos del suelo y los transportes urbanos constituye un medio de acción prioritario, de cara al objetivo de contención de la movilidad motorizada, esencial para la consecución del fin último, el desarrollo urbano sostenible de las ciudades europeas.

En España los estudios empíricos realizados para el análisis de las interrelaciones entre la estructura de usos del suelo y el sistema de transporte urbano han sido minoritarios. Además, esta cuestión fundamental frecuentemente se ha abordado como parte de estudios genéricos sobre la movilidad, orientados a proporcionar una visión global del problema del transporte metropolitano. Tal es el caso, entre otros, de los estudios sobre la movilidad realizados sobre Barcelona por parte de la Direcció de Serveis de Transports<sup>44</sup>, por Doymo, S.A.<sup>45</sup> y por Carmen Miralles Guash<sup>46</sup>; sobre Málaga por el equipo dirigido por José María Otero Moreno<sup>47</sup>; sobre Murcia por José Luis Andrés y Cayetano Espejo<sup>48</sup>; sobre Huelva y Jaén por el equipo dirigido por Juan Millán Rincón<sup>49</sup>; sobre Palma de Mallorca a lo largo del periodo 1960 – 1985 por Joana María Seguí Pons<sup>50</sup> y sobre Madrid por Antonio López Gómez<sup>51</sup>, Estudios Territoriales<sup>52</sup> y Javier Gutiérrez Puebla<sup>53</sup>. No obstante, las principales aportaciones al estudio práctico de la planificación integrada proceden de los mencionados proyectos europeos, por cuanto la cooperación interestatal que los caracteriza, principio de funcionamiento adoptado por la UE, permite el intercambio de experiencias en nuestro entorno más inmediato y su posible aplicación a casos concretos a nivel municipal, metropolitano o regional, encontrándose, además, ciudades como Barcelona o Bilbao frecuentemente entre las entidades territoriales analizadas en dichos proyectos.

A este respecto, esta Tesis, en un marco teórico amplio y con diversas referencias empíricas efectuadas a nivel internacional, aunque no suficientemente generalizadas en el caso español, plantea, en primer lugar, un enfoque del problema de la congestión del tráfico metropolitano -fenómeno espacial que implica la saturación de las vías de desplazamiento- basado exclusivamente en la perspectiva de la movilidad al trabajo, principal causante del mismo, debido a su importancia cuantitativa, su acusada concentración espacial y temporal, su periodicidad diaria y su elevado grado de motorización individual. De este modo, se simplifica el análisis, centrándolo únicamente en dos variables explicativas; la organización física de los usos residenciales y de los empleos de la población, en función de las cuales se estructuran las grandes corrientes de flujos de transporte en el ámbito metropolitano. Se obtiene, además, una función explicativa de la disposición espacial de la movilidad por motivo trabajo, lo que permite ofrecer un modelo de aplicación general, con el que representar la organización de los desplazamientos al trabajo en un marco metropolitano y en un momento del tiempo cualesquiera. De acuerdo con esta afirmación, se entiende que la principal medida de acción, para aliviar el problema de la congestión, debe dirigirse a reducir el número de desplazamientos motorizados por motivo trabajo, así como su concentración espacial, lo cual requiere de una ordenación racional de ambos usos urbanos; esto es, una política que equilibre sus particulares organizaciones espaciales.

Por otro lado, la conclusión derivada del modelo, relativa a la necesidad de desarrollar un proceso de planificación integrada de los transportes y el territorio urbano – metropolitano, como instrumento básico a largo plazo de la política de transporte urbano -aportando líneas de acción concretas- representa, teniendo en cuenta su ausencia en el planeamiento urbanístico español vigente, una cierta ruptura con las iniciativas que se vienen desarrollando en la actualidad, para acometer de manera eficiente el problema de la saturación de nuestras urbes en el futuro. Madrid constituye un caso paradigmático de «conflictividad del transporte metropolitano», no sólo a causa de sus particularidades territoriales (su gran tamaño espacial, demográfico y económico, que hacen de ella el principal agregado metropolitano del

país, su acusada dicotomía centro-periferia, su desequilibrado mercado inmobiliario, etc.), sino también por disponer de oportunidades, para elaborar un planteamiento planificador de la índole referida -representadas por el Plan Regional de Estrategia Territorial (PRET)-, pero que hasta ahora han sido continuamente desaprovechadas. De este modo, los resultados de esta Tesis, aparte de por la importancia intrínseca que tiene el análisis del principal caso de congestión diaria del tráfico metropolitano en España, aportan una visión crítica, que es necesaria en el debate socioeconómico regional en materia de tráfico urbano.

Partiendo, por tanto, de la hipótesis formulada, según la cual el esquema territorial de la movilidad al trabajo y -habida cuenta de su importancia cuantitativa y cualitativa sobre el conjunto de desplazamientos efectuados- del sistema de transporte metropolitano, puede explicarse mediante la estructura de usos residenciales y de empleo sobre el territorio, se ha planteado como objetivo central verificar tal relación y encontrar un modelo que represente dicha función explicativa y, en consecuencia, llamar la atención sobre la necesidad de desarrollar una línea de acción en materia de planificación urbana, como instrumento a largo plazo para «calmar»<sup>i</sup> el tráfico que satura la región metropolitana de Madrid. El análisis planteado, cuyas principales conclusiones se recogen a continuación, se ha realizado a partir de los datos procedentes de las encuestas de movilidad efectuadas por el Consorcio de Transportes de Madrid en 1988 y 1996. Tras centrarse en un primer momento de manera individualizada en la estructura territorial de los usos residenciales y de actividad económica y en la configuración espacial de los desplazamientos al trabajo, se ha orientado, a continuación, a la explicación de ésta a través de aquélla. Para ello, se ha combinado una aplicación gráfica de los principales indicadores utilizados, que resulta altamente ilustrativa de la situación descrita y una herramienta econométrica, con la que determinar el modelo de aplicación genérica.

---

<sup>i</sup> Término generalmente empleado en términos de diseño urbano, fundamentalmente con relación al viario, para mejorar la habitabilidad de zonas urbanas concretas, pero que puede generalizarse al conjunto del agregado metropolitano y a una acción global de planificación urbanística.

En el continuo proceso de interdependencia existente entre la estructura de usos urbanos y la organización espacial de la movilidad, la disposición de las distintas funciones sociales sobre el territorio, que se plasma en un marco específico de usos del suelo, genera un esquema concreto de desplazamientos, como consecuencia de la necesidad de satisfacer las relaciones que justifican y vinculan dichas funciones, caracterizadas por su mayor o menor grado de disociación geográfica. De este modo, la indispensable función social de trabajar obliga a desplazarse diariamente a todas aquellas personas que desempeñan una actividad laboral, a causa de la separación física de los espacios residenciales y los centros de empleo. Cuanto mayor sea ésta en términos generales, más numerosos, heterogéneos y complejos serán los flujos de transporte resultantes y mayor componente motorizada tendrán, conformando en su conjunto un sistema de movilidad difícil de gestionar.

La característica principal que ha definido la estructura de usos residenciales y de trabajo en el espacio metropolitano madrileño, durante las dos últimas décadas, ha sido, precisamente, la creciente segregación funcional de unos y otros. Así, a lo largo de una fase caracterizada por la consolidación de la terciarización de la economía nacional y por la masiva afluencia de capitales extranjeros, ha tenido lugar la concentración de la mayor parte de puestos de empleo en las áreas centrales del municipio de Madrid. Paralelamente, fruto del mismo proceso, la elevación generalizada de los precios del suelo y los inmuebles en las áreas centrales, la presión sobre los espacios vacantes en las mismas por parte de los usos terciarios y la saturación y degradación ambiental de las zonas céntricas de la capital, han impulsado la descentralización de la función residencial, de manera que las zonas de la periferia y, especialmente, la corona metropolitana han cobrado una creciente importancia como áreas residenciales, absorbiendo grandes contingentes de población, en detrimento de la Almendra Central.

La imagen resultante de la región metropolitana de Madrid destaca por la división funcional del espacio en «zonas especializadas», con una escasa capacidad general de autosuficiencia. El rasgo más significativo es la acusada dualidad centro –



periferia, de tal manera que el área central se encuentra fuertemente terciarizada, con un exceso de puestos de trabajo en relación a la población ocupada residente, en tanto que en los sectores exteriores el peso de la población que realiza una actividad laboral es desproporcionado para el número de empleos ubicados. El resultado lógico es la elevada dependencia del conjunto del agregado metropolitano respecto del centro urbano, la Almendra central del municipio de Madrid. Esta situación se encuentra, además, reforzada por un claro desequilibrio entre las zonas externas del Sur-Este y las del Norte-Oeste, sustentado en elementos sociales, económicos, medioambientales, urbanísticos..., hecho que añade matices significativos diferenciadores de la estructura de movilidad al trabajo en unas y otras.

El patrón de desplazamientos por motivo trabajo está, en consecuencia, organizado a grandes rasgos de forma radial, produciéndose mayoritariamente una corriente centrípeta de flujos en las horas de acceso a los centros de trabajo e, inversamente, centrifuga al finalizar la jornada laboral cotidiana. Por tanto, la movilidad al trabajo acusa en la región metropolitana de Madrid un elevado grado de concentración espacial, soportada por las distintas vías de acceso a la Almendra Central desde la corona metropolitana, atravesando la periferia de la capital. A esta característica, debe sumarse la concentración temporal de los desplazamientos en horas punta de entrada y salida, marcadas por la duración de la jornada de trabajo, establecida mayoritariamente de manera homogénea. Asimismo, es destacable la recurrente periodicidad con que tienen lugar estos viajes, efectuándose, en términos generales, de lunes a viernes a lo largo de todo el año, con la excepción de los tradicionales periodos vacacionales. Si a todo esto se añade el elevado grado de utilización del vehículo propio, en comparación con la totalidad de movimientos, independientemente de la razón que los motive, proporción que puede cifrarse en torno al doble, se puede deducir la capacidad congestiva del sistema de transporte que tiene la movilidad por motivo trabajo, hasta el extremo que puede considerarse a la misma como principal responsable del atasco cotidiano del sistema viario madrileño, con las diversas disfunciones socioeconómicas, medioambientales y sanitarias que de ello se derivan.

El análisis efectuado de los datos del año 1988, pone de relieve el desequilibrio espacial de los usos residenciales y de actividad económica en el agregado metropolitano madrileño, de manera que tan sólo la Almendra Central y el sector Oeste de la periferia manifestaban un carácter «laboral», por concentrar un número de puestos de trabajo casi doble al de ocupados residentes. La entidad del área central del municipio de Madrid como espacio laboral era tal, que agrupaba el 46,5% del total de empleos existentes en la región metropolitana. El resto de sectores metropolitanos, por el contrario, se mostraban como áreas «residenciales», debido al predominio de la población ocupada respecto de los puestos de trabajo localizados. De entre las zonas de tipo «residencial», los sectores del Este y Oeste de la corona metropolitana se aproximaban a una situación de equilibrio, ya que los valores alcanzados por ambas variables se encontraban relativamente próximos, en tanto que el Sur de la periferia y de la corona metropolitana acusaban los mayores déficit de empleos en relación al volumen de población ocupada residente, con prácticamente un puesto de trabajo por cada dos ocupados.

El esquema de desplazamientos al trabajo, resultante de esta organización espacial de los usos residenciales (población ocupada por lugar de residencia) y de empleo (puestos de trabajo por lugar de localización), destacaba por la centralización territorial de los «polos de atracción» de viajes, unidades espaciales que atraen más flujos de los que generan. Así, únicamente podían considerarse como tales la Almendra Central y la periferia Oeste, que captaban del orden de dos desplazamientos por cada uno generado. De manera individual, aquélla atraía el 47% de los viajes al trabajo efectuados en la región metropolitana. Por su parte, las «zonas de generación» de desplazamientos por motivo trabajo abarcaban el conjunto de la corona metropolitana y el resto de la periferia de la capital, circundando los «polos de atracción», de los que dependían a efectos laborales. A este respecto, los desequilibrios más acusados tenían lugar en la corona metropolitana Sur y en los sectores del Sur y Este de la periferia, donde los viajes atraídos eran casi la mitad de los generados. Sin embargo, el Oeste y Este de la corona metropolitana se encontraban en una situación muy próxima al equilibrio en la generación y atracción de flujos por motivo trabajo.

Realizando el análisis con la información disponible para el año 1996, se observa a grandes rasgos una situación similar a la descrita para 1988, con la Almendra Central y la periferia Oeste como únicos sectores de «carácter laboral». Sin embargo, en el transcurso de estos ocho años, tuvo lugar un proceso de descentralización de los usos de actividad económica, de forma paralela al experimentado por los usos residenciales, el cual venía produciéndose de manera continuada desde dos décadas antes. En términos comparativos, la circunstancia más significativa consistió en el mayor dinamismo observado en la deslocalización hacia zonas exteriores de los puestos de trabajo. De este modo, el crecimiento relativo del número de empleos fue superior al del volumen de ocupados residentes en todos los sectores de la periferia y la corona metropolitana, con la excepción de la zona Oeste de ésta última, en la que, a causa del auge residencial experimentado durante dicho periodo, el importante volumen de empleos captados no pudo superar al de nuevos residentes ocupados. Los serios problemas de saturación y contaminación, así como los desproporcionados precios inmobiliarios y la carestía de espacio vacante, especialmente para el desarrollo de nuevos espacios productivos modernos, comenzaron a contrarrestar sustancialmente las ventajas de la localización central de los usos terciarios. Esto, unido a las nuevas pautas observadas en las decisiones de localización empresarial, en las que primaban aspectos de corte cualitativo como la existencia de un entorno natural y urbano de calidad, la proximidad a centros de conocimiento, la ubicación en espacios integrados de actividades terciarias avanzadas..., y a las actuaciones emprendidas por la administración madrileña para la creación de empleo en las zonas de la periferia y la corona metropolitana, favoreció la atracción de usos de actividad económica por parte de las mismas, dando lugar al fenómeno descentralizador de los empleos referido.

