

IMPACTO DE LAS AUTOPISTAS DE CIRCUNVALACIÓN EN LA ACCESIBILIDAD DEL ÁREA METROPOLITANA DE MADRID¹

POR

JUAN CARLOS GARCÍA PALOMARES

*Introducción: Reestructuración metropolitana, circunvalaciones
y desarrollo urbano sostenible*

El intenso proceso de suburbanización, y posteriormente de dispersión, de la población de las grandes ciudades a la periferia de las mismas, desarrollado fundamentalmente durante el último siglo, dio como resultado la formación de grandes espacios metropolitanos caracterizados por una división funcional entre un espacio central, donde se concentraban las actividades, y una periferia donde se localiza la población. En la actualidad, se han unido la descentralización, o en muchos casos también la dispersión, de las actividades urbanas dando como resultado un fuerte cambio en el modelo territorial de las principales áreas metropolitanas.

El resultado es un espacio cada vez más fragmentado, apareciendo en las periferias metropolitanas parques industriales y empresariales, grandes superficies comerciales o de ocio, además de áreas residenciales

¹ Este trabajo forma parte del Proyecto de Investigación «El impacto de las autopistas de circunvalación en el desarrollo del Área Metropolitana de Madrid» n.º 06/118/1997, financiado por la Comunidad de Madrid y coordinado por el Dr. Javier Gutiérrez Puebla.

Juan Carlos García Palomares. Dpto. de Geografía Humana. Universidad Complutense de Madrid.

dispersas todas ellas entrelazadas por complejos sistemas de autopistas, en lo que algunos autores han dado en llamar *un nuevo paisaje suburbano* (Lowe, 1998), donde uno de los principales indicadores del cambio estructural será *la expansión, sin precedentes, de los límites metropolitanos* (Méndez, R.; 1994).

Por tanto, la evolución seguida por el modelo territorial de las áreas metropolitanas se caracteriza por el paso de un modelo *monocéntrico*, donde la ciudad central concentra la mayor parte de las actividades, a otro modelo que podemos denominar *policéntrico*, en el cual aparecen en la periferia de las ciudades nuevos focos de concentración de las actividades, conocidos como *nuevos espacios centrales*, o, finalmente, a un modelo de *ciudad dispersa* (Comisión de Desarrollo Territorial de la Unión Europea, 1999).

Son numerosos los factores que están en la base de estos procesos de cambio, por una parte existen factores de expulsión, que han motivado la salida de actividades de los centros urbanos. La aparición de externalidades negativas, como los altos precios de suelo o la escasez del mismo, la congestión, ... (Klaassen, 1991) relacionadas con una fuerte aglomeración de actividades. A la vez, existen toda una serie de factores que hacen posible la localización de las actividades en la periferia. Uno de estos es el desarrollo de las tecnologías de la información que están asociadas, como señala G. Giuliano (1998), con los procesos de descentralización metropolitana. Además, el desarrollo de los transportes, apareciendo en las áreas metropolitanas un nuevo modelo de red de transportes, que rompe con el sistema característico de estos espacios metropolitanos donde la principales vías comunicaban el exterior con la ciudad central, de forma que se dota a los espacios exteriores de toda una serie de nuevas vías de circunvalación que no conectan el centro con otros espacios sino que circundan los mismos sirviendo las relaciones entre los propios espacios periféricos, apareciendo en la periferia altos niveles de accesibilidad.

La presencia de las autopistas de circunvalación, unidas al propio proceso de descentralización de las actividades supone un incremento importante de la accesibilidad en la periferia, entendida esta accesibilidad como *la facilidad con que una actividad puede ser realizada desde una determinada localización* (Dalvi, 1974). Los entornos a estas vías, y sobre todo las confluencias entre estas y las autopistas radiales, que comunican la periferia con el centro, se convierten en espacios de

máxima accesibilidad, valorizando su localización y haciéndolos más atractivos para la inversión, de forma que se favorece así la descentralización de actividades (Gutiérrez Puebla, J.; 2000).

Las autopistas de circunvalación se han convertido en uno de los principales elementos estructurantes en los espacios metropolitanos, es entorno a ellas donde empiezan a surgir los nuevos espacios centrales, sirviendo además las comunicaciones entre los mismos.

El desarrollo de este nuevo modelo territorial, apoyado en nuevas vías de transporte privado de gran capacidad como son las autopistas de circunvalación, esta derivando en importantes problemas. Ya en 1975 P. Daniels (citado en Hall, P.; 1991) señalaba como la descentralización de oficinas de los centros urbanos podía desembocar en un incremento de la congestión, al producirse un cambio en las pautas de movilidad, de forma que los viajes radiales a través del sistema de transporte público serían sustituidos por los desplazamientos transversales en vehículo privado. Así, el modelo de ciudad dispersa se va a caracterizar en su movilidad por la diversidad de sus flujos, aumentando de forma importante el flujo de viajes realizados entre los propios espacios periféricos. Estos viajes son, además, cada vez más largos por, como decíamos anteriormente, la gran expansión espacial que sufren estas grandes áreas metropolitanas.

La «ciudad dispersa» propicia unas pautas de movilidad causantes de importantes problemas medioambientales: la dispersión genera un aumento y diversificación de los flujos en las áreas metropolitanas que no pueden ser cubiertos por el sistema de transportes público. Se potencia de ésta forma el uso del vehículo privado en viajes que son más numerosos y cada vez más largos. Los problemas ambientales generados por este modelo de movilidad son graves, destacando un importante proceso de contaminación atmosférica, de consumo energético, de consumo de espacio...

Este modelo territorial, desarrollado con fuerza en las grandes ciudades americanas y al que se encaminan, cada vez más, las periferias de las ciudades europeas, es ambientalmente insostenible. Como la propia Unión Europea señala, es necesario la búsqueda de soluciones y modelos sostenibles para la planificación y el control de la expansión urbana (Comisión de Desarrollo Territorial de la Unión Europea, 1999).

Se trata de canalizar los efectos descentralizadores de las vías de circunvalación, a través de la conjunción entre las políticas de localización

y planificación de infraestructuras con las políticas de usos del suelo, favoreciendo una estructura concentrada y equilibrada, de forma que se reduzcan las distancias entre la población y el empleo, y que fuera posible el acceso peatonal o en transporte público a la mayor parte de las actividades. En el ámbito del transporte urbano y metropolitano una política de transporte sostenible debe poner el acento no en el aumento de la movilidad, sino en la mejora de la accesibilidad para todos, favoreciendo los medios de transporte más respetuosos con el medio ambiente.

La accesibilidad se convierte, así, en el elemento fundamental a la hora de conjugar políticas de desarrollo urbano sostenible, tendentes a reducir los costes económicos, pero también sociales y ambientales, que la evolución de las grandes áreas metropolitanas está produciendo.

En el presente artículo se presentan los resultados de un estudio de la accesibilidad en el área metropolitana de Madrid, y los cambios en dicha accesibilidad con la construcción de nuevas autopistas de circunvalación. Dicho estudio se ha realizado mediante la utilización de Sistemas de Información Geográfica, que nos han permitido el manejo de gran cantidad de información espacial.

Descentralización y nuevas circunvalaciones en la evolución del modelo territorial del área metropolitana de Madrid

Como señala J. Estébanez (1990), *la aglomeración urbana madrileña es la expresión de un modelo de organización territorial segregado y desequilibrado, cuyos elementos básicos se han ido configurando desde finales del s.XIX, y de un modo especial durante los últimos veinte años.*

Ciertamente desde los primeros años de la década de los sesenta se desarrolla un intenso proceso de suburbanización de la población y de las actividades industriales que abandonan un centro cada vez más terciarizado. El crecimiento de la ciudad progresa hacia el exterior, con una forma de crecimiento urbano que se ha denominado «a saltos», cambiándose un signo anterior centrípeto, a uno nuevo centrífugo, que supuso un importante cambio en el modelo territorial de la metrópoli. La ciudad se extiende tan lejos como los medios de transporte permiten los desplazamientos diarios de los llamados «commuters», definiéndose así el área metropolitana como un gran espacio de interrelación, de producción y consumos diarios (Muguruza y Santos, 1990).

