

DISPERSIÓN URBANA. ESTUDIO DE LA COMUNIDAD DE MADRID POR CORREDORES Y SU DEPENDENCIA DEL CENTRO

Luis Angel Guzmán García

Estudiante Doctorado Universidad Politécnica de Madrid. Centro de Investigación del
Transporte – TRANSyT-UPM

Daniel de la Hoz Sánchez

Profesor Investigador Universidad Politécnica de Madrid. Centro de Investigación del
Transporte – TRANSyT-UPM

RESUMEN

Las morfologías urbanas están sufriendo en las últimas décadas cambios significativos. Estructuras básicamente monocéntricas están siendo sustituidas por formas policentristas bajo un proceso de suburbanización extensiva. Estas estructuras policéntricas explican en mejor medida las nuevas pautas de movilidad que existen en las ciudades (Gorton et al, 1986; MacDonald y Phrater, 1994; Small y Song, 1992).

En general, este proceso de dispersión creciente ha conducido en gran número de ciudades a un aumento de la movilidad en cuanto a las distancias medias recorridas (Massot y Roy, 2004). La localización o relocalización de actividades residenciales y productivas en las áreas periféricas de las ciudades, es un hecho creciente y expansivo, que genera relaciones mucho más dispersas, fragmentadas y descentralizadas. En gran medida este cambio asociado a una dispersión de actividades, muchas veces asociadas a los desplazamientos al trabajo o de *commuting*, viene acompañado de un mayor uso del automóvil, creando en cierto modo, una dependencia sobre ese medio de transporte. Estos hechos hacen que exista un interés creciente en las relaciones existentes entre las estructuras urbanas y las pautas de movilidad (Giulano y Small, 1993; Handy, 1996, Primeus et al., 2001). Una primera reflexión sobre este aspecto conduce a preguntarse si las estructuras policéntricas a las que van confluyendo las ciudades (Anas et al., 1998), dando como resultado nuevas distribuciones de población y empleo, reorganizan la movilidad hacia contextos más sostenibles (Schwaren et al., 2002). De hecho, el policentrismo es claramente asociado con pautas específicas de movilidad (Levine, 1992) en las que los entornos monocéntricos, las pautas de movilidad están asociadas a la movilidad con el Centro Urbano, mientras que las ciudades policéntricas, la movilidad es mucho más difusa.

El grado de policentrismo y las pautas de movilidad que generan han sido analizadas por diferentes autores. Van der Laan (1998) categoriza en tres tipos de policentrismo: el primero en el que las áreas suburbanas atraen mucha más movilidad incluidos viajes desde

el distrito central o centro urbano. En el segundo, genera una movilidad segregada en el que los mercados de actividad del centro y la periferia están claramente separados generando una movilidad mayoritariamente en el área central para aquellas personas que residen en el centro y periurbana para aquellas que residen en la periferia. Y en tercer lugar una movilidad interconectada entre el centro y la periferia. El hecho es que el incremento de la dispersión urbana genera cambios en la posibilidad de movilidad existentes dentro del sistema transporte-territorio de la región. Este aumento de las posibilidades de interacción, y por tanto, de las distancias resultantes de movilidad en cada región, puede representarse

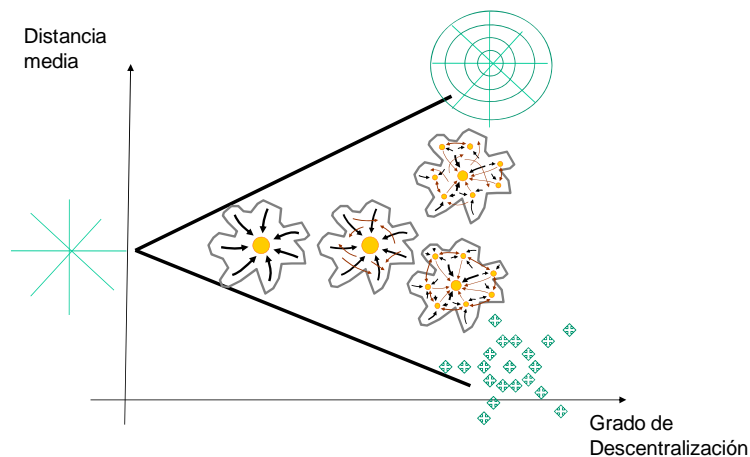


Fig. 1 - De estructuras monocéntricas a policéntricas. Basando en Brotchie, 1984, Bernaud, 2002; Ma y Banister, 2007