Ello supuso una moderación general del «carácter residencial» de los diferentes espacios de la periferia del municipio de Madrid y del cinturón metropolitano, reflejado en el aumento del valor alcanzado por la relación empleos / población ocupada residente en todas las zonas, a excepción, como se ha dicho, del Oeste de la corona metropolitana. No obstante, este fenómeno, que muestra cierta tendencia al equilibrio en las respectivas estructuras internas de usos urbanos, se manifestó realmente activo sólo en espacios muy concretos; esto es, en el Norte de la periferia y de la corona

metropolitana, que alcanzaron una situación ejemplar, con casi tantos puestos de trabajo como ocupados residentes. Por el contrario, el sector Oeste de la corona metropolitana retrocedió de un estado próximo al equilibrio, a presentar un marcado carácter «residencial», fruto de la mencionada expansión del mercado de vivienda sufrida por los municipios del eje de la Carretera de La Coruña, que contrarrestó de largo el que fuera el proceso de localización de empleo más importante en términos relativos, de cuantos tuvieron lugar en la Comunidad de Madrid en el periodo considerado.

En cualquier caso, se pone de manifiesto el carácter selectivo de la descentralización de actividades económicas, especialmente las relativas a los sectores terciarios más avanzados y modernos, hacia los espacios exteriores de mayor calidad, ubicados en las áreas del Norte y el Oeste, quedando los sectores del Sur y el Este en un segundo plano y frecuentemente reservado a actividades industriales, comerciales y logísticas.

Además, los dos espacios de «condición laboral», la Almendra Central y la periferia Oeste, experimentaron entre 1988 y 1996, aunque en menor medida que el resto del espacio metropolitano, un aumento del número de puestos de trabajo localizados. En la periferia Oeste el número de empleos creció por encima de los ocupados residentes. En la Almendra Central la población ocupada residente incluso se redujo, siendo el único sector metropolitano en que no aumentó este colectivo social en el periodo considerado. En 1996, esta zona disfrutaba de algo más de dos puestos de empleo por cada trabajador residente. A pesar de todos los factores negativos para la actividad empresarial, debidos a la centralidad, la Almendra Central de Madrid conservaba, aunque mermada, la capacidad de atracción de nuevos usos de actividad económica, manteniendo prácticamente intacta la estructura productiva existente en su interior, sin haberse dado ningún proceso significativo de sustitución de usos terciarios por residenciales. Por el contrario, el proceso de pérdida de población -debido a los desproporcionados precios inmobiliarios, la escasez de espacio vacante para edificar, la inadecuación funcional de gran parte del parque edificado, el envejecimiento de la población y la pérdida en la calidad de vida de los residentes, derivada de la congestión, la contaminación y la degradación del entorno

urbano- se aceleró, afectando a todos los grupos de población, incluyendo lógicamente a los que realizan cotidianamente una actividad laboral. De este modo, se acentuó la cualidad de «espacio laboral» del principal centro de concentración de puestos de trabajo de la región metropolitana de Madrid, incrementándose su cociente empleos / población ocupada residente.

En definitiva, considerando el conjunto del agregado metropolitano madrileño, la positiva situación de atenuación del desequilibrio de tipo residencial de las zonas de la periferia y la corona metropolitana, se vio contrarrestada por el agravamiento del desequilibrio laboral de las áreas centrales de la capital. Contrastando ambos fenómenos, en 1996 se puede apreciar una absoluta continuidad del desequilibrio observado en la organización espacial de los usos residenciales y de empleo en la región metropolitana de Madrid ocho años antes. La estructura global del parque residencial y de actividades económicas apenas había variado. Si en 1988, el cociente empleos / población ocupada residente de la Almendra Central (1,961) era igual a 2,968 veces la media ponderada por el número de empleos ubicados (0,661) de los respectivos cocientes del conjunto de sectores de carácter residencial y equilibrado, en 1996 el valor de esta relación era igual a 2,914 (2,107 para la Almendra Central; 0,723 para el conjunto de sectores residenciales o equilibrados, de media ponderada), variación que representa una escasa reducción del 1,8% en ocho años. No puede pensarse, por tanto, en un avance hacia el equilibrio (en la que dicha relación alcanzaría un valor próximo a la unidad) en un plazo que no sea excesivamente largo, en tanto no se proceda a un intenso proceso de recuperación de la función residencial en las áreas centrales, sustituyendo usos terciarios por viviendas, y se intensifique el patrón de descentralización de las actividades económicas, reduciéndose las densidades laborales en la Almendra Central e incrementándose en mayor medida el número de empleos existentes que el volumen de ocupados residentes en la corona metropolitana en términos absolutos, no sólo relativos.

La distribución espacial de los desplazamientos por motivo trabajo, articulada sobre esta estructura de usos urbanos residenciales y de empleo, no acusaba,

consiguientemente, diferencias destacables respecto de la observada en 1988. La leve tendencia generalizada al equilibrio en la atracción y generación de viajes al trabajo, ocurrida en todos los sectores definidos como «áreas de generación», salvo en el sector Este y, en especial, el Oeste de la corona metropolitana, se vio compensada por la acentuación del desequilibrio de los «polos de atracción» de este tipo de desplazamientos, esto es, la periferia Oeste y sobre todo la Almendra Central. Únicamente el Norte de la corona metropolitana y, en menor medida, la periferia Norte disfrutaban en 1996 de una situación equilibrada, con un cociente viajes atraídos / viajes generados próximo a la unidad, avanzando desde una clara posición como zonas de generación, más aguda en el sector periférico. El caso opuesto es el señalado del Oeste y el Este de la corona metropolitana que, de mostrarse como las dos unidades espaciales más equilibradas en 1988, evolucionaron en 1996 a una situación de desequilibrio de tipo generador, de manera apenas perceptible en el caso de la segunda y muy notable en el de la primera.

Valorando, por tanto, la estructura general de la movilidad al trabajo en la región metropolitana de Madrid en el año 1996, se aprecia una absoluta continuidad de la disparidad espacial existente en la generación y atracción de viajes, respecto de la situación observada en 1988. Así, mientras en este año, el cociente atracciones / generaciones de la Almendra Central (1,885) superaba en 2,729 veces la media -ponderada según la capacidad de atracción- de los cocientes del conjunto de áreas definidas como generadoras y equilibradas (0,691), en 1996 esta relación tomaba un valor igual a 2,780 (2,045 de la Almendra Central; 0,736 para el conjunto de unidades de generación o equilibradas), lo que implica un crecimiento del desequilibrio, dígame así, del 1,9% en ocho años. Lo más importante consiste en que, lejos de mostrarse un avance hacia un comportamiento equilibrado del agregado metropolitano en su conjunto o, al menos, apuntarse ciertos signos de cambio, el esquema de desplazamientos por motivo trabajo era similar en 1996 al de 1988, presentando desequilibrios de idéntica entidad.

Además, en términos absolutos, lo que viene representado por el saldo atracciones – generaciones, se incrementaron los «desequilibrios generadores» de los

principales sectores de la corona metropolitana (Sur, Este y Oeste), lo que amortiguó significativamente la positiva evolución hacia el equilibrio en términos relativos, mostrada por sus respectivos cocientes atracciones / generaciones.

Es importante añadir, asimismo, que los sectores de la periferia y la corona metropolitana con mayor peso demográfico, situados en el eje Sur y en menor medida Este, son los que mayores déficit de viajes atraídos presentaban, con cocientes desplazamientos atraídos / desplazamientos generados, por tanto, más reducidos, acusando la dependencia más significativa a efectos laborales respecto del área central del municipio de Madrid. De ello, se deduce la trascendencia, en relación al volumen de población afectada, que tenía este desequilibrio, representado por grandes corrientes de desplazamientos en dicho sentido.

La Almendra Central en 1996 atraía menos desplazamientos por motivo trabajo que en 1988, pero su capacidad generadora se había reducido en mayor medida, hecho por el cual su cociente atracciones / generaciones se incrementó. Respecto de esta disminución de viajes atraídos por la Almendra Central, debe señalarse que ello tuvo lugar por la reducción de los efectuados en transporte público, andando y en «otros modos», en tanto que los realizados en vehículo privado crecieron un 5,3%. De esta forma, la participación del automóvil, sobre el total de flujos al trabajo captados por el área central del municipio de Madrid, pasó del 32,6% al 35,6%. En consecuencia, en 1996 accedían más vehículos propios al reducido espacio que conforma la Almendra madrileña. Este hecho se desarrolló en el marco de un proceso de masiva motorización privada de la población en los desplazamientos por motivo trabajo, pues el número de viajes efectuados en automóvil dentro del agregado metropolitano madrileño creció un 34% entre 1988 y 1996, cifra realmente elevada, en comparación con el 13,8% de incremento experimentado por el total de flujos al trabajo, especialmente cuando los realizados en medios de transporte público sólo crecieron un 8,3% y disminuyeron un 4,8% los peatonales.

Esta circunstancia pone de relieve, por tanto, el agravamiento experimentado por la situación del tráfico cotidiano en la región metropolitana de Madrid, elevándose el nivel de congestión, a causa del incremento del volumen de viajes realizados en automóvil y de la continuidad en la elevada concentración de desplazamientos en las áreas centrales y en los accesos a las mismas.

A este respecto, los mayores flujos atraídos por la Almendra Central procedían del Sur y Este de la periferia y del Sur y Oeste de la corona metropolitana, dando lugar a los mayores colapsos circulatorios que se producían –y siguen produciéndose– en Madrid, saturando las principales vías de acceso, los cinturones que las interconectan (M-40, M-30) y el viario interno de la ciudad. Además, la creación de empleo en los sectores de mayor peso demográfico de la periferia y, sobre todo, de la corona metropolitana, permitió consolidar grandes corrientes de desplazamientos internos -a nivel de sector- en vehículo propio, lo que por otra parte refleja la deficiente dotación interna de servicios de transporte público, completando la marcada estructura radial con una disposición transversal subyacente de creciente importancia. De esta manera, la congestión del tráfico fue expandiéndose sobre el espacio metropolitano, saturando nuevos trayectos en los desplazamientos diarios al trabajo.

El razonamiento teórico expuesto, según el cual, la disposición espacial de los viajes efectuados, para satisfacer la función social que constituye el trabajo, se configura en función de la estructura de usos residenciales y de empleo -que son la expresión territorial de las facetas como «ser morador» y «ser productivo» del trabajador, las cuales necesariamente son puestas en relación de forma cotidiana, para la realización de dicha actividad social-, se ve corroborado por el resultado del análisis realizado en la región metropolitana de Madrid. Según se ha visto, se pueden identificar, en las dos fechas consideradas, 1988 y 1996, las áreas de concentración residencial como zonas de generación de viajes al trabajo y los sectores de carácter predominantemente laboral como polos de atracción de estos desplazamientos. De igual modo, las unidades espaciales equilibradas en usos residenciales y laborales, lo eran también en cuanto a viajes al trabajo generados y atraídos. Esta relación de



dependencia se ha ilustrado con exactitud mediante una representación gráfica para los distintos sectores en que se divide el espacio analizado. Asimismo, los cambios que tuvieron lugar entre 1988 y 1996 en la organización territorial de ambos usos urbanos, se plasmaron con exactitud en el esquema espacial de la movilidad por motivo trabajo, aunque la continuidad de los desequilibrios advertidos en el agregado metropolitano en 1988, fue la característica más significativa de la situación observada en el mismo en 1996.

La necesidad de reafirmar tales conclusiones con una herramienta metodológica fiable y rigurosa, así como de conseguir, de alguna manera, modelizar la estructura espacial de la movilidad al trabajo, como función de la organización física de los usos urbanos de empleo y residencia, de modo que sea de aplicación general, ha llevado a efectuar un análisis de regresión, en el que, para la explicación de aquélla, se han tenido en cuenta diversas variables, aparte de la propia disposición de dichos usos del suelo sobre el territorio, empleándose un nivel de desagregación municipal y, dentro del municipio de Madrid, por distritos. El modelo resultante, lineal, óptimo e insesgado, formula la estimación del marco espacial de la movilidad al trabajo exclusivamente a partir de la estructura urbana de los centros de trabajo y los lugares de residencia de la población ocupada en ambas fechas, es decir, con los valores obtenidos en 1988 y en 1996. Mediante el mismo, se puede explicar la práctica totalidad (94 – 95%) del esquema geográfico de desplazamientos por motivo trabajo, resultado que concuerda con el análisis gráfico de las variables realizado a nivel de sectores y con la lógica teórica en la que el mismo se inspira. A la vista de ello, puede afirmarse, o más bien reafirmarse, que la organización espacial de los usos residenciales y de actividad económica determina la estructura de flujos de transporte al trabajo que entre ambos se produce y, por lo tanto, teniendo en cuenta la importancia de la movilidad por motivo trabajo en el conjunto del sistema de transporte metropolitano, que la ordenación planificada de los usos urbanos constituye un instrumento de acción indispensable para la intervención sobre el mismo.