A pesar de que a partir de la década de los años noventa se produce una importante reorientación del crecimiento demográfico, el fuerte proceso de reestructuración de la ciudad continúa en esta última década. Así, a la suburbanización de la residencia y de las actividades industriales le siguió después el de otros tipos de actividades, como es, primero, el de las actividades comerciales, a las que la propia dinámica urbana tiende a reubicar en la periferia. Este tipo de actividades deben cubrir unas necesidades de una población que se localiza cada vez más en espacios de desarrollo urbano periférico.

En el caso de estas actividades comerciales la mejora de los accesos y los transportes tienen una gran importancia a la hora de ubicarse o reubicarse, lo que ha hecho que, unido a las necesidades de grandes espacios abiertos, los grandes centros comerciales que han ido apareciendo en la periferia de la metrópoli se localicen en las intersecciones de las principales arterias radiales con las nuevas autopistas de circunvalación metropolitanas (Carrera, M. C.; y Chicharro, E.; 1999). Junto a estos grandes espacios comerciales, a los que les suelen acompañar otro tipo de actividades, especialmente recreativas o de ocio, en lo que se ha denominado centros comerciales integrados, se ubican toda una serie de actividades que aprovechan la nueva centralidad creada.

La importancia que tienen estos grandes centros comerciales localizados en las periferias de las grandes ciudades españolas es tal, que algunos autores señalan como *el incipiente modelo policéntrico que se va consolidando en algunas grandes ciudades españolas —Madrid de forma significativa— se basa en nuevas centralidades de marcado carácter comercial que, a su vez, muestran una acentuada dependencia de la red viaria* (López Lucio, R.; 1994).

Por el contrario, las actividades terciarias de oficinas tenían, hasta mediados de los años ochenta, una localización muy concentrada en determinadas zonas del municipio de Madrid, principalmente en el Paseo de la Castellana, Calle Serrano y la Calle Velázquez, siendo la única aglomeración fuera de estas zonas centrales de la ciudad la confluencia de la M-30 y la Avenida de América (Celada Crespo, 1995), mostrándose ya el peso de las infraestructuras de circunvalación en la localización de este tipo de actividades. Es durante la segunda mitad de los años ochenta cuando comienza, con la superación de la crisis económica, una importante reestructuración económica, que se traduce en una mayor promoción de este tipo de espacios. Además, comienzan a aparecer

estrategias de descentralización productiva por parte de las empresas, con lo que aumenta una paulatina descentralización espacial de este tipo de terciario.

No obstante, las zonas centrales de la ciudad siguen teniendo una elevada preferencia a la hora de la decisión de la localización de este tipo de empresas, especialmente en el caso de las sedes principales de las mismas, así como de determinados sectores dentro de este terciario. Pero a la vez, los incrementos de precios en el espacio central de la ciudad, ya fuertemente saturado, como también la aparición de procesos de deseconomías de aglomeración, favorecen la aparición de decisiones de descentralización espacial.

El proceso de descentralización de este tipo de actividades se denota ya con una cierta consistencia a partir de la década de los noventa, pero no se produce de una forma homogénea por toda la periferia metropolitana, sino que se orienta fundamentalmente hacia espacios muy determinados: la periferia nordeste y noroeste del municipio de Madrid, siendo primeramente la zona norte de la M-30 los lugares preferidos. Posteriormente, el proceso se ha extendido hacia otras zonas, incluso fuera del propio municipio de Madrid: carretera de La Coruña, eje Alcobendas-San Sebastián de los Reyes, etc. (Celada Crespo, 1995).

En todo este proceso de descentralización de actividades hacia la periferia de las mismas tienen, como hemos podido ver, un papel significativo las infraestructuras de transporte, y en especial las autopistas de circunvalación. En la actualidad hay en Madrid dos autopistas de circunvalación completamente cerradas, una interior, que bordea la ciudad central: la M-30 (de 32 km de longitud); y una de carácter externo: la M-40 (con una longitud de 68 km), que discurre entre la ciudad central y el primer anillo de municipios suburbanos. Además se encuentra en construcción una tercera circunvalación, la M-50, que no llegará a cerrarse totalmente por la presencia en el norte del Monte del Pardo.

Aunque ya en el Plan General de Madrid del año 1941 aparecía señalada la construcción de dos circunvalaciones, y más adelante, en el año 1957 la Comisión General para la Ordenación Urbana de Madrid contemplaba *una concepción de la red viaria que resulta, en algunos aspectos, sorprendentemente anticipadora, con una versión bastante aproximada de lo que luego sería la M-40* (Teran, F. de; 1999), no es hasta los años setenta cuando se empieza a construir la M-30 y ya en la

década de los ochenta la M-40, cerrándose totalmente durante la década de los noventa: en 1993 y 1997 respectivamente.

La definitiva construcción de estas nuevas autopistas de circunvalación determina la diferenciación de dos periodos en el desarrollo de la infraestructura viaria del área metropolitana de Madrid. Por un lado, el desarrollo de la misma antes de la década de los años ochenta, caracterizado fundamentalmente por un modelo de fuerte carácter radial, en el que la planificación, aunque aparecieran ya los primeros proyectos de circunvalar la ciudad, se centraba en paliar los estrangulamientos y los problemas de tráfico sufridos en las carreteras radiales que canalizaban los flujos entre las ciudades dormitorio de la periferia metropolitana y la ciudad central. En estos años las principales actuaciones eran la ampliación de dichas autopistas radiales, así como la construcción de variantes que salvarán los núcleos de las ciudades dormitorio. El segundo de estos periodos, a partir de la década de los noventa, se caracteriza fundamentalmente por el desarrollo de un modelo viario radioconcéntrico con la incorporación a este sistema radial de las dos circunvalaciones actuales. Como la propia Consejería de Política Territorial (1991) señalaba, con la construcción de este tipo de vías el objetivo principal que se busca *consiste en la transformación del actual carácter radial de la red, creando para ello las oportunas vías orbitales de distribución, que cumplan el doble papel de articular la red en un conjunto y canalizar los distintos tipos de tráfico existentes en la región.*

El proceso de descentralización de las actividades a la periferia del área metropolitana, que se ha apoyado fundamentalmente en el desarrollo de las infraestructuras de transporte por carreteras, ha creado un espacio segregado, en el que se ha multiplicado, a la vez que diversificado, la movilidad tanto de personas como de mercancías, provocando importantes problemas ambientales y económicos que perjudican seriamente la calidad de vida de la población madrileña.

Las diferentes políticas actuales buscan un nuevo modelo territorial en el que aparece como objetivo principal el reequilibrio entre vivienda y empleo. Es necesario *un modelo de organización territorial que satisfaga al tiempo la necesidad de un cierto equilibrio entre el empleo y la residencia, relacione la variedad de los asentamientos residenciales y productivos con la accesibilidad de la red de comunicaciones* (Consejería de Política Territorial, 1995), pero también entre residencia

y otras actividades fundamentales, como el ocio y servicios: el objetivo 8 del *Plan de Estrategia territorial. Bases* (Consejería de Política Territorial, 1996) dice: *facilitar la contracción de las distancias, hoy divergentes, del polinomio de relaciones residencia-ocio-servicios.*

En la consecución de estos objetivos de reequilibrio entre residencia y empleo, o residencia y servicios, juega un papel fundamental la dotación de unos niveles de accesibilidad homogéneos a todas las áreas de la metrópoli de Madrid. Estos niveles de accesibilidad eran, como se puede deducir fácilmente, muy desiguales en el anterior modelo territorial, con un centro muy accesible y unas periferias que, por el contrario, carecían de unos niveles de accesibilidad adecuados. Así, en los sucesivos planes uno de los objetivos fundamentales es el dotar de una accesibilidad alta a todo el territorio, de tal forma que en el Plan de Estrategia Territorial de 1997 se señala: *distinguiendo conceptualmente entre movilidad y accesibilidad, el NPG se manifiesta claramente a favor del incremento de esta última, que se constituye en uno de los objetivos fundamentales, a conseguir tanto a través de la creación de cercanía o proximidad como del racional fomento del transporte colectivo.*

Aplicación de Sistemas de Información Geográfica al estudio del impacto de las nuevas circunvalaciones en la accesibilidad del área metropolitana de Madrid

Hemos visto, en los apartados precedentes, como existe una importante relación entre infraestructuras y localización de actividades, entre transporte y estructura urbana. En todo este proceso la clave estriba en la variable accesibilidad, de tal manera que la distribución de forma desigual y cambiante de la accesibilidad sobre el espacio urbano, y su evolución sobre el territorio condiciona las pautas del desarrollo urbano (Gutiérrez Puebla, J.; 1991).