en una estructura monocéntrica, hasta 1 en el caso de una distribución uniforme de población y empleo. El equilibrio existente en la ciudad entre población, actividades y accesibilidad dará como resultado la ubicación de ésta en el cuadro en contextos de mayor o menor demanda de transporte. En todo caso, dada una determinada distribución de actividades (residenciales y productivas) parece claro que existe un rango de posibilidades sobre la que ciudad puede estar y que vendrán derivadas de las decisiones de diferentes actores: hogares, empresas y como no, autoridades públicas que regulan el sistema en el que el resto de agentes toman sus decisiones. La movilidad, vista como un hecho físico de desplazamiento, es una actividad, como bien se sabe, derivada y por tanto depende de la localización de las actividades, pero al mismo tiempo es una decisión personal, una elección de los individuos que deciden cómo, cuándo, en qué modo desplazarse, en relación a sus propios intereses y dentro de las posibilidades que el sistema les ofrece/condiciona. Es por ello que las pautas de movilidad derivadas de una determinada situación territorial dependan del marco político, económico, geográfico y socio-demográfico de la ciudad. De ahí la complejidad de asociar fácilmente relaciones entre estructuras urbanas y pautas de movilidad. En todo caso, lo que parece claro es que la dispersión urbana de población y empleo puede conducir a escenarios de menores distancias recorridas pero al mismo tiempo, esta transformación aumenta el potencial de incremento de esta distancia a cotas mucho más altas. De hecho, entre algunos investigadores se ha acuñado el término incluso de “*Excess Commuting*” (exceso de desplazamientos al trabajo) como aquella diferencia entre el mínimo tiempo o distancia

por esta figura (Brotchie, 1984, Bernaud, 2002; Ma y Banister, 2007).

En el eje vertical está representada la distancia de los desplazamientos y en el otro eje se encuentra el grado de dispersión existente en la región, que varía de 0 para la concentración de actividades

en una estructura monocéntrica, hasta 1 en el caso de una distribución

total que se podría dar en un área urbana según una determinada distribución de empleos y población (trabajadores) y el que realmente existe. (Hamilton (1982), White (1988), Hamilton (1989), Cropper y Gordon (1991), Frost et al. (1998), Merriman et al (1995). El resultado es que las ciudades presentan en general un exceso de desplazamiento que podría ser reducido con una relocalización de actividades ya sean residenciales como laborales (cálculos basados en problemas de optimización del transporte).

Sin embargo, el crecimiento de los espacios residenciales bajo estándares de baja densidad que hacen necesarios los complejos tipo campus para alojar el resto de funciones urbanas (“parques” comerciales, empresariales, industriales, residenciales, etc.), así como la estructuras fragmentadas de espacios diferenciados (zoning o zonificación), que separa los usos, el trabajo, el estudio y la residencia, no sólo induce a un alargamiento de las distancias empleadas, sino que éstas irremediablemente han de ser realizadas en vehículo privado. Una de las claves para que el transporte público sea eficiente y tenga costes razonables es que la ciudad tenga una razonablemente alta densidad demográfica. En las ciudades densas, las distancias son menores y, consecuentemente, los viajes a pie y en bicicleta resultan una opción válida.

El objetivo de este trabajo es analizar la evolución que la región de Madrid ha experimentado en los últimos años focalizando la atención en los cambios espaciales de sus flujos de movilidad asociados al fenómeno de la dispersión urbana para visualizar la dirección que está tomando la región en cuanto a su estructura transporte-territorio. El análisis se ha realizado tanto desde del punto de vista global, como desde un punto de vista segregado por corredores para visualizar las potenciales diferencias evolutivas de las diferentes sub-regiones territoriales.