El modelo obtenido queda formulado como  $Y_i = 0,0515 + 0,923 X_{1i}$ ; siendo  $Y_i$  la estimación realizada de la variable dependiente, la disposición de la movilidad

al trabajo sobre el territorio metropolitano, representada por el cociente entre los viajes atraídos y los generados por cada unidad espacial considerada, y  $X_{1i}$  la variable independiente empleada, esto es, la estructura espacial de usos residenciales y de empleo, representada, a su vez, por el cociente entre el número de puestos de trabajo y el volumen de ocupados residentes en cada entidad territorial. Así, conociendo el valor del cociente entre empleos y población ocupada residente en una unidad espacial en un momento concreto, puede aproximarse el valor que adopta en la misma el cociente entre viajes atraídos y generados al trabajo y, realizando este procedimiento para el conjunto de unidades en que se quiera dividir un área específica, caso de la región metropolitana de Madrid, puede obtenerse una imagen precisa del esquema general de desplazamientos al trabajo en ésta, hecho del que pueden derivarse importantes conclusiones sobre el funcionamiento del sistema metropolitano de transportes.

Ello permite realizar un ejercicio de actualización de la situación de la movilidad por motivo trabajo en el agregado metropolitano madrileño, a pesar del gran inconveniente que constituye el no disponer de la información sobre empleos ubicados y ocupados residentes -con la que se elabora el cociente empleado como variable independiente en el modelo- para el nivel de desagregación necesario (a nivel de municipios/distritos, o, al menos, de sectores o, en último extremo, de coronas), con posterioridad a 1996. Para salvar este obstáculo, se ha hecho uso de terceras variables con un elevado grado de correlación con las empleadas en la construcción de la variable independiente; por un lado, los empleos desempeñados por cuenta ajena, o por cuenta propia bajo forma societaria, en actividades realizadas en un local y, por otro, la población total, disponiéndose de datos de ambas, para los distintos municipios metropolitanos y los diversos distritos de la capital, para el año 2001.

Los resultados obtenidos aplicando el modelo, con las limitaciones que impone el uso de terceras variables, muestran, sin embargo, una similitud lógica con los observados en 1988 y 1996, no apreciándose diferencias significativas que hicieran dudar de su fiabilidad. El aspecto más destacable sería la continuidad de los

desequilibrios puestos de manifiesto previamente, persistiendo la Almendra Central y, en menor medida, la periferia Oeste como polos de atracción de desplazamientos al trabajo y habiéndose constituido también como tal la corona metropolitana Norte, que ya había mostrado entre 1988 y 1996 su clara tendencia al equilibrio, desde una postura típicamente generadora, pudiendo encontrar en la dinámica localización de actividades terciarias e industriales en los nuevos desarrollos urbanos de Alcobendas, San Sebastián de los Reyes y Tres Cantos la principal justificación de este fenómeno. La Almendra Central incluso habría acentuado levemente su capacidad de atracción respecto de la situación observada en 1996, mientras que se habría amortiguado considerablemente en la periferia Oeste, mostrando una cierta tendencia al equilibrio, motivada en el impulso residencial experimentado en zonas de Aravaca durante el auge constructor del periodo 1998-2001.

Por el contrario, las principales áreas de generación de viajes al trabajo habrían acusado una agudización de sus respectivos desequilibrios de tipo generador, especialmente significativa en la periferia Sur y en la corona metropolitana Oeste. Persistirían como zonas equilibradas el Norte de la periferia y el Este de la corona metropolitana, mientras que la periferia Este mostraría una clara tendencia al equilibrio, aumentando su capacidad de atracción de viajes al trabajo, gracias al desarrollo de áreas de actividad económica de la importancia del Campo de las Naciones.

De cara a la necesaria acción técnica y política en materia de transporte urbano, en referencia al espacio metropolitano madrileño, si bien aplicable al caso de cualquier otra aglomeración urbana, el aspecto fundamental, que intrínsecamente se deriva de la aplicación del modelo propuesto, es la capacidad de estimar en un momento concreto del tiempo la configuración espacial de la movilidad al trabajo, a través de los datos conocidos sobre la estructura de los usos de residencia y empleo, así como de prever el futuro marco territorial de desplazamientos por motivo trabajo, con base en las perspectivas planteadas respecto de la organización de dichos usos urbanos. En este sentido, una decidida actuación de planificación urbanística, que determinase la ordenación de las áreas residenciales y los centros de empleo,

ofrecería las garantías necesarias, para la realización de una previsión sólida y rigurosa del sistema de transporte urbano en un horizonte a largo plazo.

Los importantes desequilibrios espaciales observados en la organización de la movilidad por motivo trabajo, debidos a la desigual distribución espacial de los usos de actividad económica y de residencia y que, en definitiva, constituyen la principal causa explicativa de la congestión del tráfico, son además, como se ha comentado, matizados por diversos aspectos relativos a las profundas desigualdades socioeconómicas, culturales, urbanísticas, ambientales... que caracterizan el territorio madrileño, en cuanto a la densidad de población, el nivel de renta, el tamaño medio de los hogares, la composición por edades de la población, las características del parque residencial, la distribución por sectores de actividad de la población ocupada, la disponibilidad de servicios de transporte público, el grado de motorización de la población, etc. La valoración de todas estas características complementarias, para lo cual se ha hecho uso de la técnica de análisis de conglomerados, según los métodos jerárquico y no jerárquico, ha permitido precisar una estructura por sectores y coronas de dichos desequilibrios, observándose importantes disparidades entre las zonas del Sur-Este y las del Norte-Oeste, así como entre el área central, la periferia y la corona metropolitana.

Por todo ello, la estrategia de planificación territorial, que representa una herramienta esencial en la ordenación del sistema metropolitano de transportes, debiera dirigirse a la construcción de un espacio metropolitano equilibrado, potenciando una organización armónica de los usos urbanos, especialmente los residenciales y de empleo, en el seno de cada unidad espacial que lo integra, de manera que se asegurara una mayor autosuficiencia de las mismas. De esta organización espacial, se derivaría consecuentemente una contención de la demanda de movilidad y de las distancias recorridas en los desplazamientos, así como una mayor diversidad espacial de las grandes corrientes de flujos metropolitanos, esto es, una distribución más dispersa, menos concentrada.

En este sentido, el principal planteamiento consistiría en el desarrollo de una propuesta de acción integrada en la planificación de los usos urbanos y el sistema de transporte, que adoptara una perspectiva estratégica -favoreciendo un crecimiento urbano guiado por el principio de eficiencia- y sostenible -impulsando un desarrollo urbano equitativo y respetuoso con el entorno- en un marco supramunicipal, es decir, a nivel del agregado metropolitano o incluso del conjunto regional. Ello requeriría de un decidido cambio, respecto del concepto de planeamiento urbanístico vigente, así como del impulso de nuevos instrumentos de planificación apenas desarrollados, como es el caso del Plan Regional de Estrategia Territorial de la Comunidad de Madrid (PRET), que constituiría una excelente oportunidad de poner en práctica una estrategia global para la ordenación general del territorio autonómico madrileño.

Los pilares de esta estrategia de planificación integrada, de cara a racionalizar la estructura espacial de la movilidad en el seno de la región metropolitana de Madrid, a través de medidas de acción en materia de planificación urbanística, serían el control del precio del suelo y su armonización a nivel espacial, la descentralización decidida de los usos de actividad económica terciaria y la constitución de subcentros metropolitanos en zonas estratégicas de la periferia y la corona metropolitana y, por último, una planificación del espacio liberada de las rigideces de los planteamientos funcionalistas establecidos, que desarrollase nuevos sectores urbanos autosuficientes en funciones urbanas y promoviese una estructura menos zonificada de la ciudad consolidada.

Del análisis de los principales instrumentos de planificación urbanístico – territorial y del sistema metropolitano de transportes, actualmente vigentes en la Comunidad de Madrid, puede constatarse su descoordinación, la contradicción de sus principios y objetivos planteados con las medidas de acción instrumentadas y la falta de flexibilidad de la normativa reguladora.

El PRET se encuentra estancado en su proceso de desarrollo parlamentario para ser aprobado como instrumento de planificación regional con rango de ley en sus determinaciones generales y de decreto en el resto de sus contenidos. El Plan

General de Ordenación Urbana (PGOU) de Madrid de 1997, principal herramienta de planificación urbanística municipal de la Comunidad de Madrid, que adopta un pretendido enfoque metropolitano, encubre, sin embargo, una clara postura competitiva de Madrid con los grandes municipios de la corona metropolitana, con el firme propósito de recobrar la entidad del «gran Madrid», como reacción a la pérdida de población del municipio. Para ello, ha planteado enormes desarrollos urbanos, esencialmente residenciales, en las zonas de la periferia, olvidando, por el contrario, la necesaria recuperación de la función residencial en la Almendra Central mediante el impulso de actuaciones de rehabilitación integral, adaptación funcional y puesta en el mercado del parque edificado desocupado. La ciudad resultante del PGOU de Madrid estaría aquejada de las mismas disfunciones que en la actualidad, aunque agravadas, tanto individualmente, en su interior, como globalmente, en el seno de la región metropolitana.

Por otro lado, el nuevo esquema viario de carreteras adoptado, articulado en torno a las Autopistas radiales de peaje (R-2, R-3, R-4 y R-5) y la autovía de circunvalación M-50, potencia el crecimiento centrífugo del agregado metropolitano hacia zonas de la corona regional de la Comunidad de Madrid e incluso hacia municipios próximos de provincias limítrofes, al consolidar un modelo espacial de movilidad basado en grandes ejes radiales y sucesivos cinturones de gran capacidad. El beneficio que podría suponer la difusión de centralidad, acometida con una actuación como la M-50, se vería contrarrestado por las consecuencias del modelo de autopistas radiales, que vendría a incidir de nuevo en la dependencia de las zonas externas respecto del municipio de Madrid.

Por tanto, las verdaderas oportunidades que parecen ofrecerse, de cara a desarrollar una propuesta estratégica de esta índole, como principal línea de actuación a largo plazo en materia de transporte metropolitano -debidamente complementada por otras a corto y medio plazo relativas al fomento del transporte público, el control del uso indiscriminado del automóvil, la gestión de la circulación y el estacionamiento y la educación de los futuros usuarios del sistema metropolitano de transportes-, provienen de las formulaciones de la Unión Europea sobre el *Marco*

comunitario de cooperación para el desarrollo sostenible en el medio urbano y, en relación con el mismo, de los distintos proyectos que se vienen realizando de forma continuada en materia de planificación integrada de los usos del suelo y el sistema de transporte urbano, como parte de los programas marco comunitarios de investigación y desarrollo tecnológico, especialmente habida cuenta del principio de *transferencia o diseminación de los resultados* que inspira los proyectos desarrollados en el seno de los mismos.

---

<sup>1</sup> HERBERT, J.D. & STEVENS, B.H. (1960): «A model for the distribution of residential activity in urban areas». *Journal of Regional Science*, Vol. 2, nº 2, 21-36. Ed. Ed. Regional Science Research Institute; Amherst (Massachusetts).

<sup>2</sup> WINGO, L. (1961): *Transportation and urban land*. Ed. Resources for the Future; Washington D.C.

<sup>3</sup> ALONSO, W. (1964): *Location and Land Use*. Ed. Harvard University Press; Cambridge (Massachusetts).

<sup>4</sup> MUTH, R.F. (1969): *Cities and Housing*. Ed. Chicago University Press; Chicago.

<sup>5</sup> MITCHELL, R.B. & RAPKIN, C. (1954): *Urban traffic, a function of land use*. Ed. Columbia University Press; New York.

<sup>6</sup> OWEN, W. (1966): *The metropolitan transportation problem*. Ed. The Brookings Institution; Washington D.C. (Columbia). 2ª Edición revisada del original editado en 1956 por The Brookings Institution; Washington D.C. / --- (1972) *The accesible city*. Ed. The Brookings Institution; Washington D.C.

<sup>7</sup> VALERO CALVETE, J. (1970): *Transportes urbanos*. Ed. Editorial Dossat, S.A.; Madrid.

<sup>8</sup> RICHARDSON, H.W. (1971): *Urban economics*. Ed. Penguin Books, Ltd.; Harmondsworth (Middlesex). / --- (1977) «On the possibility of positive rent gradients». *Journal of Urban Economics*, Vol. 4, nº 1, 60-68. Ed. Academic Press; New York / --- (1977) *The new urban economics: and alternatives*. Ed. Pion Ltd.; London.

<sup>9</sup> MISHAN, E.J. (1969): *The costs of economic growth*. Ed. Penguin Books, Ltd.; Harmondsworth (Middlesex).

<sup>10</sup> CASTELLS, M. (1972): *La question urbaine*. Ed. Francois Maspero; Paris.

<sup>11</sup> ROZZI, R. (1968): «I Fattori determinanti del traffico: apporti ed orientamenti recenti» en CECCARELLI, P., GABRIELLI, B. & ROZZI, R. (Compil.): *Traffico urbano: che fare? Problemi e soluzioni nell'esperienza degli Stati Uniti, dell'Inghilterra, della Francia, e dell'Italia*, 83-102. Ed. Marsilio Editori; Padova.

<sup>12</sup> DYCKMAN, J.W. (1968): «Transportation in cities» en CECCARELLI, P., GABRIELLI, B. & ROZZI, R. (Compil.): *Traffico urbano: che fare? Problemi e soluzioni nell'esperienza degli Stati Uniti, dell'Inghilterra, della Francia e dell'Italia*, 3-25. Ed. Marsilio Editori; Padova.