El concepto de accesibilidad no es fácil de definir. Esta dificultad deriva de su utilización en diferentes sentidos. Fundamentalmente, existen dos grupos de definiciones y, por tanto, de medidas de accesibilidad: por un lado aquellas en las que se vincula la accesibilidad únicamente a la distancia espacial que separa los diferentes puntos del espacio. Un segundo tipo de definiciones, más aceptado que el anterior, sería aquel que

relaciona la accesibilidad con las actividades. En este caso la accesibilidad se define esencialmente como la facilidad con la que las distintas actividades pueden ser alcanzadas desde una determinada localización usando un sistema particular de transporte.

Tomando este último tipo de definiciones del concepto de accesibilidad como el más válido la medida de la accesibilidad dependerá básicamente de dos factores: de cuáles sean los destinos sobre los que es estimada, y de la clase de interacción que es deseada. Es necesario, de este modo, al emprender un estudio de accesibilidad definir primero tres elementos: cuál es el sistema de transportes considerado, cuál la variable de distancia a utilizar, y finalmente, qué actividades queremos alcanzar.

En este apartado pretendemos ver cuales son los cambios que se han producido en la accesibilidad de los espacios periféricos del área metropolitana de Madrid con la construcción de autopistas de circunvalación, así la accesibilidad será calculada para el sistema de transporte por carretera. En los cálculos de accesibilidad nos vamos a apoyar en un Sistema de Información Geográfica, en este caso Arc/Info y ArcView, que nos van a permitir realizar los cálculos de diferentes indicadores de accesibilidad y los diferentes cambios producidos en los mismos; a la vez que podemos cartografiar toda esta información.

La accesibilidad es calculada para tres momentos temporales diferentes: un primer momento el que se considera la existencia de una única circunvalación: la M-30. Un segundo momento en el que se consideran dos circunvalaciones: la M-30 y la M-40. Finalmente, en un tercer momento temporal se va a considerar como terminada la futura M-50. Una vez realizados los cálculos para cada uno de esos momentos temporales se procede a la comparación de los resultados, de forma que podamos ver los efectos que tiene la construcción de la M-40 sobre la situación de partida, o de la futura M-50 sobre la situación actual.

A la vez, se ha tomado para el cálculo de la accesibilidad un indicador, el *tiempo medio ponderado*, que considera no solo el efecto de las infraestructuras sino también la distribución de las diferentes actividades en el territorio. Así, la accesibilidad es calculada al empleo, desagregándose este en cuatro grandes tipos, intentando en la elección de los mismos tomar categorías significativas tanto por su fuerte peso como generadoras de desplazamientos como por su diferente distribución espacial dentro del área metropolitana.

Ámbito de estudio, datos de partida y cálculos de indicadores de accesibilidad

Como límite del área metropolitana de Madrid se ha considerado el establecido por la Encuesta Domiciliaria de Movilidad Origen-Destino realizada en el año 1987/88 por el Consorcio de Transportes de la Comunidad de Madrid. Según ésta delimitación el área metropolitana estaría formada por el municipio de Madrid al que se suman un total de 48 municipios metropolitanos. Este límite era el límite exterior de la corona tarifaria B3 del Consorcio de Transportes para este año 1988. Con el fin de analizar los resultados de la accesibilidad se presentan para esos 48 municipios y para los 21 distritos del municipio de Madrid agrupados, a su vez, en 4 coronas a partir de las autopistas de circunvalación: el interior de la M-30; entre la M-30 y la M-40; entre la M-40 y la M-50, y el exterior de la M-50.

Decíamos arriba que el tiempo medio ponderado considera a la hora de calcular la accesibilidad tanto el papel de las infraestructuras de transporte como la distribución en el territorio de aquellas actividades que quieren ser alcanzadas; necesitaremos, por tanto, dos tipos de datos de partida, por una parte datos que nos proporcionen información sobre los costes de viaje o desplazamiento entre los distintos puntos del territorio a través de la red de transporte, en este caso de la red de carreteras. Por otra, datos referentes a la distribución espacial de aquellas actividades que quieren ser alcanzadas.

El coste de desplazamiento está referido en el indicador propuesto a unidades de tiempo, son los tiempos necesarios para superar cada uno de los tramos (arcos en el S.I.G.) de la red. Para conocer cuál es el valor de este tiempo se parte de los datos de velocidad de los diferentes tramos tomados del *Mapa de Velocidades Medias* realizado por el Ayuntamiento de Madrid, completándose, en aquellos tramos donde no teníamos información a través de dos métodos: por un lado, se utilizó la técnica conocida como del vehículo flotante —introduciendo en el flujo un vehículo a una velocidad tal que adelante tantos vehículos como le adelanten a él, y realizándose dicha prueba en diferentes momentos temporales, tomándose como velocidad media de ese arco la media de las diferentes velocidades a las que el vehículo flotante circulaba—. En otros casos, la velocidad media ha sido obtenida a partir de estimaciones (es el caso de la futura M-50) en las que se tienen en

cuenta características como el tipo de vía, el número de carriles, o el grado de congestión.

A partir de estos datos de velocidad y conocida la longitud de los diferentes arcos se calculan los tiempos necesarios para superar la distancia entre los diferentes centroides de la red (aquellos nodos que concentran las actividades a alcanzar) y el resto de los nodos de la red, mediante la realización de lo que se conoce como *caminos mínimos*. Según estos caminos mínimos se toma como tiempo desde un nodo a un determinado centroide la suma de los tiempos de los arcos que unen a estos de la forma más rápida posible.

En la elección de los caminos mínimos en tiempo de viaje se ha considerado también un valor de ponderación en función del tipo de vía. Lo que se trata es de valorar la importancia que tiene determinadas características de los diferentes tipos de vías en la elección de las mismas en las rutas que sigue la población en sus diferentes desplazamientos. Así, se intentan valorar factores subjetivos como la comodidad, la seguridad en la conducción, o el conocimiento de la red, de forma que los tiempos de viajes son ponderados por el tipo de vía de que se trate, intentando que se valore más, en la elección de los caminos mínimos, el que se trate de una vía de gran capacidad, autopista, a que se trate de una vía secundaria o una vía del interior de la ciudad urbanizada.

El dato de los tiempos de viaje de estos caminos mínimos, considerando además este factor del tipo de vía, es lo que llamamos *impedancia*, y será el valor a considerar como coste de viaje a la hora de realizar el cálculo de la accesibilidad para los distintos puntos.

Para cada uno de los arcos vamos a tener tres datos de velocidad en función de los tres momentos temporales que se proponen, ya que el tiempo de viaje cambiará con la aparición de la M-40 primero, y posteriormente con la M-50. Estos cambios provienen de las nuevas posibilidades que nos permiten estas nuevas vías, con lo que los caminos mínimos serán otros. Al final lo que tenemos son tres bases de datos, una para cada uno de los momentos temporales con los que estamos trabajando, con los tiempos entre todos los nodos con cada uno de los 69 centroides seleccionados, que representan los 48 municipios del área metropolitana y los 21 distritos del municipio de Madrid.