1. LA DISPERSIÓN DE MADRID

La nueva periferia metropolitana de Madrid se caracteriza por densidades residenciales bajas o medias asociadas a desarrollos de viviendas en edificaciones unifamiliares o en complejos residenciales de poca altura con equipamientos intersticiales (zonas ajardinadas, piscinas, pistas deportivas), y por la existencia de nuevas centralidades. Áreas residenciales y piezas funcionales se sitúan de forma discontinua, dejando espacios intersticiales entre sí, de lo que resulta un paisaje fragmentado y disperso. La influencia entre la estructura urbana y la infraestructura del transporte en la eficiencia económica está presente de forma continua en la definición de las políticas urbanas, sobre todo en un escenario de creación de “mega-ciudades”. La dispersión y el uso intensivo del vehículo privado están normalmente asociados a altos niveles de servicio en las infraestructuras y, por tanto, a un alto consumo de recursos, lo cual conduce a un escenario de menor eficiencia económica (Kenworthy 1999).

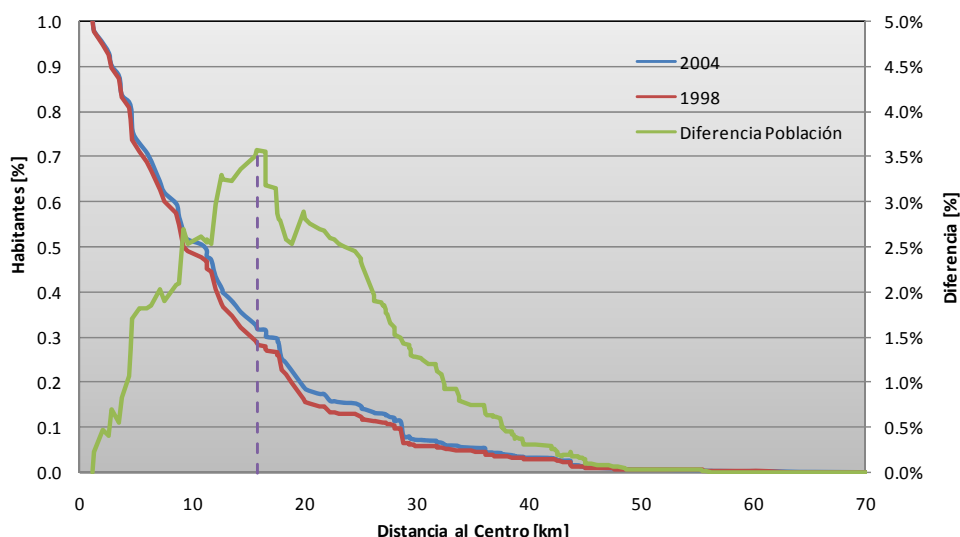


Fig. 2 - Distribución de la Población Acumulada Respecto al Centro de Madrid. Basado en los datos del Instituto Estadístico de la Comunidad de Madrid.

En la Fig. 2 se muestra cómo ha evolucionado la distribución de población a lo largo de los últimos años la población en la Comunidad de Madrid. Se aprecia el crecimiento del peso de las áreas periféricas frente a las centrales...

Por otro lado, la distribución de los lugares de empleo (Fig. 3) muestra que éstos también han sufrido un proceso de dispersión. Es decir se está generando más empleo en las zonas externas que las internas, aumentando su peso relativo.. De esta manera, la región mantiene una tendencia hacia la dispersión, tanto en población como empleo, lo cual puede conducir hacia escenarios de equilibrio territorial..