<sup>13</sup> MCLOUGHLIN, J.B. (1969): *Urban and regional planning: a systems approach*. Ed. Faber; London.

<sup>14</sup> HIRSH, W.Z. (1973): *Urban economics analysis*. Ed. McGraw-Hill Book Company; New York.

- <sup>15</sup> CECCARELLI, P. (1971): «Nota preliminar» en CECCARELLI, P., GABRIELLI, B. & ROZZI, R. (Compil.): *Traffico urbano: che fare? Problemi e soluzioni nell'esperienza degli Stati Uniti, dell'Inghilterra, della Francia, e dell'Italia*, xiii-xxxv. Ed. Marsilio Editori; Padova.
- <sup>16</sup> DÍAZ, N. (1977): «Alternativas al transporte y modelo territorial». *Revista Información Comercial Española*, nº 51, 118-126. Ed. Ministerio de Comercio; Madrid.
- <sup>17</sup> DICKEY, J.W. (1975) *Metropolitan transportation planning*. Ed. McGraw-Hill Book Company; New York.
- <sup>18</sup> DANIELS, P.W. & WARNES, A.M. (1980): *Movement in cities: spatial perspectives on urban transport and travel*. Ed. Methuen; London.
- <sup>19</sup> PAS, E. (1986): «The urban transportation planning process» en HANSON, S. (Edit.): *The Geography of Urban Transportation*, 49-70. Ed. The Guilford Press; New York.
- <sup>20</sup> FUJITA, M, KRUGMAN, P. & VENABLES, A. (1999): *The Spatial economy. Cities, regions and international trade*. Ed. The MIT Press; Cambridge (Massachusetts).
- <sup>21</sup> KLAASEN, L.H. & BOURDREZ, J.A. (1979): «Integrated transport planning» en BLONK, W.A.G. (Edit.): *Transport and regional development, an international handbook*, 63-77. Ed. Gower Publishing Co. Lmted; Aldershot, Hampshire. Reimpresión de 1984 del original editado por Saxon House; Farnborough (Hampshire).
- <sup>22</sup> WEBSTER, F.V. & DASGUPTA, M. (1991): *Land Use and transport interactions: Report of The ISGLUTI Study* (Contractor Report 295). Ed. Transport and Road Research Laboratory, Department of Transport; Crowthorne (Berkshire).
- <sup>23</sup> SANZ ALDUÁN, A. (1992): «Dolor de tráfico». *Revista Economía y Sociedad*, nº 6, 145- 159. Ed. Consejería de Economía y Empleo de la Comunidad de Madrid; Madrid. / --- (1994): «Calmar el tráfico, domesticar el automóvil. Posibilidades del diseño urbano». *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales, Vol. II, nº 100-101: "Región y Ciudad Eco-lógicas"* (verano-otoño 1994). Ed. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente; Madrid.
- <sup>24</sup> CALTHORPE, P. & FULTON, W. (2001): *The regional city. Planning for the end of sprawl*. Ed. Island Press; Washington D.C.
- <sup>25</sup> NEUHAUS, C. (1997): «Movilidad y comunicación en las aglomeraciones de hoy y de mañana». *The ITPS Report*, nº 11 (febrero 1997), 7-11. Ed. Instituto de Estudios de Prospectiva Tecnológica (IPTS); Sevilla.
- <sup>26</sup> BERNICK, M. & CERVERO, R. (1997): *Transit villages in the 21<sup>st</sup> Century*. Ed. McGraw-Hill; New York.
- <sup>27</sup> NEWMAN, P. & KENWORTHY, J. (1999): *Sustainability and cities. Overcoming automobile dependence*. Ed. Island Press; Washington D.C.
- <sup>28</sup> CAMAGNI, R. (1999): «El desarrollo urbano sostenible. Razones y fundamentos de un programa de investigación». *Papeles de Economía Española*, nº 80, 266-290. Ed. Fundación de Cajas de Ahorro Confederadas; Madrid.
- <sup>29</sup> BALCHIN, P., ISAAC, D. & CHEN, J. (2000): *Urban economics: A global perspective*. Ed. Palgrave; Houndmills, Basingstoke (Hampshire).
- <sup>30</sup> FREY, H. (1999): *Designing the city. Towards a more sustainable urban form*. Ed. E & FN Spon (an unprint of Routledge); London.



- <sup>31</sup> MEURS, H. & HAAIJER, R. (2001): «Spatial structure and mobility». *Transportation Research. Part D: Transport and Environment, Vol 6, n° 6 (november 2001)*, 429-446. Ed. Pergamon; Oxford (New York).
- <sup>32</sup> KAUFMANN, V. (1999): «Une politique globale, coordonnée et légitime pour limiter l'usage de la voiture en ville». *Transport Public, n.983 (juillet - août 1999)*, 18-38. Ed. Union des transports publics urbains et régionaux.; Paris.
- <sup>33</sup> BRYANS, W. & NIELSEN, S. (1999): «An investigation into methodologies for determining a "sustainable" trip generation rate». *Traffic Engineering and Control, Vol 40, n° 1 (january 1999)*, 13-16. Ed. Peek Traffic Limited; Winchester (Hants).
- <sup>34</sup> WEBSTER, F.V. & DASGUPTA, M. Op. cit.
- <sup>35</sup> MEURS, H. & HAAIJER, R. Op. cit.
- <sup>36</sup> BERNICK, M. & CERVERO, R. Op. cit.
- <sup>37</sup> OFFICE OF THE DEPUTY PRIME MINISTER [en línea] (2002): *Planning Policy Guidance Note 13: Transport*. <http://www.planning.odpm.gov.uk/ppg/ppg13/01.htm> [Consulta 8 de febrero de 2003].
- <sup>38</sup> CERTU, CENTRE D'ETUDES SUR LES RESEAUX, LES TRANSPORTS, L'URBANISME, ET LES CONSTRUCTIONS PUBLIQUES (2001a): *Le Schéma de Cohérence Territoriale. Premières approches sur les méthodes et le contenu*. Ed. Ministère de l'Equipement, des Transports et du Logement - Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme, et les constructions publiques; Lyon.
- <sup>39</sup> PALLEY, E. & PEDLER, A. (2000): *TRANSLAND (integration of Transport and Land Use Planing. Final Report for Publication*. Ed. Transport Research Laboratory; Crowthorne (Berkshire) / CERTU, Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme, et les constructions publiques (2001b): *Vers une planification intégrant usage du sol et transports : quelques exemples tirés du projet européen TRANSLAND*. Ed. Ministère de l'Equipement, des Transports et du Logement - Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme, et les constructions publiques; Lyon.
- <sup>40</sup> SESAME CONSORTIUM. (1999): *SESAME (194). Final Report for publication*. Ed. SESAME Consortium; Lyon.
- <sup>41</sup> SPARTACUS CONSORTIUM [en línea] (1998): *SPARTACUS. System for Planning and Research in Towns and Cities for Urban Sustainability*. <http://www.ltcon.fi/spartacus>.
- <sup>42</sup> TRANSPLUS CONSORTIUM [en línea] (2002): *TRANSPLUS Web Site*. <http://www.transplus.net>.
- <sup>43</sup> PROPOLIS CONSORTIUM [en línea] (2002): *PROPOLIS Web Site*. <http://www.ltcon.fi/propolis>.
- <sup>44</sup> DIRECCIÓ DE SERVEIS DE TRANSPORTS (1975): *Encuesta de movilidad obligada intermunicipal*. Ed. Corporació Metropolitana de Barcelona; Barcelona. / --- (1983) *El Fenómeno de la movilidad en el ámbito territorial de la Corporación Metropolitana de Barcelona: marco general*. Ed. Corporació Metropolitana de Barcelona; Barcelona.
- <sup>45</sup> DOYMO, S.A. (1991): *Movilidad y estrategia del transporte en el Área Metropolitana de Barcelona*. Ed. Entitat Metropolitana del Transport; Barcelona.
- <sup>46</sup> MIRALLES GUASH, C. (1997): *Transport i ciutat. Reflexió sobre la Barcelona Contemporània*. Ed. Servei de Publicacions, Universitat Autònoma de Barcelona; Bellaterra, Barcelona.
- <sup>47</sup> OTERO MORENO, J.M. (1987): *Movilidad urbana en Málaga: explotación general de las encuestas de origen-destino y de hábitos de desplazamientos*. Ed. Universidad de Málaga; Málaga.

<sup>48</sup> ANDRÉS, J.L. & ESPEJO, C (1998): *Percepción y práctica de la movilidad urbana en la ciudad de Murcia*. Ed. Ayuntamiento de Murcia; Murcia.

<sup>49</sup> MILLÁN RINCÓN, J. (1999): *Datos básicos de la movilidad en la aglomeración urbana de Huelva*. Ed. Consejería de Obras Públicas y Transportes; Sevilla. / — (1999): *Datos básicos de la movilidad en la aglomeración urbana de Jaén*. Ed. Consejería de Obras Públicas y Transportes; Sevilla.

<sup>50</sup> SEGUÍ PONS, J.M.(1987): *Aproximación al análisis de movilidad y de transportes urbanos en la ciudad de Palma (1960-1985)*. Ed. Universidad de las Islas Baleares; Palma de Mallorca.

<sup>51</sup> LÓPEZ GÓMEZ, A. (1983): *Los transportes urbanos de Madrid*. Ed. CSIC -Instituto Juan Sebastián Elcano; Madrid.

<sup>52</sup> ESTUDIOS TERRITORIALES (1990): *Análisis socioeconómico y evolución de la movilidad metropolitana en Madrid*. Ed. Consorcio de Transportes de Madrid; Madrid.

<sup>53</sup> GUTIÉRREZ PUEBLA, J. (1990): *Análisis espacial de la movilidad metropolitana (Estudio basado en la Encuesta de Movilidad Metropolitana 1987/88 de Madrid)*. 2 Volúmenes. Ed. Consorcio de Transportes de Madrid; Madrid.

# **G**UÍA PARA LA EXPRESIÓN EN EUROS DE LAS CIFRAS SEÑALADAS EN PESETAS

## **GUÍA PARA LA EXPRESIÓN EN EUROS DE LAS CIFRAS SEÑALADAS EN PESETAS**

A lo largo de la presente Tesis, se expresan diversas cantidades monetarias en pesetas, por referirse a cifras facilitadas con anterioridad al 1 de enero de 2002 en dicha moneda y procedentes de fuentes oficiales y de citas de bibliografía empleadas. Las conversiones oportunas a euros son recogidas a continuación, con indicación de la página de referencia.

### **Introducción**

#### Página 4.

En el caso de la Comunidad de Madrid, las referencias consultadas aportan cifras que oscilan de 1.292 millones de Euros (VILLANUEVA GREDILLA, J. A., 1994, 187) a 1.833 millones de Euros (GUERRERO GARCÍA, M. J., 1996, 669) anuales.

[...] el aprobado en años de gran actividad inversora en transporte, caso de 2001 y 2002 (con cifras presupuestadas en torno a los 379 millones de Euros anuales para inversión en transportes).

### **Capítulo 4**

#### Página 130.

Desde 1985, año en que la cifra alcanzada no llegaba a los 962 millones de Euros al año en la Comunidad de Madrid, la inversión extranjera directa experimentó un

fuerte crecimiento, situándose en 1.418 millones anuales de Euros en 1987, en 3.047 millones anuales en 1989 y casi 5.079 millones al año en 1990.

Página 131-132.

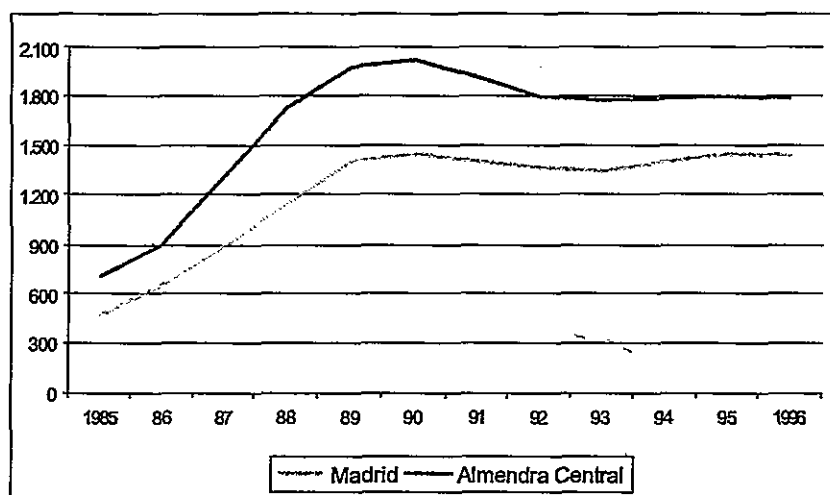
Las rentas de alquiler de oficinas en el municipio de Madrid, según los datos aportados por la empresa CB Richard Ellis en su informe trimestral "Boletín del Mercado de Oficinas", pasaron de 9,62 €/m<sup>2</sup>construido/mes en 1985 a 33,06 €/m<sup>2</sup>construido/mes en 1990, es decir, aumentaron durante ese periodo un 244% en términos corrientes (un 152% en términos reales), evolución muy similar a la de los precios de venta, que se incrementaron, en términos corrientes, desde unas 469 €/m<sup>2</sup> construido hasta 1.629 €/m<sup>2</sup> construido [...].