En los tiempos de viaje se ha tomado como tiempo de desplazamiento dentro de un mismo centroide y por tanto como tiempo mínimo el de 5 minutos, tiempo medio de lo que se denomina *tráfico de agita-*

ción. El sistema al calcular este tiempo del desplazamiento dentro de un mismo nodo, como dijimos, a partir de la longitud de los arcos establece como tiempo de viaje entre un centroide y ese mismo centroide de 0, lo que por una parte no es real al no tener en cuenta ese tráfico de agitación, y por otra, nos impide tener en cuenta también el peso que tienen las actividades de un centroide en la accesibilidad final de ese mismo centroide, ya que en el cálculo de accesibilidad al relacionar un tiempo 0 con las actividades el valor sería 0, o lo que es lo mismo: asumir que las actividades disponibles en ese nodo no son accesibles para la población residente en el mismo, algo que es totalmente falso.

Además de este dato de tiempo, que refleja el papel de la infraestructura en el valor de la accesibilidad necesitamos datos que reflejen la importancia que tiene la diferente distribución espacial de aquello que queremos alcanzar. En este caso de la distribución del empleo, para ello se parte de los datos de empleo facilitados por el Consorcio de Transportes de la Comunidad de Madrid y obtenidos a partir de la *Encuesta Domiciliaria de Movilidad* realizada en 1996².

En el caso del empleo los datos están siempre referidos a una misma fecha concreta: 1996, siendo la misma para las tres situaciones definidas en el caso de las infraestructuras de transporte. De esta manera, los cambios en la accesibilidad muestran únicamente el efecto que sobre esta tienen las circunvalaciones. Con la elección de este año 1996 se ha intentado buscar una situación intermedia entre la construcción de las tres circunvalaciones. En este año nos encontramos con que esta ya construida la M-30 y a punto de cerrarse completamente la M-40, a la vez que se han empezado ya algunos tramos de la M-50. Es este también un momento en el que el proceso de descentralización del empleo tiene una gran importancia.

La encuesta domiciliaria establece doce categorías de tipo de empleo, las cuales ha sido necesario reducir a cuatro en este trabajo para el cálculo de los indicadores de accesibilidad. El primero de los grupos sobre los que se calcula la accesibilidad es el que la encuesta denomina *Industria, energía y agua*. Un segundo tipo de empleo utilizado es el de-

² Hay que decir que el presente artículo se enmarca dentro de un trabajo más amplio en el que se han considerado además otro tipo de datos referidos a movilidad que salen de esta misma Encuesta Domiciliaria de Movilidad, por lo que, a pesar de que se hubiera podido buscar en este caso del empleo otro tipo de fuentes, se optó por mantener un mismo origen en la mayor parte de los datos.

finido en la encuesta como *Administración pública, defensa y servicios sociales obligatorios*. Los otros dos grupos con los que aquí se trabaja provienen de la combinación de diferentes tipos establecidos en la encuesta, por un lado se ha tomado como un solo grupo el formado por los tipos definidos como *Comercios, talleres y reparaciones*, y el de *Hoteles, restaurantes y bares*. Por otro, se establece un último grupo en el que se suman los tipos definidos por la encuesta como *Banca, intermediación financiera y seguros* y el de *Actividades inmobiliarias y alquiler, servicios prestados a las empresas*.

A la hora de agrupar estos dos últimos tipos nos apoyamos en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) desarrollada por la ONU en 1968 en la que establece en su sexta categoría de actividades económicas al *Comercio al por mayor y por menor, restaurantes, hoteles y reparaciones*, así como el octavo de los grupos propuestos en esta misma clasificación es el de *Establecimientos financieros, seguros, bienes e inmuebles y servicios a las empresas*. Esta clasificación es muy similar a la Clasificación Nacional de Actividades Económicas elaborada por el INE en 1975 (Moreno, A. y Escolano, S.; 1992), y en la que se apoya la clasificación realizada por el Consorcio de Transportes.

La elección de estos cuatro grupos ha intentado tomar categorías significativas por su fuerte peso como generadoras de desplazamientos, así como por su diferente distribución espacial dentro del área metropolitana. De esta forma se han seleccionado dos categorías que presentan una fuerte concentración espacial en el interior del primer cinturón metropolitano: la *Administración pública...*, y la *Banca, intermediación financiera...* Otra que, aún estando concentrada en este mismo sector, presenta una dispersión mayor que las anteriores, como es el tipo *Comercio...* Y una final, el empleo en *Industria...*, que presentan una distribución espacial mucho más homogénea por el área metropolitana (ver figura nº 1).

Con estos datos: tiempos de viaje y distribución del empleo, podemos obtener ya el tiempo medio ponderado para cada uno de los puntos considerados. El tiempo medio ponderado se calcula como la media del tiempo de viaje entre un punto del espacio y aquellos en los que se concentra el empleo, ponderada por el peso del empleo en estos últimos. Los resultados se expresan en unidades de tiempo de viaje lo que nos permite una fácil interpretación. La expresión matemática es la siguiente:

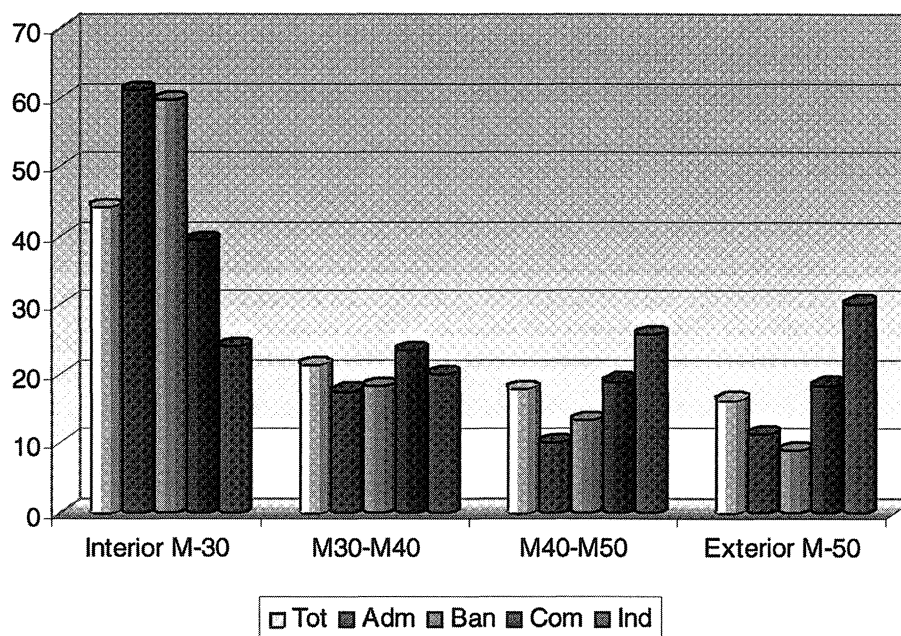


FIG. 1.—Distribución del empleo según tipos.

$$A_i = \frac{\sum_j (T_{ij} \cdot M_j)}{M_t}$$

Donde:

A_i es el tiempo medio ponderado por el nodo i .

T_{ij} es el tiempo de viaje entre el nodo i y el nodo j .

M_j son las actividades disponibles en el nodo de destino j .

M_t son las actividades disponibles en todo el area de estudio.

Este indicador de accesibilidad ha sido calculado para cada uno de los nodos de la red, en los tres momentos temporales: con únicamente la circunvalación M-30 para los 784 nodos que forman la red, para los 798 nodos que la forman al introducir la M-40, y finalmente para los 809 que forman la red si consideramos las tres circunvalaciones. Entre estos nodos están los 69 sobre los que se han referido los datos de población y empleo, y a los que se les ha denominado centroides.