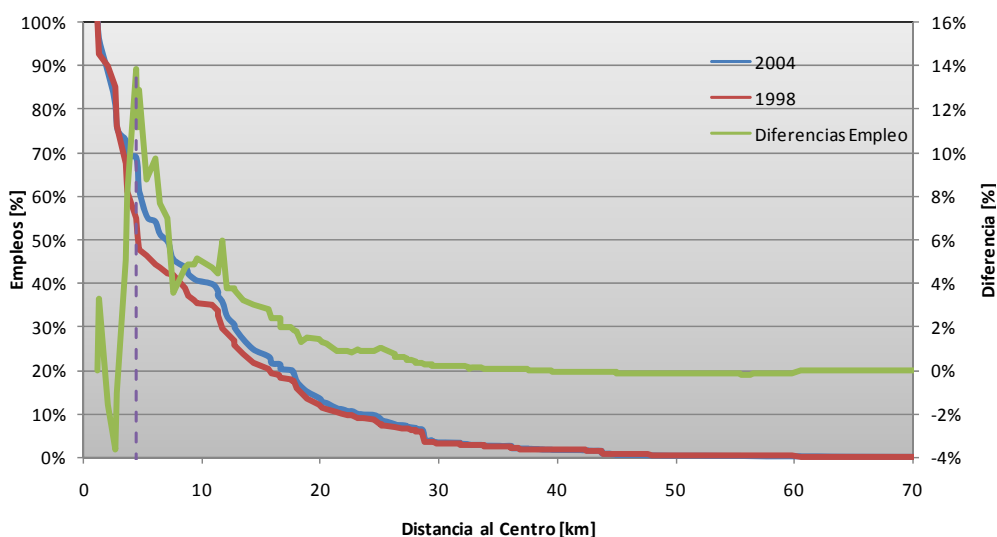


Fig. 3 - Distribución Acumulada de Puestos de Trabajo . Basado en los datos del Instituto Estadístico de la Comunidad de Madrid.

A lo largo de los últimos años se ha registrado en Madrid un intenso y progresivo proceso de expansión y reestructuración territorial, con la dominante de la perifización, ya sea en forma de “urbanización periférica” (en los años sesenta y setenta) o suburbanización y

periurbanización (en los últimos decenios). En estos cincuenta años Madrid ha pasado de ciudad nuclear a metrópoli monocéntrica y posteriormente a región metropolitana. Hoy el área metropolitana de Madrid constituye un espacio extenso que no tiene límites claros, en el que la periferia metropolitana tiene un peso creciente frente al municipio central: si la población del municipio de Madrid se multiplicó por 1.9 en la segunda mitad del siglo pasado, la de la corona metropolitana lo hizo por 26.1, por esta razón, el tamaño y forma de la ciudad parece ser un factor importante para la generación de viajes. Unas de esas transformaciones es el acelerado crecimiento de la población, la poca disponibilidad de espacio en el centro, así como su alta valorización, hace que la ciudad experimente una reorganización de su estructura urbana.

En la Fig. 4 se puede notar la evolución de la estructura urbana de la Comunidad, donde se observa el crecimiento sufrido por la población y el suelo urbano desde 1992. Se puede apreciar como el suelo destinado a uso urbano ha crecido mucho más que la población. El resultado ha sido un descenso de la densidad media que unido a la dispersión de población conduce a escenarios territoriales difusos..