Página 134.

Los precios de la vivienda aumentaron en la Almendra Central en torno a un 200% entre 1985 y 1990, alcanzando niveles medios excesivos, alrededor de los 1.923 - 2.013 €/m<sup>2</sup> construido en vivienda de nueva construcción y en torno a los 1.442 - 1.563 €/m<sup>2</sup> construido en vivienda usada [...].

Página 135.

**Gráfico 4.4: Precio medio de la vivienda de nueva construcción (€/m<sup>2</sup>c)**

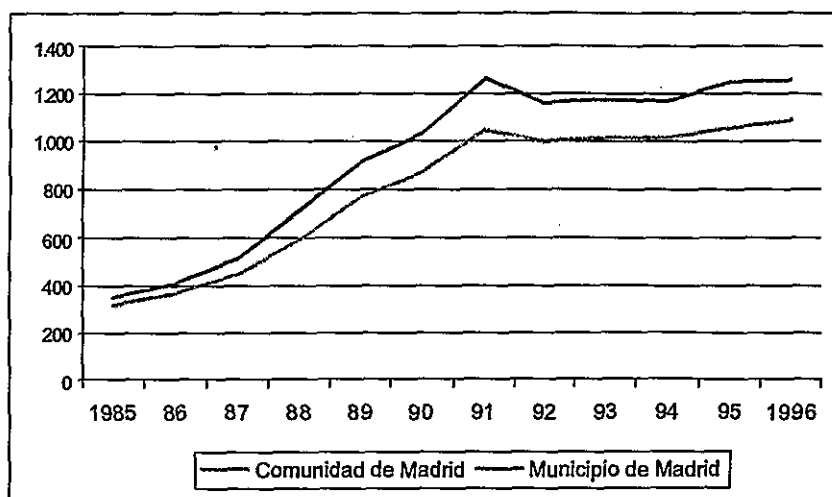


Página 139.

[...] en 1991 el precio medio de la vivienda libre (nueva y usada) en el conjunto de la Comunidad de Madrid se situó en casi 1.046 €/m<sup>2</sup> construido, en 1.268 €/m<sup>2</sup> construido en el municipio de Madrid y alrededor de 1.653 €/m<sup>2</sup> construido en la Almendra Central.

Página 140.

**Gráfico 4.5: Precio medio de venta de la vivienda libre -nueva y usada- (€/m<sup>2</sup> c)**



Página 167.

Además los precios de venta y las rentas de alquiler de las oficinas alcanzaron cifras muy elevadas, llegando a situarse en 1990 en niveles medios en torno a los 1.629 €/m<sup>2</sup> construido y a los 33 €/m<sup>2</sup> construido/mes respectivamente [...].

## Capítulo 5

Página 248.

- El aumento generalizado del poder adquisitivo de las familias, teniendo en cuenta que en términos reales, la renta per cápita aumentó entre 1988 y 1996 casi un 15%, al pasar de unos 5.589 € a casi 6.431 € constantes de 1992.

## Capítulo 8

### Página 390.

La Almendra Central en su conjunto era la zona con un nivel de renta por habitante considerablemente más elevado; un 70% mayor que en la corona metropolitana, donde como media a cada habitante le correspondían aproximadamente 5.169 Euros al año. En la periferia este nivel se situaba en casi 6.401 Euros anuales, lejos también de los casi 8.835 Euros/año por persona de media en la Almendra central.

## Capítulo 9

### Página 460.

La inversión realizada en infraestructura ferroviaria (Metro y RENFE) a lo largo del trienio 1997 – 1999 ha sido cuatro veces superior a la inversión ejecutada en carreteras, alcanzando valores de 1.518 y 394 millones de Euros respectivamente, y ha superado en términos corrientes la cifra acumulada de todo el periodo 1986 – 1996, que ascendió a 1.445 millones de Euros, plazo durante el cual la inversión en carreteras sumó una cantidad de casi 2.416 millones de Euros.

### Página 464 – Nota a pie 16.

<sup>16</sup> En lo que se refiere exclusivamente a la Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la Comunidad de Madrid, las líneas de inversión contempladas en el Presupuesto 2002 del área de transportes (que representa prácticamente el 60% del total asignado a esta consejería) ascienden a un total de 631 millones de Euros [...].

### Página 465 – Nota a pie 17.

<sup>17</sup> Para ilustrarlo, baste señalar que la inversión total estimada para el Metrosur oscila en torno a los 1.322 millones de Euros, para la M-45 casi 541 millones, en la M-50 en torno a 697 millones y para las autopistas radiales R-2, R-3, R4 y R-5 en aproximadamente 1.106 millones.

## **B**IBLIOGRAFÍA y FUENTES



## BIBLIOGRAFIA

- ALONSO, W. (1964): *Location and Land Use*. Ed. Harvard University Press; Cambridge (Massachusetts).
- ARIAS GOYTRE, F. & GAGO LORENTE, V. (1977): «Autopistas y desarrollo urbano: caso de Madrid». *Revista Información Comercial Española*, nº 51, 88-103. Editada por Ministerio de Comercio; Madrid.
- ARIAS GOYTRE, F. (1992): «El transporte en la ordenación territorial de Madrid» en CONSELLERIA D'OBRES PUBLIQUES, URBANISME I TRANSPORT DE LA GENERALITAT VALENCIANA (Compil.): *Seminario Inversión en transporte público y calidad de vida en nuestras ciudades*, 53-70. Ed. Fundación de los Ferrocarriles Españoles; Valencia.
- ASENSIO, J. & MATAS, A. (1999): «El papel del transporte público en las ciudades». *Papeles de Economía Española*, nº 82, 178-193. Editada por Fundación de las Cajas de Ahorros Confederadas; Madrid.
- ASUAD SANÉN, N.E. (2001): *Economía regional y urbana. Introducción a las teorías, técnicas y metodologías básicas*. Ed. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla.
- AYUNTAMIENTO DE MADRID (1997): *Memoria del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid*. Ed. Ayuntamiento de Madrid; Madrid.

- BAILLY, A.S. (1978): *La organización urbana. Teorías y modelos*. Ed. Instituto de Estudios de Administración Local (IEAL); Madrid. 1ª edición española del original *L'organisation urbaine: théories et modèles*, editado en 1975 por Centre de recherche d'urbanisme; Paris.
- BALCHIN, P., ISAAC, D. & CHEN, J. (2000): *Urban economics: A global perspective*. Ed. Palgrave; Houndmills, Basingstoke (Hampshire).
- BALL, M. & KIRWAN, R.M. (1977): «Accessibility and supply constraints in the urban housing market». *Urban Studies, Vol. 14, n° 1*, 11-32. Editada por University of Glasgow; Glasgow.
- BALL, M., LIZEIRI, C. & MACGREGOR, B.D. (1998): *The economics of commercial property markets*. Ed. Routledge; London.
- BANISTER, D. (1993): «La experiencia británica respecto a la liberalización del transporte urbano» en MELLA MÁRQUEZ, J.M. (Coord.): *Los problemas del transporte metropolitano. Un análisis de casos*, 183-214. Ed. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente; Madrid.
- BAUMONT, C. & HURIOT, J.M. (2000): «Urban economics in retrospect: Continuity or change?» en HURIOT, J.M. & THISSE, J.F. (Edit.): *Economics of cities. Theoretical perspectives*, 3-73. Ed. Cambridge University Press; New York.
- BERECHMAN (1980): «A general framework for the integration of a land-use model with a transportation model component». *Journal of Regional Science, Vol. 20, n° 1*, 51-69. Editada por Regional Science Research Institute; Amherst (Massachusetts).
- BERECHMAN, J., KOHNO, H., BUTTON, K. J. & NIJKAMP, P. (1996): «Introduction» en BERECHMAN, J., KOHNO, H., BUTTON, K. J. & NIJKAMP, P. (Compil.) *Transport and land use*. Ed. Edward Elgar Publishing Company; Brookfield (Vermont).

- BERNICK, M. & CERVERO, R. (1997): *Transit villages in the 21<sup>st</sup> Century*. Ed. McGraw-Hill; New York.
- BERTUGLIA, C.S., BIANCHI, G. & MELA, A. (Edit.): (1998): *The city and its sciences*. Ed. Physica – Verlag; New York.
- BORJA, J. & CASTELLS, M. (1997): *Local y global. La gestión de las ciudades en la era de la información*. Ed. Santillana, S.A. Taurus; Madrid.
- BRYANS, W. & NIELSEN, S. (1999): «An investigation into methodologies for determining a "sustainable" trip generation rate». *Traffic Engineering and Control, Vol 40, n° 1 (January 1999)*, 13-16. Editada por Peek Traffic Limited; Winchester; Hants (Hampshire).
- CALTHORPE, P. & FULTON, W. (2001): *The regional city. Planning for the end of sprawl*. Ed. Island Press; Washington D.C.
- CAMAGNI, R. (1999): «El desarrollo urbano sostenible. Razones y fundamentos de un programa de investigación». *Papeles de Economía Española, n° 80*, 266-290. Editada por Fundación de Cajas de Ahorro Confederadas; Madrid.
- CAMPOS VENUTI, G. (1971): *La Administración del Urbanismo*. Ed. Gustavo Gili; Barcelona. 1ª edición española del original *Amministrare l'urbanistica*, editado en 1967 por Einaudi; Torino.
- CARAMÉS VIÉITEZ, L. (2000): «Algunas reflexiones sobre el transporte en áreas urbanas». *Revista del Instituto de Estudios Económicos, n° 2 y 3 (Hacia un nuevo modelo de transporte terrestre de viajeros)*, 270-275. Editada por Instituto de Estudios Económicos; Madrid.
- CASTELLS, M. (1976): *La cuestión urbana*. Ed. Siglo XXI de España Editores, S.A.; Madrid. 2ª edición española del original *La question urbaine*, editado en 1972 por François Maspero; Paris.

- CASTELLS, M. (1990): «Estrategias de desarrollo metropolitano en las grandes ciudades españolas: la articulación entre crecimiento económico y calidad de vida» en BORJA, J., CASTELLS, M., DORADO, R. & QUINTANA, I. (Edit.): *Las grandes ciudades en la década de los noventa*, 17-64. Ed. Sistema; Madrid.
- CECCARELLI, P. (1971): «Nota preliminar» en CECCARELLI, P., GABRIELLI, B. & ROZZI, R. (Compil.): *Las incógnitas del tráfico urbano*, XIII-XXXV. Ed. Gustavo Gili; Barcelona. 2ª edición española del original *Traffico urbano: che fare? Problemi e soluzioni nell'esperienza degli Stati Uniti, dell'Inghilterra, della Francia, e dell'Italia*, editado en 1968 por Marsilio Editori; Padova.
- CERTU, CENTRE D'ETUDES SUR LES RESEAUX, LES TRANSPORTS, L'URBANISME, ET LES CONSTRUCTIONS PUBLIQUES (2001a): *Le Schéma de Cohérence Territoriale. Premières approches sur les méthodes et le contenu*. Ed. Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement - Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme, et les constructions publiques; Lyon.
- CERTU, CENTRE D'ETUDES SUR LES RESEAUX, LES TRANSPORTS, L'URBANISME, ET LES CONSTRUCTIONS PUBLIQUES (2001b): *Vers une planification intégrant usage du sol et transports : quelques exemples tirés du projet européen TRANSLAND*. Ed. Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement - Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme, et les constructions publiques; Lyon.
- CIVITAS INITIATIVE [en línea] (2002a): *Estrategias ambiciosas para un transporte urbano limpio* (Versión española del documento informativo). [http://www.civitas-initiative.org/civitas/docs/leaflet\\_es.pdf](http://www.civitas-initiative.org/civitas/docs/leaflet_es.pdf) [Consulta 30 de diciembre de 2002].
- CIVITAS INITIATIVE [en línea] (2002b): *Para un transporte urbano limpio. CIVITAS. Ideas para compartir* (Versión española del documento informativo). [http://www.civitas-initiative.org/civitas/docs/newsletter\\_es.pdf](http://www.civitas-initiative.org/civitas/docs/newsletter_es.pdf) [Consulta 30 de diciembre de 2002].

- CLAISSE, G. & ROWE, F. (1996): «Telecomunicaciones dentro de treinta años : ¿Incidencias sobre la movilidad?» en NÚÑEZ DEL CAMPO, S. (Dir.): *La explosión de las telecomunicaciones (Colección Origen/Destino, n° 2, septiembre 1996)*, 65-74. Ed. Centro de Estudios e Investigación del Transporte y las Comunicaciones Diego Sánchez Padilla, Fundación 1º de mayo; Madrid.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1990): *Libro Verde sobre el medio ambiente urbano. Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento* (Versión española del documento). Ed. Comisión de las Comunidades Europeas; Bruxelles.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2001a): *Libro Verde: Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético*. (Versión española del documento). Ed. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas; Luxembourg.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2001b): *Libro Blanco: La política europea de transportes de cara al 2010: la hora de la verdad*. (Versión española del documento). Ed. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas; Luxembourg..
- CONSEJERÍA DE POLÍTICA TERRITORIAL (1989): *Medidas sobre política de suelo*. Ed. Consejería de Política Territorial de la Comunidad de Madrid; Madrid.
- CONSEJERÍA DE POLÍTICA TERRITORIAL (1990): *Madrid, región metropolitana. Actuaciones y estrategias*. Ed. Consejería de Política Territorial de la Comunidad de Madrid; Madrid.
- CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID (1990): *Ley de creación del Consorcio Regional de Transportes de Madrid*. Ed. Consorcio Regional de Transportes de la Comunidad de Madrid; Madrid.
- CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID (1998): *Encuesta Domiciliaria de Movilidad en día laborable de 1996 en la Comunidad de Madrid. Documento*

*de Síntesis*. Ed. Consorcio Regional de Transportes de la Comunidad de Madrid; Madrid.