Así, la accesibilidad de cada uno de los nodos se ha obtenido en diferentes hojas de cálculo a partir de los datos de empleo de los 69 centroides y de los tiempos de viaje entre estos y cada uno de los nodos de la red. Una vez calculado los resultados se han llevado al S.I.G., siendo introducidos en las tablas de atributos de nodo que forman la red. Con estos datos se han realizado mapas a partir de los límites administrativos de los centroides tenidos en cuenta (distritos del municipio de Madrid y el resto de los municipios del área metropolitana), realizándose mapas coropléticos a partir de los resultados obtenidos. El S.I.G. utilizado para la realización de estos mapas ha sido ARC/VIEW, en su versión 3.1.

Una aproximación a los resultados de accesibilidad obtenidos

Los resultados obtenidos se presentan resumidos según coronas en cinco cuadros estadísticos en los que se recoge, por una parte, la situación de accesibilidad en cada uno de los tres momentos temporales definidos (cuadros I a III) para los cuatro grupos de empleos seleccionados así como para el empleo total, complementándose esta información con otros dos cuadros que recogen los cambios introducidos entre las situaciones M-30 y M-40, y las situaciones M-40 y M-50 (cuadros IV y V). Además, se ha incluido en todos estos cuadros la media de la accesibilidad total en el territorio para cada grupo de empleo, al igual que los coeficientes de variación que presentan cada una de esas distribuciones de accesibilidad, y los cambios en los mismos.

CUADRO I

TIEMPOS MEDIOS PONDERADOS (situación M-30)

	Media	C. V.	Interior M-30	M-30/M-40	M-40/M-50	Exterior M-50
Industria	25,73	24,32	19,30	18,82	22,32	30,50
Comercio	25,49	26,90	17,17	17,82	22,11	30,88
Banca	25,46	29,92	14,80	17,07	21,86	31,66
Admón. pública	25,16	29,51	14,59	16,99	21,71	31,22
Empleo total	25,43	27,49	16,45	17,57	21,91	31,07

Estudios Geográficos, LXII, 243, 2001

CUADRO II

TIEMPOS MEDIOS PONDERADOS (situación M-40)

	Media	C. V.	Interior M-30	M-30/M-40	M-40/M-50	Exterior M-50
Industria	21,81	26,55	17,30	15,56	17,45	26,37
Comercio	22,03	29,02	15,46	14,96	17,69	27,27
Banca	22,47	31,71	13,47	14,73	18,09	28,45
Admón. pública	22,30	31,39	13,29	14,69	18,10	28,17
Empleo total	22,12	29,60	14,87	14,88	17,73	27,57

CUADRO III

TIEMPOS MEDIOS PONDERADOS (situación M-50)

	Media	C. V.	Interior M-30	M-30/M-40	M-40/M-50	Exterior M-50
Industria	20,65	24,89	17,28	15,49	16,63	24,50
Comercio	21,12	27,29	15,44	14,91	17,06	25,80
Banca	21,80	30,55	13,46	14,70	17,64	27,37
Admón. pública	21,65	30,32	13,26	14,64	17,65	27,13
Empleo total	21,28	28,14	14,384	14,81	17,15	26,22

Los valores de las medias indican una mejor o peor situación en la accesibilidad a un determinado tipo de empleo para un momento temporal concreto, diferenciado aquí por la presencia de una, dos o tres circunvalaciones. Esta mejor situación de accesibilidad sería entendida en términos de *eficiencia* del sistema, es decir, la situación en la que el sistema de transporte nos proporciona una mejor accesibilidad global en todo ese espacio. Esta mejor situación en relación a la eficiencia del sistema puede estar reñida, y lo veremos más adelante, con la mejor situación de accesibilidad desde una perspectiva de *equidad*, donde la mejor situación de accesibilidad sería aquella en la que las diferencias entre la accesibilidad de los distintos espacios fueran mínimas.

Por tanto, hablamos de *eficiencia* o *eficacia* cuando el sistema de transportes se relaciona con la distribución de las actividades de una for-

ma tal que la accesibilidad media total de ese espacio presenta valores altos. Mientras, hablamos de *equidad* cuando la relación entre el sistema de transporte y la distribución de las actividades producen un reparto espacial de la accesibilidad homogéneo, de forma que no aparecen importantes desigualdades en la accesibilidad de unos puntos u otros de ese espacio.

Así, si nos fijamos en el valor de la media de la accesibilidad podemos ver como la mejor situación de accesibilidad en la situación de partida se presenta en el caso del empleo en Administración pública, mientras que la peor situación es para el empleo en Industria (ver Cuadro I). Por el contrario, tanto para la situación con dos circunvalaciones (ver Cuadro II), como con tres circunvalaciones (ver Cuadro III) la mejor eficacia del sistema se produce en el empleo en Industria, mientras ahora la peor situación se da en el caso del empleo en Banca.

Si descendemos al análisis de la accesibilidad según coronas vemos como en la situación inicial de partida M-30 existen fuertes diferencias en la accesibilidad de la primera corona de forma que se presentan tiempos bajos en los empleos que presentan una concentración importante en dicha corona (Banca y Administración pública), mientras que los empleos que presentan una distribución espacial más periférica (Industria) presentan unos tiempos para esta primera corona mucho peores. Estas diferencias, aunque disminuyen, son todavía notables en las dos coronas intermedias, mientras que en la última, aunque es en el caso de la Industria donde se dan los mejores tiempos para los cuatro tipos analizados, se presentan en todos los casos valores de tiempos muy altos.

En las dos situaciones restantes, tanto con dos circunvalaciones como con tres, la situación de fuerte disparidad en el caso de la accesibilidad de la primera corona sigue presente, pues, la reducción de los tiempos es muy similar para todos los casos (ver Cuadros IV y V). Por el contrario, las diferencias se reducen de forma significativa para la segunda corona, y especialmente en el caso de la tercera corona, donde los tiempos al empleo industrial son ahora inferiores a los presentados por el resto de los tipos analizados, aumentado la diferencia entre este y el resto en la última de las coronas metropolitanas.

Todo ello se refleja de forma significativa en las tablas de cambios (Cuadros IV y V). De forma que podemos ver como los cambios tanto con la M-40, como con la M-50, son muy similares para la primera corona

CUADRO IV

CAMBIOS EN LOS TIEMPOS MEDIOS PONDERADOS
ENTRE LA SITUACIÓN M-30 Y LA SITUACIÓN M-40 (en %)

	Media	C. V. ¹	Interior M-30	M-30/M-40	M-40/M-50	Exterior M-50
Industria	15,24	-9,17	10,40	17,35	21,81	13,56
Comercio	13,57	-7,88	9,95	16,03	19,99	11,69
Banca	11,74	-5,98	9,01	13,74	17,26	10,14
Admón. pública	11,37	-6,37	9,93	13,54	16,65	9,75
Empleo total	13,02	-7,68	9,58	15,32	19,13	11,25

¹ El signo negativo indica un crecimiento del coeficiente de variación.

CUADRO V

CAMBIOS EN LOS TIEMPOS MEDIOS PONDERADOS
ENTRE LA SITUACIÓN M-40 Y LA SITUACIÓN M-50 (en %)

	Media	C. V.	Interior M-30	M-30/M-40	M-40/M-50	Exterior M-50
Industria	5,32	6,25	0,12	0,39	4,69	7,06
Comercio	4,13	5,96	0,16	0,37	3,56	5,41
Banca	2,98	3,66	0,10	0,16	2,47	3,79
Admón. pública	2,91	3,41	0,20	0,33	2,48	3,69
Empleo total	4,93	4,93	0,22	0,47	3,24	4,91

en todos los tipos de empleo analizados, mientras que a medida que nos alejamos del centro los cambios son mucho más importantes en aquellos tipos de empleos que presentan un proceso de descentralización más desarrollado. A la vez, observando estas tablas de cambios puede verse como los cambios más importantes se dan, como es lógico, en las coronas contiguas a la nueva circunvalación pero siendo más significativos en las coronas exteriores a las mismas.