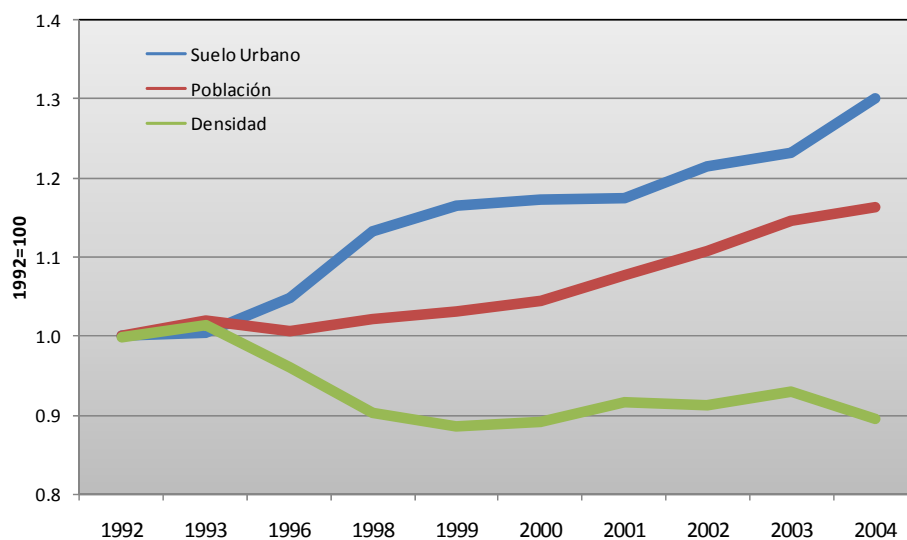


Fig. 4 - Evolución del Suelo, Población y Densidad (1992-2004). Basado en los datos del Instituto Estadístico de la Comunidad de Madrid.

Este crecimiento de población y empleo en áreas periféricas están directamente vinculado el modo de transporte utilizado. Realizando un análisis de la localización residencial y de empleo en función del reparto modal de cada zona, se percibe como se está produciendo una ubicación de residentes en las zonas de menor potencia de transporte público. De la misma manera, la tendencia creciente a ubicar empleos en zonas donde el uso del coche es predominante, solo contribuye a la dispersión de las actividades. Según los datos de la se observa que las zonas en donde la población crece con mayor rapidez, son las mismas zonas donde precisamente el uso del transporte público es menor, lo que refuerza la tendencia de una mayor dependencia del coche. Y la dispersión se ve impulsada por la cada vez mayor tendencia de localizar núcleos generadores de empleo en zonas donde el transporte público es muy poco competitivo.

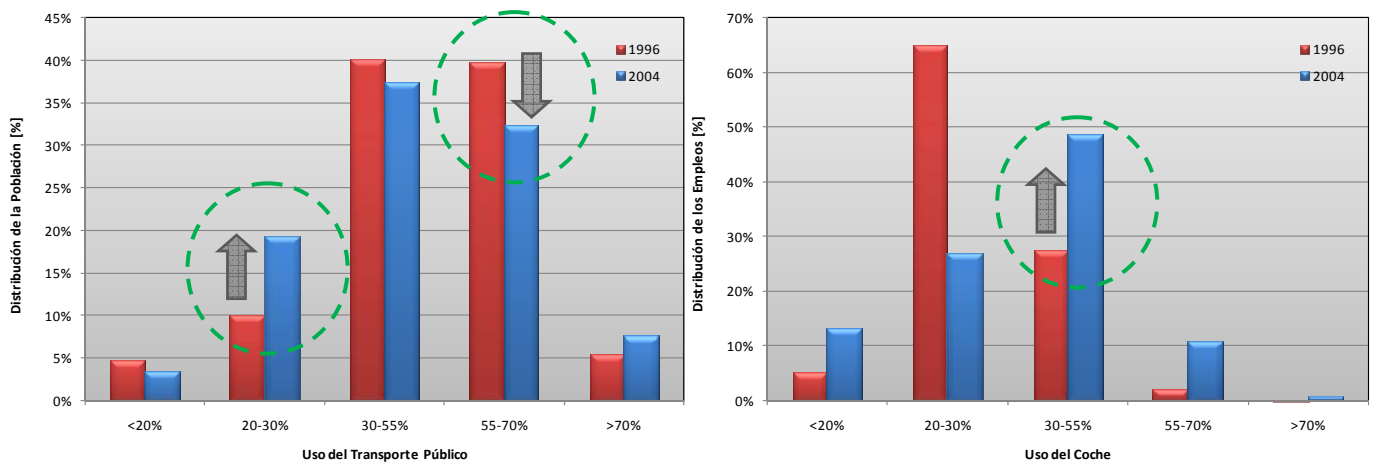


Fig. 5 - Reparto Modal Según la Distribución de la Población y del Empleo. Basado en datos de la EDM96 , EDM04 (CRTM 1996, CRTM 2004) y del Instituto estadístico de la Comunidad de Madrid.