- CORDIS, COMMUNITY RESEARCH & DEVELOPMENT INFORMATION SERVICE [en línea] (1999): *DANTE – Final summary report*. <http://www.cordis.lu/transport/src/dante.htm> [Consulta 30 de diciembre de 2002].
- CORDIS, COMMUNITY RESEARCH & DEVELOPMENT INFORMATION SERVICE [en línea] (2000): *LEDA - Final summary report*. <http://www.cordis.lu/transport/src/leda.htm> [Consulta 30 de diciembre de 2002].
- CORDIS, COMMUNITY RESEARCH & DEVELOPMENT INFORMATION SERVICE [en línea] (2001a): *COST 332. Transport and land-use policies*. <http://www.cordis.lu/cost-transport/src/cost-332.htm> [Consulta 30 de diciembre de 2002].
- CORDIS, COMMUNITY RESEARCH & DEVELOPMENT INFORMATION SERVICE [en línea] (2001b): *Environment & sustainable development. Key action 4. Current projects: july 2001*. [ftp://ftp.cordis.lu/pub/eesd/docs/ka4\\_fp5\\_projects.pdf](ftp://ftp.cordis.lu/pub/eesd/docs/ka4_fp5_projects.pdf). [Consulta 12 de mayo de 2002].
- CORDIS, COMMUNITY RESEARCH & DEVELOPMENT INFORMATION SERVICE [en línea] (2002a): *Sixth Framework Programme – Activity Areas*. <http://www.cordis.lu/fp6/activities.htm> [Consulta 31 de enero de 2003].
- CORDIS, COMMUNITY RESEARCH & DEVELOPMENT INFORMATION SERVICE [en línea] (2002b): *Thematic Priority 1.6. Sustainable development, global change and ecosystems. 1.6.2: Sustainable surface transport. Work Programme 2002-2006*. [ftp://ftp.cordis.lu/pub/fp6/docs/f2\\_wp\\_2002\\_en\\_.pdf](ftp://ftp.cordis.lu/pub/fp6/docs/f2_wp_2002_en_.pdf). zip [Consulta 31 de enero de 2003].
- COSTA CAMPÍ, C. (1997): *Factores de localización empresarial*. Ed. Fundación Argentaria; Madrid.

- CRISTÓBAL PINTO, C. (1992): «Aspectos socioeconómicos de la encuesta de movilidad 1987/88 en el área metropolitana de Madrid». *Revista Economía y Sociedad*, nº 6, 71-97. Editada por Consejería de Economía y Empleo de la Comunidad de Madrid; Madrid.
- DANIELS, P.W. & WARNES, A.M. (1983): *Movimiento en ciudades*. Ed. Instituto de Estudios de la Administración Local (IEAL); Madrid. 1ª edición española del original *Movement in cities: spatial perspectives on urban transport and travel*, editado en 1980 por Methuen; London.
- DELA BARRA, T. (1993): «Planificación integrada de la utilización del suelo y del transporte. El futuro para Europa» *The IPTS Report*, nº 51 (febrero 2001), 14-21. Editada por Instituto de Estudios de Prospectiva Tecnológica (IPTS); Sevilla.
- DE RUS MENDOZA, G. (1989): «El transporte público urbano en España: Comportamiento de los costes y regulación de la industria». *Investigaciones Económicas (Segunda época)*, Vol. XIII, nº 2, 207-225. Editada por Fundación del Instituto Nacional de Industria; Madrid.
- DE RUS MENDOZA, G. (1993): «Regulación y competencia en el transporte urbano: teoría y evidencia» en MELLA MÁRQUEZ, J.M. (Coord.): *Los problemas del transporte metropolitano. Un análisis de casos*, 151-181. Ed. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente; Madrid.
- DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID (1994): *Atlas de la Industria en la Comunidad de Madrid*. Ed. Consejería de Economía y Empleo de la Comunidad de Madrid; Madrid.
- DÍAZ, N. (1977): «Alternativas al transporte y modelo territorial». *Revista Información Comercial Española*, nº 51, 118-126. Editada por Ministerio de Comercio; Madrid.
- DÍAZ FERNÁNDEZ, C. & AYSE (1995): *La Economía en Madrid. Análisis espacial de la estructura económica de la región desde 1980* (Documento del

Plan Regional de Estrategia Territorial). Ed. Consejería de Política Territorial de la Comunidad de Madrid; Madrid.

- DICKEY, J.W. (1977): *Manual del transporte urbano*. Ed. Instituto de Estudios de Administración Local (IEAL); Madrid. 1ª edición española del original *Metropolitan transportation planning*, editado en 1975 por McGraw-Hill Book Company; New York.
- DIRECCIÓN GENERAL DE ENERGÍA DE LA COMISIÓN EUROPEA (1995): «Medidas encaminadas a mejorar la movilidad urbana en ciudades europeas». *Estudios de transportes y comunicaciones, n° 68 (julio-septiembre 1995)*, 99-121. Editada por Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente; Madrid.
- DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN URBANÍSTICA Y CONCERTACIÓN (1995): *Ley de medidas de política territorial, suelo y urbanismo de la Comunidad de Madrid*. Ed. Consejería de Política Territorial de la Comunidad de Madrid; Madrid.
- DIRECCIÓN GENERAL DE URBANISMO Y PLANIFICACIÓN REGIONAL (1996): *Plan Regional de Estrategia Territorial. Bases*. Ed. Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la Comunidad de Madrid; Madrid.
- DIRECCIÓN GENERAL PARA LA VIVIENDA, EL URBANISMO Y LA ARQUITECTURA (1994): *Normativa urbanística estatal sobre régimen del suelo*. Ed. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente; 3ª edición ampliada; Madrid.
- DUMONT, J.F. (1993): *Économie urbaine. Villes et territoires en compétition*. Ed. Litec; Paris.
- DYCKMAN, J.W. (1971): «El transporte en las ciudades» en CECCARELLI, P., GABRIELLI, B. & ROZZI, R. (Compil.): *Las incógnitas del tráfico urbano*, 3-25. Ed. Gustavo Gili; Barcelona. 2ª edición española del original *Traffico urbano: che fare? Problemi e soluzioni nell'esperienza degli Stati Uniti, dell'Inghilterra, della Francia e dell'Italia*, editado en 1968 por Marsilio Editori, Padova.



- FERNÁNDEZ DURÁN, R. (1982): «El sistema de transportes en Madrid: evolución, situación actual y perspectivas futuras». *Revista Internacional de Sociología*, nº 43, 277-325. Editada por Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Instituto de Sociología Jaime Balmés; Madrid.
- FERNÁNDEZ LAFUENTE, F.J. (1995): «De la ciudad caótica a la sostenible: el papel del transporte» en NÚÑEZ DEL CAMPO, S. (Dir.): *Transporte: Prospectiva año 2000 (Colección Origen/Destino, Nº 1, abril 1995)*, 53-55. Ed. Centro de Estudios e Investigación del Transporte y las Comunicaciones Diego Sánchez Padilla, Fundación 1º de mayo; Madrid.
- FONTELA, E. & LA GRANDVILLE, O.D. (1966): «L'étude prévisionnelle des flux de population dans une agglomération». *Transports*, nº 109, 1-8. Editada por Editions Techniques et Économiques; Paris.
- FREY, H. (1999): *Designing the city. Towards a more sustainable urban form*. Ed. E & FN Spon (an unprint of Routledge); London.
- FUJITA, M., KRUGMAN, P. & VENABLES, A. (1999): *The Spatial economy. Cities, regions and international trade*. Ed. The MIT Press; Cambridge (Massachusetts).
- FUJITA, M. & THISSE, J.F. (2000): «The formation of economic agglomerations» en HURIOT, J.M. & THISSE, J.F. (Edit.): *Economics of cities. Theoretical perspectives*, 3-73. Ed. Cambridge University Press; New York.
- GAGO LLORENTE, V., (1993): «Características de la movilidad en las áreas metropolitanas. El caso de Madrid» en MIRALLES CLAVER, E. & FERNÁNDEZ LAFUENTE, F.J. (Coord.): *Movilidad y territorio en las grandes ciudades: el papel de la red viaria*, 171-201. Ed. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente; Madrid.
- GEFFRIN, Y. (1995): «Movilité, diversité, inégalité» en INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS ET LEUR SECURITE (Edit): *Se déplacer au*

*quotidien dans trente ans: Éléments pour un débat. Actes du colloque 22 et 23 mars 1994 à Paris.* Ed. La Documentation Française; Paris.

- GIMÉNEZ CAPDEVILLA, R. (1995): «El entorno institucional de los transportes» en NÚÑEZ DEL CAMPO, S. (Dir.): *Transporte: Prospectiva año 2000 (Colección Origen/Destino, N° 1, abril 1995)*, 13-15. Ed. Centro de Estudios e Investigación del Transporte y las Comunicaciones Diego Sánchez Padilla, Fundación 1º de mayo; Madrid.
- GIULIANO, G. (1986): «Land use impacts of transportation investments: Highway and transit» en HANSON, S. (Edit.): *The Geography of Urban Transportation*, 249-279. Ed. The Guilford Press; New York.
- GREAVES, C. (1997): «Una transición hacia la movilidad sostenible». *The IPTS Report*, n° 11 (febrero 1997), 31-37. Editada por Instituto de Estudios de Prospectiva Tecnológica (IPTS); Sevilla.
- GUERRERO GARCÍA, M. J. (1996): «Cuenta social del transporte en la Comunidad Autónoma de Madrid» en E.T.S.I. DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (Edit.): *II Symposium Ingeniería de los Transportes, Actas. Tomo II*, 667-676. Ed. E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid; Madrid.
- GUTIÉRREZ PUEBLA, J. (1990): *Análisis espacial de la movilidad metropolitana (Estudio basado en la Encuesta de Movilidad Metropolitana 1987/88 de Madrid)*. 2 Volúmenes. Ed. Consorcio de Transportes de Madrid; Madrid.
- GUTIÉRREZ PUEBLA, J. (1992): «La movilidad en Madrid: la configuración espacial de los flujos». *Revista Economía y Sociedad*, n° 6, 99-122. Editada por Consejería de Economía y Empleo de la Comunidad de Madrid; Madrid.
- GUTIÉRREZ PUEBLA, J. (1993): «Accesibilidad y modelo territorial: Madrid, metrópoli inmadura» en MELLA MÁRQUEZ, J.M. (Coord.): *Los problemas del*

*transporte metropolitano. Un análisis de casos*, 79-101. Ed. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente; Madrid.

- HAIR, J.F., ANDERSON, R.E., TATHAM, R.L. & BLACK, W.C. (1999): *Análisis Multivariante*. Ed. Prentice Hall Iberia, S.R.L.; Madrid. Versión española, a cargo de GÓMEZ SUÁREZ, M., de la 5ª edición del original *Multivariate data analysis*, editado en 1998 por Prentice Hall Inc.; Upper Saddle River (New Jersey).
- HALL, P. (1993): «Red viaria principal y desarrollo urbano» en MIRALLES CLAVER, E. & FERNÁNDEZ LAFUENTE, F.J. (Coord.): *Movilidad y territorio en las grandes ciudades: el papel de la red viaria*, 15-40. Ed. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente; Madrid.
- HARVEY, D. (1974): «Class monopoly rent, finance capital and the urban revolution». *Regional Studies*, Vol. 8, nº 3/4, 239-255. Editada por Regional Studies Association - University of Cambridge; Cambridge (Cambridgeshire).
- HARVEY, D. (2001): *Space of capital. Towards a critical geography*. Ed. Routledge; New York.
- HARVEY, J (2000): *Urban land economics*. Ed. MacMillan Press Ltd.; London. 5ª edición del original publicado en 1981 bajo el título *The economics of real property* por MacMillan Press Ltd.; London.
- HIGGINS, B. & SAVOIE, D.J. (1997): *Regional development theories and their application*. Ed. Transaction Publishers; New Brunswick (New Jersey).
- HIPÓLITO LANCHA, F. & HIPÓLITO RUIZ, F. (1999): *Viviendas de protección oficial. Legislación general, autonómica y comunitaria*. Ed. Trivium, S.A.; Madrid.
- HIRSH, W.Z. (1977): *Análisis de Economía Urbana*. Ed. Instituto de Estudios de Administración Local (IEAL); Madrid. 1ª edición española del original

- Urban economics analysis*, editado en 1973 por McGraw-Hill Book Company; New York.
- INSTITUT D'AMENAGEMENT ET D'URBANISME DE LA REGION D'ILE DE FRANCE (EDIT.): (2000): «Les Transports dans les grandes métropoles» (número monográfico). *Les Cahiers de l'Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région d'Île de France, N° 127 y 128 (2<sup>e</sup> y 3<sup>e</sup> trimestre 2000)*. Editada por Institut d'Amenagement et d'Urbanisme de la Region d'Île de France; Paris.
  - INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID (2000): *Tipología municipal de la Comunidad de Madrid*. Ed. Consejería de Presidencia y Hacienda de la Comunidad de Madrid; Madrid.
  - IRANZO MARTÍN, J.E. & IZQUIERDO LLANES, G. (1999): «Los transportes y las comunicaciones» en GARCÍA DELGADO, J.L. (Dir.), CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y EMPLEO DE LA COMUNIDAD DE MADRID (Edit.): *Estructura Económica de Madrid*; 543-569. Ed. Cívitas, Biblioteca Cívitas de Economía y Empresa. Colección Economía; Madrid.
  - ITURRIBARRÍA, H. (2000): «Estimación de elasticidades de la demanda de vehículo privado». *Estudios de Construcción y Transportes, n°87 (abril - junio 2000)*, 67-92. Editada por Ministerio de Fomento; Madrid.
  - JAYET, H. (2000): «Rural versus urban location: the spatial division of labor». *Economics of cities. Theoretical perspectives*, 390-414. Editada por Cambridge University Press; New York.
  - JOHNSTON, R.A. & DE LA BARRA, T. [en línea] (1998): *Comprehensive regional modeling for long-range planning: Linking integrated urban models to geographic information systems*. <http://modelistica.com/papers/sac/index.html> [Consulta 15 de enero de 2003].