Todos estos cambios son mucho más importantes con la introducción de la M-40 que con la introducción de la M-50. Estos cambios mayores con la M-40 se deben a su posición intermedia por lo que afecta a localizaciones importantes de empleo que se localizan tanto entre la se-

gunda como la tercera corona. Pero también, la M-40 mejora la accesibilidad de los espacios más centrales, al aliviar la congestión de la circunvalación interna M-30. La introducción de la circunvalación M-50 se produce sobre una situación en la que ya hay unos buenos niveles de accesibilidad en la mayor parte del espacio metropolitano, proporcionados por la M-40. Va a afectar especialmente a los municipios de la última corona, mientras en las otras coronas (especialmente las dos primeras) apenas si tiene efectos indirectos.

Por tanto, con una red que presente un marcado carácter radial, como es el caso de la situación de partida M-30 en el área metropolitana de Madrid, la mejor situación de accesibilidad la tenemos con una distribución del empleo espacialmente concentrada en la ciudad central, allí donde confluyen las vías radiales. Por el contrario, con este mismo tipo de red radial, la peor situación es para la accesibilidad calculada sobre distribuciones de empleo que presentan unos valores más altos en los espacios más periféricos del área metropolitana.

Este tipo de sistemas radiales beneficia las localizaciones centrales, en donde confluyen las principales vías radiales, mientras las localizaciones más periféricas tienen unas importantes deficiencias en el servicio que la red les ofrece. Una concentración fuerte de empleo en esos espacios centrales va a dar como resultado unos niveles de accesibilidad fuertes en los mismos, que compensan la baja accesibilidad de los espacios más periféricos. Sin embargo, una distribución del empleo mayor en la periferia determina una accesibilidad menor en el centro, que no es compensada por el aumento de la accesibilidad que se produce en la periferia, de manera que la accesibilidad de estos espacios periféricos sigue siendo muy baja por las pocas posibilidades de relación entre dichos espacios que este sistema de infraestructura radial permite.

Sin embargo, una red de carreteras radio-concéntrica, en este caso con tres circunvalaciones metropolitanas, presenta una mejor situación de accesibilidad inversa, es decir con una distribución del empleo que prime más las localizaciones en el exterior del área metropolitana, de forma que se da buena accesibilidad en los espacios periféricos, ahora servidos por estas circunvalaciones externas que facilitan sus relaciones; a la vez, los espacios centrales, aunque tengan una peor accesibilidad, conservan una accesibilidad relativamente buena, relacionada con dicha posición central.

Hasta aquí, hemos estado hablando de mejor accesibilidad en términos de *eficacia*. No obstante, como decíamos arriba, ésta mejor situación de accesibilidad puede ser engañosa si hablamos en términos de *equidad*, si tomamos como mejor situación de accesibilidad para un determinado espacio aquella que presente un reparto más homogéneo de sus valores, aquella donde las diferencias entre las zonas que presentan los mejores niveles de accesibilidad y las que presentan los peores niveles de accesibilidad sean las menores. Para conocer estas diferencias en las distribuciones de la accesibilidad para los diferentes tipos de empleo, y entre los diferentes momentos temporales, se han obtenido los valores de los *Coefficientes de Variación* de todas las distribuciones de accesibilidad calculadas.

El reparto espacial más homogéneo de la accesibilidad, aquel en el que las diferencias entre los espacios que gozan de la mejor accesibilidad y los que poseen los peores niveles de accesibilidad son las menores, se produce con distribuciones de empleo que tienen valores altos de concentración en los espacios periféricos (Industria), mientras que las situaciones donde esas diferencias entre espacios con buena accesibilidad y espacios con mala accesibilidad son mayores coinciden con una distribución espacial del empleo más concentrada en los espacios centrales (como es el caso de los valores del empleo en Banca o en Administración).

La aparición de una nueva circunvalación, la M-40, en un sistema radial de infraestructuras, como podemos considerar la situación de partida, nos hace pensar en un aumento de la equidad en el reparto de la accesibilidad, al proporcionar esta nueva circunvalación nuevas posibilidades de relación en los espacios periféricos, beneficiando por tanto a los que estaban en una situación de accesibilidad peor. Sin embargo, los coeficientes de variación calculados en los tiempos medios ponderados muestran, con la introducción de la M-40, la situación contraria: se produce en todos los índices calculados un aumento de los coeficientes de variación en la situación M-40. La construcción de la M-40 produce un aumento de la accesibilidad mayor en aquellos espacios que tienen una buena accesibilidad que en los que la accesibilidad es peor, de manera que la diferencia entre los espacios que concentran buenos niveles de accesibilidad y los que tienen una mala accesibilidad es mayor. Si nos fijamos en los porcentajes de cambio de estos coeficientes de variación vemos que los mayores aumentos de esta desigualdad se producen en la accesibilidad calculada sobre los empleos que presentan una

distribución espacial más periférica, mientras que los menores aumentos en esta desigualdad se producen en los empleos que están fuertemente concentrados en los espacios centrales.

No obstante, la importancia que la construcción de la M-40 tiene a la hora de mejorar la situación de accesibilidad está si tomamos los valores de la media y el coeficiente de variación juntos. Así, aunque la M-40

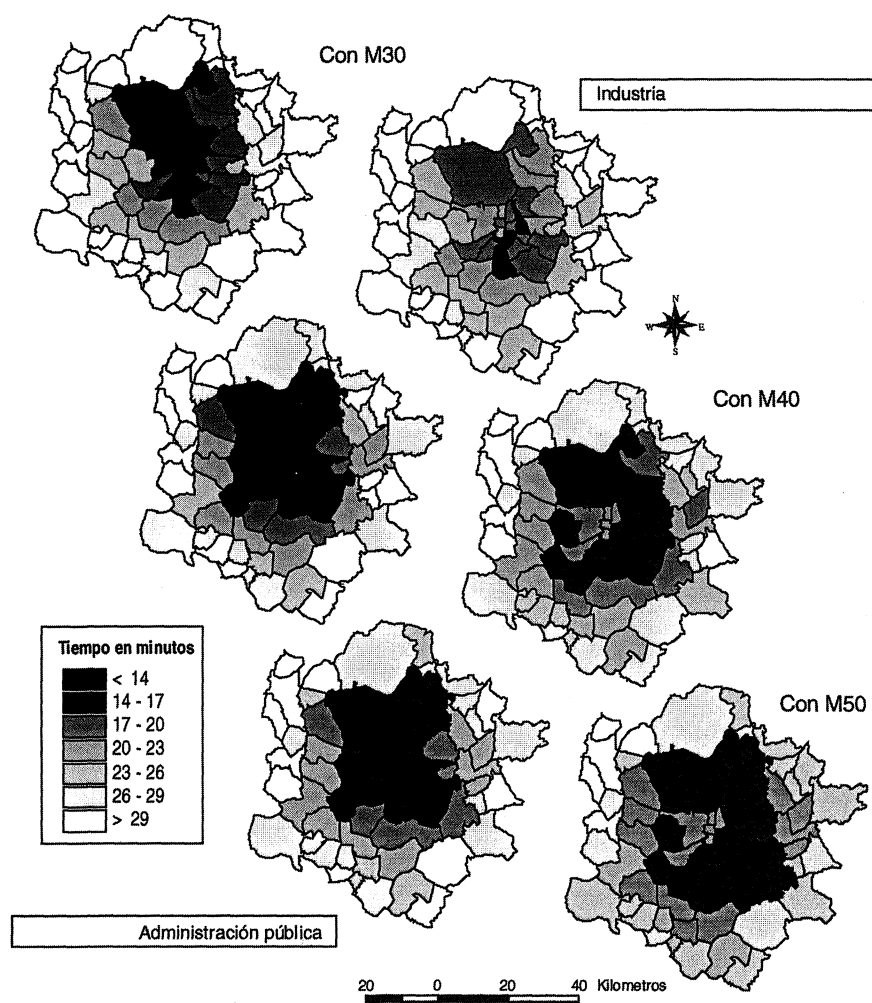


FIG. 2.—Distribución de la accesibilidad para los empleos en Administración pública e Industria.

introduce un aumento de la desigualdad en la distribución de la accesibilidad, ésta se produce en una situación de fuerte aumento de las condiciones de accesibilidad de todo el área metropolitana, como se refleja en las importantes mejoras en todos los tiempos calculados. Por ello, aunque la M-40 aumente las diferencias entre los espacios que poseen una mayor accesibilidad y los que tienen menor accesibilidad, también produce un aumento importante de la accesibilidad de esos espacios que antes tenían niveles de accesibilidad muy bajos, y que ahora, aunque la diferencia con los mejor dotados sea incluso mayor tienen una accesibilidad más aceptable.