2. EQUILIBRIOS TERRITORIALES EN MADRID

Al hablar de la estructura urbana de una ciudad, una forma de explicarla es a través de la distribución y localización de la población y los lugares donde se concentra el empleo.. En este caso, se describirá el equilibrio urbano como una diferencia acumulada de población vs. ubicación de empleos, expresando esta diferencia basados en la distancia media al centro de la ciudad.

La localización de las personas se describe por una distribución acumulada de su localización según sus distancias desde sus zonas de residencia hasta el centro de la ciudad. De manera similar se describe la localización de los puestos de trabajo. El proceso de diferencias acumuladas se puede definir, por tanto, de la siguiente manera:

$$g(x_k) = \sum_{j=k}^n [PE(x_j) - E(x_j)] \quad (1)$$

$$g(x_1) = 0$$

donde,

$g(x_k)$ = Diferencias acumuladas
 $PE(x_j)$ = Distribución acumulada de personas empleadas
 $E(x_j)$ = Distribución acumulada de empleos

Esta función representa las diferencias acumuladas entre las distribuciones de los trabajadores y los empleos. Así en la Fig. 6 se representa la proporción de trabajadores que deben desplazarse hacia el centro con el fin de poder acceder a su lugar de empleo. Aunque en la región el equilibrio ha mejorado (pasa de 28% a 17% en sus máximos), aún sigue existiendo un potencial claro de mejor. También es importante ver que en las zonas más externas el desequilibrio ha aumentado, lo que quiere decir que ha crecido más el peso de población de esas zonas que su correspondiente peso de puestos de trabajo

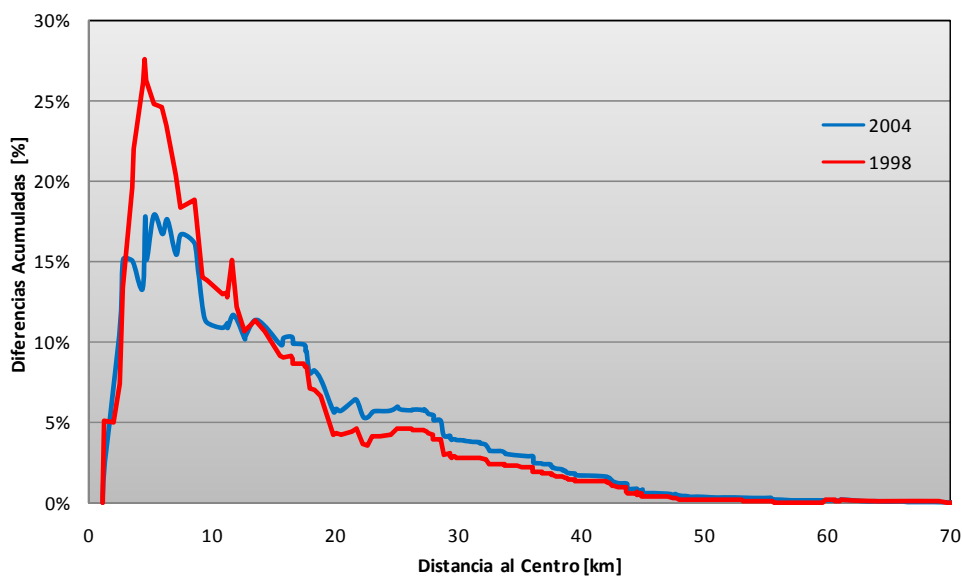


Fig. 6 - Diferencias Acumuladas de Población. Basado en los datos del Instituto Estadístico de la Comunidad de Madrid.