- JONES, V. (1963): «Economic and social characteristics of urban places» en INTERNATIONAL CITY MANAGERS' ASSOCIATION (Compil.) *The Municipal Year Book*, 85-117. Ed. International City Managers' Association; Chicago.
- KAUFMANN, V. (1999): «Une politique globale, coordonnée et légitime pour limiter l'usage de la voiture en ville». *Transport Public, n.983 (juillet - août 1999)*, 18-38. Editada por Union des transports publics urbains et régionaux; Paris.
- KIRKSTALL VALLEY CAMPAIGN HOME PAGE, THE [en línea] (1997): *Planning Policy Guidance: Transport (PPG13)*. <http://www.illo.demon.co.uk/ppg13.htm> [Consulta 15 de enero de 2003].
- KLAASEN, L.H. & BOURDREZ, J.A. (1979): «Integrated transport planning» en BLONK, W.A.G. (Edit.): *Transport and regional development, an international handbook*, 63-77. Ed. Gower Publishing Co. Ltd.; Aldershot (Hampshire). Reimpresión de 1984 del original editado por Saxon House; Farnborough (Hampshire).
- LEAL MALDONADO, J. & CORTÉS ALCALÁ, L. (1995): *La vivienda en Madrid* (Documento del Plan Regional de Estrategia Territorial). Ed. Consejería de Política Territorial de la Comunidad de Madrid; Madrid.
- LÓPEZ GÓMEZ, A. (1983): *Los transportes urbanos de Madrid*. Ed. CSIC - Instituto Juan Sebastián Elcano; Madrid.
- LÖSCH, A. (1957): *Teoría económica espacial*. Ed. El Ateneo Editorial, Biblioteca de Ciencias Económicas; Buenos Aires. 1ª edición en castellano de la versión en inglés *The economics of location*, editado en 1954 por Yale University Press; New Haven (Connecticut), a partir de la 2ª edición revisada del original *Die räumliche ordnung der Wirtschaft* de 1940, editado por Gustav Fisher Verlag; Jena.

- LOWRY, I.S. (1968): «Seven models of urban development: A structural comparison» en HEMMENS, G. (Edit.): *Urban development Models* (Special Report 97), 121-146. Ed. Highway Research Board. Washington D.C.
- LUTR CLUSTER, LAND USE AND TRANSPORTION RESEARCH CLUSTER [en línea] (2002): *Policies for the City of Tomorrow*. <http://www.lutr.net> [Consulta 30 de diciembre de 2002].
- MAKI, W.R. & LICHTY, R.W. (2000): *Urban regional economics. Concepts, tools, applications*. Ed. Iowa State University Press; Ames (Iowa).
- MARSHALL, A. (1963): *Principios de economía: un tratado de introducción*. Ed. Aguilar; Madrid. 4ª edición española de la 8ª edición, de 1920 a cargo de Macmillan, del original *Principles of economics: an introductory volume*, editado en 1890 por Macmillan, London.
- MARCIAL ECHENIQUE & PARTNERS [en línea] (2001a): *MEPLAN in the policy process*. <http://www.meap.co.uk/meap/Policy.pdf> [Consulta 15 de enero de 2003].
- MARCIAL ECHENIQUE & PARTNERS [en línea] (2001b): *Introducing MENTOR*. <http://www.meap.co.uk/meap/MENTORnote.pdf> [Consulta 15 de enero de 2003].
- MARTIN, Y. (1995): «Un développement non durable?» en MOUSEL, M., PIECHAUD, J.P. & ROURE, J.C. (Edit.): *Des transports nommés désirs*, 13-20. Ed. Syros; Paris.
- MARTÍN URBANO, P. (1993): *Infraestructura del transporte terrestre y desarrollo regional*. Tesis Doctoral presentada en la Universidad Autónoma de Madrid; Madrid.

- MARTÍN URBANO, P. (1997): «Movilidad sostenible para un desarrollo sostenible» en Rivas, D.M. (Edit): *Sustentabilidad, desarrollo económico, medio ambiente y biodiversidad*, 237-249. Ed. Parteluz; Madrid.
- MCLOUGHLIN, J.B. (1971): *Planificación urbana y regional. Un enfoque de sistemas*. Ed. Instituto de Estudios de Administración Local (IEAL); Madrid. 1ª edición en español del original *Urban and regional planning: a systems approach*, editado en 1969 por Faber; London.
- MELLA MÁRQUEZ, J.M. (1993): «Introducción. Los problemas del transporte metropolitano en Madrid» en MELLA MÁRQUEZ, J.M. (Coord.): *Los problemas del transporte metropolitano. Un análisis de casos*, 7-10. Ed. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente; Madrid.
- MERLIN, P. (1992): *Géographie des transports*. Ed. Presses Universitaires (Collection Encyclopédique); Paris.
- MEURS, H. & HAAIJER, R. (2001): «Spatial structure and mobility». *Transportation Research. Part D: Transport and Environment, Vol 6, n° 6 (november 2001)*, 429-446. Editada por Pergamon; Oxford (New York).
- MINKEN, H., SAMSTAD, H. & PÜTZ, K. [en línea] (2001): *PROSPECTS. Proposal for objectives and indicators in urban land use and transport planning for sustainability* (TØI Working Report 1183/2001). Ed. PROSPECTS Consortium. [http://www-ivv.tuwien.ac.at/projects/prospects/Deliverables/pr\\_t11rep.pdf](http://www-ivv.tuwien.ac.at/projects/prospects/Deliverables/pr_t11rep.pdf) [Consulta 30 de diciembre de 2002].
- MIRALLES CLAVER, E. (1993): «Organización del transporte en Madrid. Los contratos-programa como instrumentos de regulación del sistema de transporte público » en MIRALLES CLAVER, E. & FERNÁNDEZ LAFUENTE, F.J. (Coord.): *Movilidad y territorio en las grandes ciudades: el papel de la red viaria*, 233-245. Ed. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente; Madrid.

- MIRALLES GUASH, C. (1997): *Transport i ciutat. Reflexió sobre la Barcelona Contemporània*. Ed. Servei de Publicacions, Universitat Autònoma de Barcelona; Barcelona.
- MISHAN, E.J. (1971): *Los costes del desarrollo económico*. Ed. Oikos Tau, Colección de urbanismo; Vilassar de Mar (Barcelona). 1ª edición española de la 2ª edición inglesa *The costs of economic growth*, editado en 1969 por Penguin Books, Ltd.; Harmondsworth (Middlesex).
- MITCHELL, R.B. & RAPKIN, C. (1954): *Urban traffic, a function of land use*. Ed. Columbia University Press; New York.
- MOLINA SOTO, E. (1992): «El transporte en las grandes ciudades españolas». *Revista Economía y Sociedad*, n° 6, 9-24. Editada por Consejería de Economía y Empleo de la Comunidad de Madrid; Madrid.
- MOLINA SOTO, E. (1993): «Planeamiento metropolitano y estrategia territorial: la necesidad de unas directrices globales» en MIRALLES CLAVER, E. & FERNÁNDEZ LAFUENTE, F.J. (Coord.): *Movilidad y territorio en las grandes ciudades: el papel de la red viaria*, 41-60. Ed. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente; Madrid.
- MONZÓN DE CÁCERES, A., MORAGUES TERRADES, A. & ECHEVERRÍA JADRAQUE, D. (1995): «La contaminación atmosférica y el transporte urbano en Madrid». *Estudios de transportes y comunicaciones*, n° 68 (julio-septiembre 1995), 57-74. Editada por Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente; Madrid.
- MYRDAL, G. (1958): *Economic theory and under-developed regions*. Ed. Duckwoth; London.
- NAREDO, J. M. (1991): «El crecimiento de la ciudad y el medio ambiente» en MUÑIZ, M. (Compil.): *Las grandes ciudades: debates y propuestas*; 191-203. Ed. Colegio de Economistas de Madrid; Madrid.



- NEUHAUS, C. (1997): «Movilidad y comunicación en las aglomeraciones de hoy y de mañana». *The IPTS Report*, nº 11 (febrero 1997), 7-11. Editada por Instituto de Estudios de Prospectiva Tecnológica (IPTS); Sevilla.
- NEWMAN, P. & KENWORTHY, J. (1999): *Sustainability and cities. Overcoming automobile dependence*. Ed. Island Press; Washington D.C.
- NOVALES CINCA, A. (1991): *Econometría*. Ed. McGraw-Hill / Interamericana de España, S.A.; Madrid.
- OCDE, ORGANIZACION DE COOPERACION Y DESARROLLO ECONOMICOS (2000): *Integrer les transports dans la ville: réconcilier les dimensions économiques, sociales et environnementales*. Ed. OCDE - Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement; Paris.
- OFFICE OF THE DEPUTY PRIME MINISTER [en línea] (2002): *Planning Policy Guidance Note 13: Transport*. <http://www.planning.odpm.gov.uk/ppg/ppg13/01.htm> [Consulta 8 de febrero de 2003].
- OFICINA DE PLANEAMIENTO TERRITORIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID (1991): *Madrid Región Metropolitana. Estrategia Territorial y Actuaciones*. Ed. ARPEGIO, Áreas de Promoción Empresarial, S.A.; Madrid.
- OWEN, W. (1966): *The metropolitan transportation problem* Ed. The Brookings Institution; Washington D.C. 2ª Edición revisada del original editado en 1956 por The Brookings Institution; Washington D.C.
- OWEN, W. (1972): *The accesible city*. Ed. The Brookings Institution; Washington D.C.
- PALLEY, E. & PEDLER, A. (2000): *TRANSLAND (Integration of Transport and Land Use Planning). Final report for publication*. Ed. Transport Research Laboratory; Crowthorne (Berkshire).

- PANAYOTIS, C., JENSEN, P. & LONZA RICCI, L. (2001): «Internalización de las externalidades del transporte». *The IPTS Report*, nº 53 (abril 2001), 19-25. Editada por Instituto de Estudios de Prospectiva Tecnológica (IPTS); Sevilla.
- PAS, E. (1986): «The urban transportation planning process» en HANSON, S. (Edit.): *The Geography of Urban Transportation*, 49-70. Ed. The Guilford Press; New York.
- PILL, J (1991): «Tráfico y transporte en el área metropolitana de Toronto» en MUÑIZ, M. (Compil.): *Las grandes ciudades: debates y propuestas*; 179-189. Ed. Colegio de Economistas de Madrid; Madrid.
- PROPOLIS CONSORTIUM [en línea] (2002): *PROPOLIS Web Site*. <http://www.ltcon.fi/propolis> [Consulta 30 de diciembre de 2002].
- PUIG-PEI CLAVERÍA, P. (1993): «Actualidad y limitaciones funcionales del modelo radio-concéntrico» en MIRALLES CLAVER, E. & FERNÁNDEZ LAFUENTE, F.J. (Coord.): *Movilidad y territorio en las grandes ciudades: el papel de la red viaria*, 145-155. Ed. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente; Madrid.
- RAVETZ, J. (2000): *City Region 2020. Integrated planning for a sustainable environment*. Earthscan Publications, Ltd.; London.
- REICHMAN, S. (1983): *Les transports: servitude ou liberté?*. Ed. Presses Universitaires de France; Paris.
- REMY, J. (2000): *La ville. Phénomène économique*. Ed. Economica; Paris.
- REVENGA, J. (1991): «Tráfico y transporte en Madrid y su región metropolitana» en MUÑIZ, M. (Compil.): *Las grandes ciudades: debates y propuestas*; 167-177. Ed. Colegio de Economistas de Madrid; Madrid.
- RICHARDSON, H.W. (1973): *Economía regional, teoría de la localización, estructuras urbanas y crecimiento regional*. Ed. Vicens-Vives; Barcelona. 1ª

edición en español del original *Regional economics, location theory, urban structure and regional change*, editado en 1969 por Weidenfeld & Nicolson; London.