La construcción de la circunvalación exterior M-50 afecta fundamentalmente a las coronas exteriores del área metropolitana, mientras que la accesibilidad de las áreas centrales, especialmente las de la primera corona apenas si crece. El resultado es no sólo un aumento de la accesibilidad en lo que a la media se refiere sino también de la equidad, al ser los espacios con peor accesibilidad los únicos que presentan crecimientos notables de la misma. No obstante, a pesar de este descenso de los coeficientes de variación respecto a los mismos para la situación con dos autopistas de circunvalación, los valores siguen estando por encima de los que se presentaban en la situación de partida.

Lo que se refleja, en definitiva, son dos situaciones de accesibilidad muy diferentes entre los grupos de empleos que presentan una concentración todavía importante en la ciudad central, y aquellos que por el contrario han sufrido ya un importante proceso de descentralización. Esta situación queda patente en las Figuras 2 y 3, donde se representan cartográficamente las distribuciones de accesibilidad para los tres momentos temporales considerados en el caso de los empleos en Administración pública por un lado y de Industria por otro.

Consideraciones finales

Normalmente, tendemos a asociar la medida de la accesibilidad con el nivel de servicio de las infraestructuras. Sin embargo, hemos podido ver que ésta no sólo depende de dichas infraestructuras sino también de la propia distribución de aquello que quiere ser alcanzado, y de la relación de esta distribución con el sistema de transportes. De tal forma, la accesibilidad de un determinado punto del espacio a una determinada

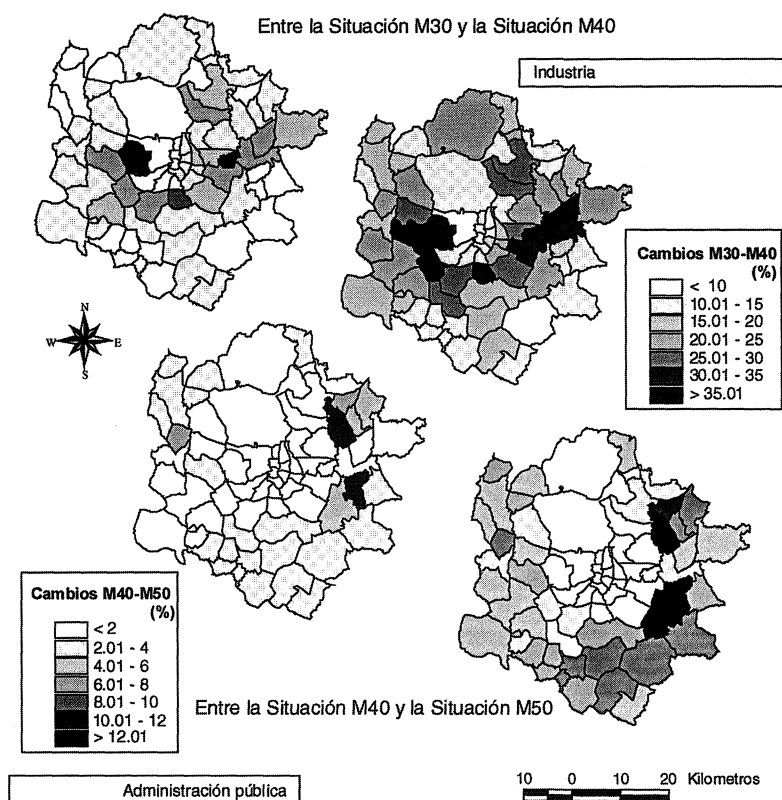


FIG. 3.—Cambios en la accesibilidad para los empleos en Administración pública e Industria.

actividad es máxima, aún careciendo de infraestructuras que le conecten con el resto del espacio, si este concentra en sí mismo la totalidad de dicha actividad.

En los espacios metropolitanos la distribución de las diferentes actividades no es homogénea, sino que presenta múltiples diferencias, por lo que con un mismo sistema de transportes, la accesibilidad de un mismo punto puede variar en función de aquello que quiere ser alcanzado. A la vez, el propio servicio del sistema de transportes presenta, también, importantes diferencias espaciales, apareciendo espacios con una buena dotación de infraestructuras de transporte y otros donde aparecen importantes deficiencias de los mismos.

Podemos pensar que la distribución homogénea de accesibilidad sobre el espacio será aquella que presente una distribución homogénea de las infraestructuras de transporte, a la vez que una distribución, también homogénea, de aquello que quiere ser alcanzado. Sin embargo, tampoco aquí aparece una situación de accesibilidad homogénea, al contrario, el centro de dicho espacio presentaría un máximo de accesibilidad, dado que en igualdad de condiciones en los dos elementos mencionados, la proximidad al resto del espacio se convierte en factor determinante, de manera que el centro es el punto más próximo al resto del espacio, desde este espacio central la accesibilidad descendería en coronas concéntricas a medida que no alejáramos de este espacio central, hasta presentar los peores valores en el límite exterior de dicho espacio.

En el caso de estudio aquí presentado se han considerado, en relación con el sistema de transportes, tres diferentes situaciones, en las que partiendo de una situación manifiesta de desigualdad (situación de partida, M-30), donde el transporte servía especialmente un único tipo de relaciones (las relaciones entre el centro y el resto del espacio), se han introducido nuevas vías de gran capacidad que sirven relaciones muy diferentes a las anteriores (relaciones entre los espacios periféricos). Las situaciones con dos autopistas de circunvalación, y especialmente la situación con tres autopistas de circunvalación, presentan una mayor igualdad en el servicio de la red de infraestructura viaria.

Con estas tres situaciones lo lógico es pensar como la aparición de las autopistas de circunvalación van a suponer un aumento de la igualdad en la distribución de los niveles de accesibilidad, por la que el reparto de la accesibilidad con la M-40 será más homogéneo espacialmente que en el caso de la situación de partida, así como en el caso de la situación con tres circunvalaciones el reparto será aún más homogéneo que para la situación intermedia. Sin embargo, hemos visto, a partir de los resultados obtenidos como esta situación no se produce, sino al contrario, la M-40 introduce una desigualdad mayor de la que encontrábamos en la situación de partida. Mientras, la M-50, aunque si tiende en todos los casos a homogeneizar la accesibilidad espacial, no repone en muchos casos el nivel de desigualdad introducido por la M-40.

La aparición de una autopista de circunvalación en la red de carreteras de un determinado espacio metropolitano no produce necesariamente un incremento de la igualdad en los niveles de accesibilidad,

sino que depende de la localización que esta tome respecto aquello que quiere ser alcanzado. Así, como se ha visto en el caso madrileño, cuando la nueva circunvalación se localiza próxima a espacios que tenían ya una buena accesibilidad esta incrementa los valores de los mismos aumentando así la diferencia entre estos y el resto del espacio metropolitano.