En este sentido, y si se considera tal y como se conceptualiza en la teoría económica urbana, que dice que los trabajadores intentan minimizar su distancia de desplazamiento entre sus residencias y sus trabajos bajo ciertas condiciones de contorno, se podría decir que el escenario óptimo podría alcanzarse en el momento en que la distribución de los puestos de trabajo según la distancia al centro sea igual a la distribución de la población (Zahavi 1976).

Al analizar este fenómeno por corredores, en la (página siguiente) se notan que hay zonas que están más equilibradas que otras. Por ejemplo, los corredores de las carreteras de la N-I, N-VI y de Toledo, su población ha aumentado de una manera importante y están descompensados respecto al empleo, razón por la cual muestran una mayor tendencia al desequilibrio. Los corredores de la N-III y N-IV, aunque también se encuentran descompensados, muestran a diferencia de los anteriores, una tendencia al equilibrio. Finalmente, en los corredores de la N-II, N-V y Colmenar, se muestra que existe un equilibrio territorial, ya que presentan unas diferencias relativamente bajas y un cambio menor a lo largo de los años, aunque su situación venía de un escenario claramente descompensado de los empleos respecto a la población.

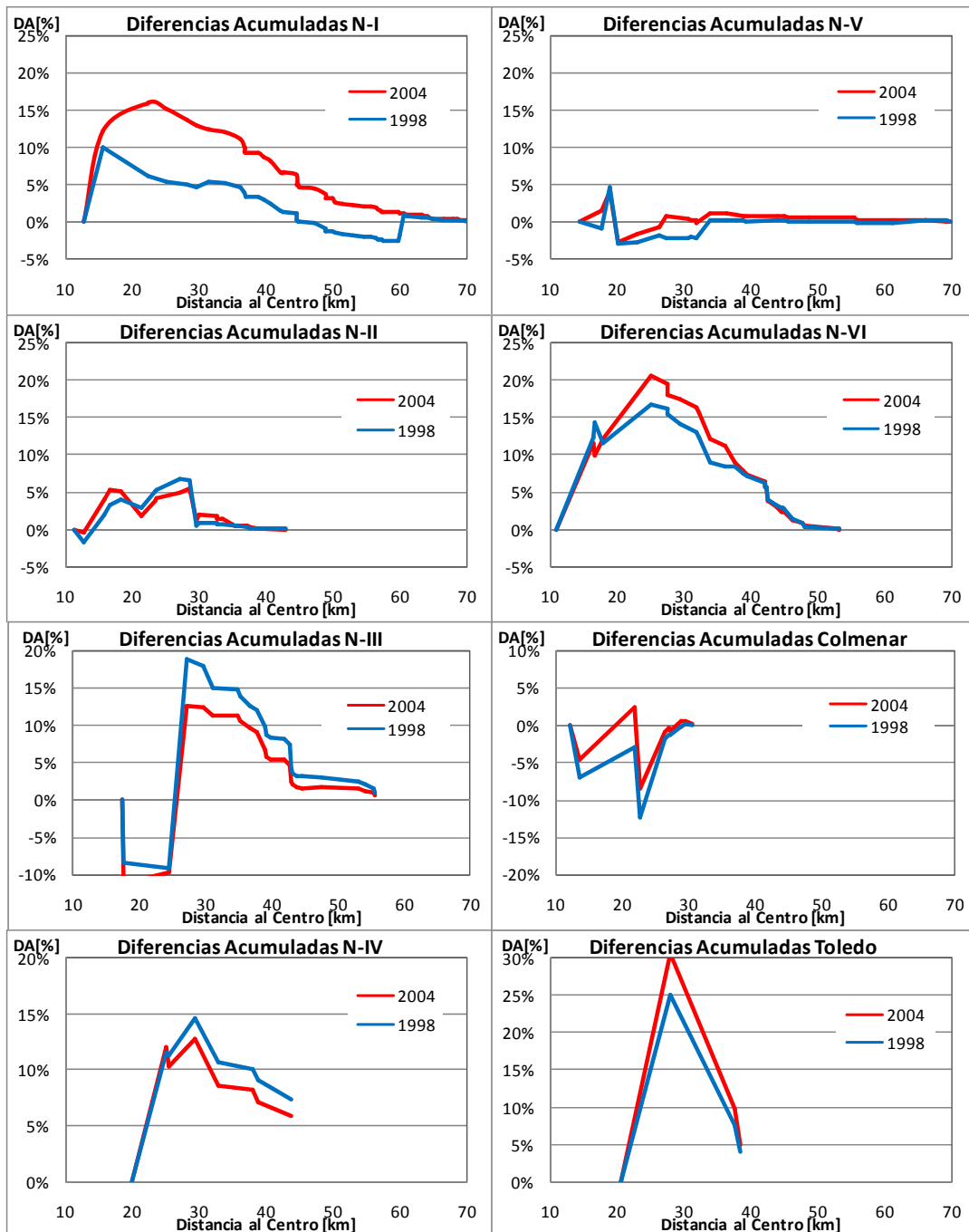


Fig. 7 - Diferencia de Población Acumulada por Corredores .Fuente: Instituto Estadístico de la Comunidad de Madrid y elaboración propia

3. AUTOSUFICIENCIA Y AUTOCONTENCIÓN CORREDORES. IMPLICACIONES SOBRE LA MOVILIDAD.

Puede decirse que el lugar donde se reside y donde se trabaja son factores estrechamente relacionados en muchos casos, desde el punto de vista de toma de decisiones de los usuarios. La tendencia actual según los datos analizados ha demostrado que cada vez más empresas construyen y se mudan a polígonos industriales ubicados fuera de Madrid. Los motivos por el cual una empresa decide cambiar su localización pueden ser la reducción de costes (por usar un suelo más barato), el cambio en las exigencias de movimientos debido a