- RICHARDSON, H.W. (1975a): *Elementos de economía regional*. Ed. Alianza Universidad; Madrid. 1ª edición española del original *Elements of regional economics*, editado en 1969 por Penguin Books, Ltd.; Harmondsworth (Middlesex).
- RICHARDSON, H.W. (1975b): *Economía del urbanismo*. Ed. Alianza Universidad; Madrid. 1ª edición española del original *Urban economics*, editado en 1971 por Penguin Books, Ltd.; Harmondsworth (Middlesex).
- RICHARDSON, H.W. (1977) *The new urban economics: and alternatives*. Ed. Pion Ltd.; London.
- RIVAS, D.M. (1995): «El entorno ambiental del transporte» en NÚÑEZ DEL CAMPO, S. (Dir.): *Transporte: Prospectiva año 2000 (Colección Origen/Destino, Nº 1, abril 1995)*, 51-52. Ed. Centro de Estudios e Investigación del Transporte y las Comunicaciones Diego Sánchez Padilla, Fundación 1º de mayo; Madrid.
- RIZZI, L. & SÁNCHEZ, J. [en línea] (1996): «El transporte en las aglomeraciones urbanas: el caso de la región metropolitana de Buenos Aires». *Serie Estudios, nº 15 (octubre 1996)*. Editada por Centro de Estudios para el Cambio Estructural; Buenos Aires. <http://www.cece.org.ar/fse15.htm> [Consulta 21 de septiembre de 2002].
- ROCA CLADERA, J. (1988): *La estructura de valores urbanos: un análisis teórico-empírico*. Ed. Instituto de Estudios de Administración Local (IEAL); Madrid.
- ROZZI, R. (1971): «Los factores determinantes del tráfico: aportaciones y orientaciones recientes» en CECCARELLI, P., GABRIELLI, B. & ROZZI, R.

(Compil.): *Las incógnitas del tráfico urbano*, 83-102. Ed. Gustavo Gili; Barcelona. 2ª edición española del original *Traffico urbano: che fare? Problemi e soluzioni nell'esperienza degli Stati Uniti, dell'Inghilterra, della Francia, e dell'Italia*, editado en 1968 por Marsilio Editori; Padova.

- RUBALCABA BERMEJO, L. (2001): *La economía de los servicios a empresas en Europa*. Ed. Pirámide; Madrid.
- RUESGA BENITO, S. & DURÁN ROMERO, G. (1997): «Conservación y mejora del medio ambiente versus empleo» en Rivas, D.M. (Edit): *Sustentabilidad, desarrollo económico, medio ambiente y biodiversidad*, 271-297. Ed. Parteluz; Madrid.
- RUIZ, R. (2001): «25 soluciones para los atascos». *El País Semanal*, n° 1.315 (9 de diciembre de 2001), 70-79. Editada por Diario El País, S.L.; Madrid.
- SANZ ALDUÁN, A. (1992): «Dolor de tráfico». *Revista Economía y Sociedad*, n° 6, 145- 159. Editada por Consejería de Economía y Empleo de la Comunidad de Madrid; Madrid.
- SANZ ALDUÁN, A. (1994): «Calmar el tráfico, domesticar el automóvil. Posibilidades del diseño urbano». *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales, Vol II, n° 100-101: "Región y Ciudad Eco-lógicas" (verano-otoño 1994)*. Editada por Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente; Madrid.
- SANZ ALDUÁN, A. & ESTEVAN ESTEVAN, A. (1996): *Hacia la reconversión ecológica del transporte en España*. Ed. Departamento Confederal de Energía y Medio Ambiente de CC.OO. – Los Libros de la Catarata; Madrid.
- SAUVY, A. (1968): *Les quatre roues de la fortune. Essai sur l'automobile*. Ed. Flammarion; collection "Le meilleur des mondes"; Paris.

- SCHEIFLER, M.A. (1991): *Economía y espacio. Un análisis de las pautas de asentamiento espacial de las actividades económicas*. Ed. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco; Bilbao.
- SESAME CONSORTIUM (1999): *SESAME (194). Final report for publication*. Ed. SESAME Consortium; Lyon.
- SORIA Y PUIG, A. (1980): «¿A qué se llama transporte?». *Revista Ciudad y Territorio*, n° 2, 19-32. Editada por Ministerio de Administración Pública; Madrid.
- SPARTACUS CONSORTIUM [en línea] (1998): *SPARTACUS. System for Planning and Research in Towns and Cities for Urban Sustainability*. <http://www.ltcon.fi/spartacus> [Consulta 30 de diciembre de 2002].
- TAMAMES, R. (1992): *Diccionario de economía*. Ed. Alianza; Madrid.
- TAMAMES, R. & RUEDA, A. (2000) *Estructura Económica de España*. Ed. Alianza; 24ª edición; Madrid.
- TAULER ALCARAZ, A. & RAZQUIN SANCHEZ DE VIVAR, J. (1992): «Movilidad y grupos sociales en la región de Madrid». *Revista Economía y Sociedad*, n° 6, 25-38. Editada por Consejería de Economía y Empleo de la Comunidad de Madrid; Madrid.
- THOMSON, J.M. (1976): *Teoría económica del transporte*. Ed. Alianza Universidad; Madrid. 1ª edición española del original *Modern transport economics*, editado en 1974 por Penguin Books, Ltd.; Harmondsworth (Middlesex).
- TOBÍO, C. [en línea] (2000): «Estructura urbana, movilidad y género en la ciudad moderna». *Boletín CF+S (Ciudad Futura Más Sostenible)*, n° 13 (julio 2000). Ed. Instituto Juan de Herrera; Madrid. <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n13/actob.html> [Consulta 15 de marzo de 2002]. Versión electrónica del texto de

la conferencia presentada en la escuela de verano Jaime Vera en Galapagar (Madrid) en junio de 1995.

- TRANSPLUS CONSORTIUM [en línea] (2002): *TRANSPLUS Web Site*. <http://www.transplus.net> [Consulta 30 de diciembre de 2002].
- TSCHANGHO, J.K. (1983): «A combined land use – transportation model when zonal travel demand is endogenously determined». *Transportation research. Part B (Methodological)*, Vol. 17B, nº 6, 449-462. Editada por Pergamon Press, Ltd.; Oxford (New York).
- U.K. DEPARTMENT FOR TRANSPORT [en línea] (1998): *A New Deal for Transport Better for Everyone. The Government's White Paper on the Future of Transport* (Versión electrónica del Libro Blanco). <http://www.dft.gov.uk/itwp/paper/itwp.doc> [Consulta 8 de febrero de 2003].
- U.K. DEPARTMENT FOR TRANSPORT [en línea] (2003): *Integrated Transport*. <http://www.dft.gov.uk/itwp> [Consulta 8 de febrero de 2003].
- URIEL, E., CONTRERAS, D., MOLTÓ, M.L. & PEIRÓ, A. (1990): *Econometría. El modelo lineal*. Ed. AC; Madrid.
- VALERO CALVETE, J. (1970): *Transportes urbanos*. Ed. Editorial Dossat, S.A.; Madrid.
- VALERO LOBO, A. (1984): «Movilidad espacial en Madrid». *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, nº 4, 207-225. Editada por Universidad Complutense de Madrid; Madrid.
- VÁZQUEZ BARQUERO, A. (1993): *Política económica local*. Ed. Pirámide; Madrid.
- VÁZQUEZ BARQUERO, A. (1999): *Desarrollo, redes e innovación. Lecciones sobre desarrollo endógeno*. Ed. Pirámide; Madrid.

- VILLANUEVA GREDILLA, J.A. (1994): *Metodología de evaluación de los costes derivados de la congestión en las ciudades*. Tesis doctoral presentada en la Universidad Politécnica de Madrid; Madrid.
- VOZMEDIANO, J. (2002): *El futuro de las ciudades: hacia unas urbes ecológicas y sostenibles*. Ed. Instituto de Ecología y Mercado; Madrid.
- WEBSTER, F.V. & DASGUPTA, M. (1991): *Land Use and transport interactions: Report of The ISGLUTI Study* (Contractor Report 295). Ed. Transport and Road Research Laboratory, Department of Transport; Crowthorne (Berkshire).
- WHITELEGG, J. (1997): «Cómo salir del laberinto del tráfico: soluciones no convencionales para el tráfico en las zonas urbanas». **The IPTS Report, nº 11 (febrero 1997)**, 25-30. Editada por Instituto de Estudios de Prospectiva Tecnológica (IPTS); Sevilla.
- WINGO, L. (1972): *Transporte y suelo urbano*. Ed. Oikos Tau, Colección de urbanismo; Vilassar de Mar (Barcelona). 1ª edición española del original *Transportation and urban land*, editado en 1961 por Resources for the Future; Washington D.C.
- WIRTH, L. (1968): *El urbanismo como modo de vida*. Ed. Ediciones 3; Buenos Aires. 2ª Edición en castellano del original «Urbanism as a way of life», editado en 1938 en el *American Journal of Sociology, Vol. 44* por The University of Chicago Press; Chicago.
- ZÁRATE MARTÍN, A. (1996): *Ciudad, transporte y territorio*. Ed. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED); Madrid.

## FUENTES

- CB RICHARD ELLIS: *Boletín del Mercado de Oficinas (años 1986 – 1996)*.
- CONSEJERÍA DE HACIENDA DE LA COMUNIDAD DE MADRID: *Presupuestos Generales (años 1994 – 2002)*.
- CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID: *Demanda de transporte público. Billetes por modos de transporte (años 1986 – 2001)*.
- CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID: *Encuesta de Movilidad Metropolitana de Madrid de 1988*.
- CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID: *Encuesta Domiciliaria de Movilidad en día laborable de 1996 en la Comunidad de Madrid*.
- DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID: *Censo de Áreas Industriales de la Comunidad de Madrid, 1991*.
- DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA DEL ÁREA DE RÉGIMEN INTERIOR Y PERSONAL DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID: *Anuario Estadístico del Ayuntamiento de Madrid (años 1988 – 2000)*.
- DIRECCIÓN GENERAL DE LA VIVIENDA, LA ARQUITECTURA Y EL URBANISMO DEL MINISTERIO DE FOMENTO: *Informe sobre el subsector de la vivienda (años 1985 –1996)*.

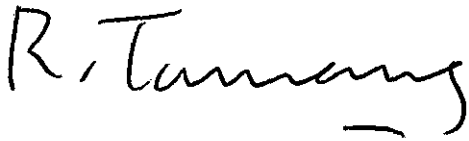


- DIRECCIÓN GENERAL DE PROGRAMACIÓN ECONÓMICA Y PRESUPUESTARIA DEL MINISTERIO DE FOMENTO: *Anuario Estadístico (años 1987 – 2000)*.
- DIRECCIÓN GENERAL DE PROGRAMACIÓN ECONÓMICA Y PRESUPUESTARIA DEL MINISTERIO DE FOMENTO: *Estadística de Obras en Edificación (años 1992 – 2001)*.
- DIRECCIÓN GENERAL DE PROGRAMACIÓN ECONÓMICA Y PRESUPUESTARIA DEL MINISTERIO DE FOMENTO: *Estadística del Precio Medio del Metro Cuadrado de Vivienda (años 1987 – 2001)*.
- DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO: *Anuario Estadístico General (años 1986 – 2001)*.
- GERENCIA MUNICIPAL DE URBANISMO DE MADRID: *Licencias concedidas desde la aprobación del PGOUM 1997 (abril 1997 – diciembre 1999)*.
- HEALEY & BAKER: *European Cities Monitor. (años 1999 – 2001)*.
- INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID: *Anuario Estadístico de la Comunidad de Madrid (años 1985 – 2001)*.
- INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID: *Directorio de Unidades de Actividad Económica de la Comunidad de Madrid (años 1998 – 2001)*.
- INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID: *Padrón Municipal de Habitantes de la Comunidad de Madrid de 1996*.
- INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID: *Revisiones Anuales del Padrón Municipal de Habitantes de 1996 de la Comunidad de Madrid, 1998 – 2001 («Padrón continuo de habitantes»)*.

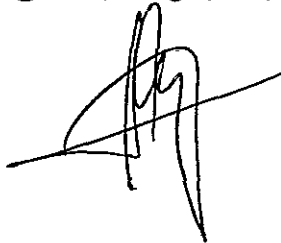
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA: *Censos de Población y Viviendas, 1970, 1981, 1991 y avance 2001.*
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA: *Contabilidad Nacional de España. Base 1986. (años 1978 – 2002).*
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA: *Contabilidad regional de España. Base 1995. (años 1995 – 2001).*
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA: *Encuesta anual de servicios (años 1998 – 2000).*
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA: *Encuesta de Población Activa (años 1978 – 2002).*
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA: *Estadística de transporte de viajeros (años 1994 – 2002).*
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA: *Estadística de variaciones residenciales (años 1988 – 1999).*
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA: *Índice de Precios de Consumo (años 1978 – 2002).*
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA: *Movimiento natural de la población. (años 1975 – 1999).*
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA: *Padrones Municipales de Habitantes, 1975, 1986 y 1996.*
- MINISTERIO DEL INTERIOR: *Extranjeros residentes en España (años 1992 – 1999).*
- SOCIEDAD DE TASACIÓN: *Boletín del Mercado Inmobiliario (años 1985 – 2001).*

Reunido el Tribunal que suscribe en el día  
de la fecha, acuerdo calificar la presente Tesis  
Doctoral con la censura de SOB. CUM LAUDE  
Madrid, 6 Jun 2003

EL PRESIDENTE  
D. RAMON TAMAYOS



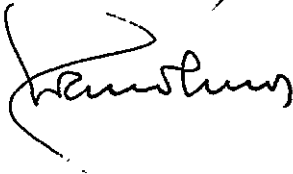
EL SECRETARIO  
D. SANTOSA-CUEVAS



VOCAL  
D. TIMOTEO MARTINEZ



VOCAL  
D. JOAN ILLOS



VOCAL  
D. PEDRO B. MORON