A la vez, aquellas circunvalaciones que, como en el caso de la M-50, atraviesan espacios donde la accesibilidad era mala o muy mala crean toda una serie de nuevas posibilidades en estos espacios periféricos que pueden atraer a los mismos un número importante actividades, con lo que en un principio su efecto no puede ser significativo, pero si posteriormente. No debemos olvidar que estamos inmersos en un fuerte proceso de descentralización metropolitana, donde se buscan aquellos espacios que presenten unas infraestructuras importantes de transporte. En estos casos se produciría un primer incremento de la accesibilidad por la construcción de la vía, y un segundo incremento de la accesibilidad, más tardío, como consecuencia de la relocalización de las actividades en el entorno de la nueva vía.

Por tanto, en el área metropolitana de Madrid, los nuevos niveles de accesibilidad que hemos analizado van a mostrar un nuevo escenario, muy presente en el desarrollo del proceso de relocalización, descentralización, de actividades en el que estamos inmersos. Como hemos visto, en la comprensión del nuevo modelo territorial que se está desarrollando en las grandes áreas metropolitanas la accesibilidad es uno de los factores clave en la ubicación de las actividades en la periferia de las mismas, y en la formación de los nuevos subnúcleos característicos de las ciudades policéntricas.

Los resultados obtenidos muestran como las nuevas infraestructuras dotan a los espacios periféricos de unos mejores valores de accesibilidad, mientras los niveles de los espacios centrales siguen estando perjudicados por los altos grados de congestión existentes en los mismos. Esta mejora de la accesibilidad en la periferia es potenciada además por los propios procesos de descentralización de actividades.

Así, en el área metropolitana de Madrid las condiciones, en materia de accesibilidad, están dadas, para que se potencie un proceso de relocalización de actividades en el que se tengan en cuenta, las ventajas, pero también los problemas que el mismo puede ocasionar. El objetivo debe ser un desarrollo «sostenible» de la movilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- CARRERA, M. C. y CHICHARRO, E. (1998): «Las grandes superficies comerciales: su relación con la red viaria orbital en la Comunidad de Madrid». En *Lecturas Geográficas. Homenaje a José Estébanez*. U.C.M, pp. 1078-1094.
- CELADA CRESPO, F. (coord.) (1995): *La economía de Madrid. Análisis espacial de las actividades económicas de la región*. Madrid, Consejería de Política Territorial de la Comunidad de Madrid.
- Comisión de Desarrollo Territorial de la Unión Europea; (1999): *ETE. Estrategia Territorial Europea*. Edita Comisión Europea.
- Consejería de Política Territorial (1991) *Madrid, región metropolitana. Estrategia Territorial y actuaciones*. Edita Comunidad de Madrid. 223 páginas.
- Consejería de Política Territorial (1995). *Madrid. Plan Regional de Estrategia Territorial. Documento Preparatorio de las Bases*. Edita Comunidad de Madrid.
- Consejería de Política Territorial (1996). *Madrid. Plan Regional de Estrategia Territorial. Documento Preparatorio de las Bases*. Edita Comunidad de Madrid.
- Consejería de Política Territorial (1997). *Plan Regional de Estrategia Territorial*. Edita Comunidad de Madrid.
- DALVI (1978): «Behavioural modelling accessibility, mobility and need: concepts and measurement». En Hensher, D., et al., *Behavioural Travel Modelling*. London: Croom Helm.
- ESTÉBANEZ, J. (Ed.) (1990): *Madrid, presente y futuro*. Akal. 264 pág. Madrid.
- GIULIANO, G. (1998): «Information technology, Work patterns and intrametropolitan location: A case study». *Urban Studies*, 35 (7), pp. 1077-1095.
- GUTIÉRREZ PUEBLA, J. (1991): «Accesibilidad y modelo territorial: Madrid, metrópoli inmadura». Asociación Madrileña de Ciencia Regional, Seminario: *El transporte metropolitano en Madrid a debate*. Madrid, MOPT.
- GUTIÉRREZ PUEBLA, J. (2000): «Orbital motorways and metropolitan areas». No publicado.
- HALL, P. (1991): «Transport in World Cities: Overview». *Built Environment*, 17 (2).
- KLAASSEN, L. H. (1991): «The urban dimension». *Report of the 85 rounds table on transport economics. Transport and spatial distribution of activities*. París: ECMT.
- LOWE, J. C. (1998) «Patterns of spatial dispersion in metropolitan commuting». *Urban Geography*, 19 (3), pp. 232-253.
- MÉNDEZ, R. (1994): «Crecimiento periférico y reorganización del modelo metropolitano en la Comunidad de Madrid». *Economía y Sociedad*. N.º 10, pp. 149-171.
- MORENO, A., y ESCOLANO, S. (1992): *Los servicios y el territorio*. Síntesis. Madrid.
- MUGURUZA CAÑAS, C., y SANTOS PRECIADO, J. M. (1990): «La descentralización metropolitana y su reflejo en la realidad urbana del occidente europeo». *Espacio, Tiempo y Forma*, Serie IV (Geografía). N.º3, pp.167-194.
- Plan General de Madrid, 1941.
- TERAN, F. DE (1999): *Madrid: Ciudad-Región. Entre la Ciudad y el Territorio en la segunda mitad del siglo xx*. Edita Comunidad de Madrid. 157 páginas.

RESUMEN: *Impacto de las autopistas de circunvalación en la accesibilidad del área metropolitana de Madrid.* Una de las aplicaciones que tradicionalmente se ha dado a los Sistemas de Información Geográfica es el estudio de los impactos territoriales que tiene la construcción de nuevas infraestructuras de transporte a través del cálculo de indicadores de accesibilidad. En este artículo se han aplicado los S.I.G. al estudio del impacto de la construcción de nuevas autopistas de circunvalación en la accesibilidad a diferentes grupos de empleos en el área metropolitana de Madrid.

En un momento en el que nos encontramos inmersos en un intenso proceso de reestructuración metropolitana, con los problemas que el mismo ocasiona, conocer como cambia la accesibilidad en función tanto de los cambios en las infraestructuras de transporte como de la propia distribución de las actividades, es muy importante a la hora de determinar políticas que relacionen transporte y uso del suelo, con el objetivo de potenciar un modelo sostenible de la movilidad.

PALABRAS CLAVE: Áreas metropolitanas, autopistas de circunvalación, accesibilidad.

ABSTRACT: *The impact of highways on accessibility of the metropolitan area of Madrid.* One of the traditional applications of the Geographic Information Systems has been the study of territorial impact on the construction of new transport infrastructure through the accessibility indicator calculus. In this article it has been applied the SIG to the impact study on the building of new orbital motorways by the accessibility of different job groups to Madrid metropolitan area. In a period in which we are involved in an intense metropolitan restructuration process, with all the complications derived, it's very important to know how does it change the accessibility, according not only to the transport infrastructures changes but to the activities distribution, in time to apply political resolutions that connect transport and ground use in order to promote a supportable mobility model.

KEYWORDS: Metropolitan areas, orbital motorways, accessibility.

RÉSUMÉ : *L'impact des autoroutes de circunvalation sur l'accessibilité de la zone métropolitaine de Madrid.* Une des applications qui s'a donné aux systems d'information géographique, c'est l'étude des impacts territoriaux qui a la construction des nouvelles infrastructures de transport grâce au calcul des indicateurs d'accessibilité. Dans cet article, on a employé le S.I.G. pour l'étude de l'impact et la construction des nouvelles autoroutes circulaires de circunvalation sûr l'accessibilité aux différents groupes des emplois dans la zone métropolitaine de Madrid.

Au moment de restructuration métropolitaine comme l'actuel, et avec les problèmes provoqués par elle-même, c'est très important de connaître quel-est le mode de changement de l'accessibilité par rapport aux changements des infrastructures et la distribution des propres activités en fonction de ce sujet-ci, à l'heure de déterminer politiques qui mettent en relation transport et usage du sol avec l'objet de favoriser un modèle soutenable de mobilité.

MOTS-CLÉS: accessibilité. Surface métropolitaine. rocade.