cambios en las actividades de la zona, cambios en las redes viales, teorías de aglomeración, organización especial, etc.... Aunque en los últimos años ha crecido el número de persona de empleados y de empleos, estos tienden a segregarse más en el espacio y a localizarse fuera del centro de Madrid.

Un indicador de esta organización espacial de población y empleo, puede estar referido a los niveles de autosuficiencia y autocontención. La autosuficiencia, se refiere a la relación de los viajes de movilidad obligada que se realizan dentro de una zona, con los viajes de movilidad obligada atraídos por esa misma zona. La autocontención es la relación entre los viajes internos de una zona con la totalidad de viajes generados por dicha zona.

En base a los datos ofrecidos por las Encuestas Domiciliarias de Movilidad de la Comunidad de Madrid hasta la corona metropolitana, y simulaciones de red realizadas sobre un modelo de transporte, se puede apreciar el incremento de demanda sufrido en los últimos años en la región (Ver. Tabla 1) Por otro lado, en la Tabla 2 se presentan los índices de autosuficiencia y autocontención dados por corredor y por los municipios que conforman dicho corredor. En general, la demanda en viajeros-km aumenta considerablemente en todos los corredores, pero en algunos este incremento es mayor debido solo al aumento de demanda, ya que las distancias medias tienden a quedar igual o muy similar. Este hecho es de especial interés desde el punto de vista de organización territorial y de transporte.

Corredor	Distancia Media	Incremento Demanda				Incremento Vj-km			
		Coche	TP	Pie	Total	Coche	TP	Pie	Media
N-I	0.98	1.82	2.04	0.84	1.41	1.34	1.56	1.03	1.39
N-II	1.38	1.77	1.68	1.01	1.36	1.84	2.19	1.01	1.88
N-III	0.93	1.86	2.06	1.29	1.68	1.58	1.54	1.31	1.56
N-IV	1.49	2.41	3.14	1.45	1.96	2.79	3.54	1.55	2.91
N-V	1.79	1.79	1.75	0.84	1.21	2.67	2.06	0.90	2.17
N-VI	1.01	2.17	1.73	1.54	1.93	1.97	1.93	1.77	1.95
Colmenar	1.72	2.14	1.51	1.09	1.57	3.42	2.05	1.24	2.71
Toledo	1.04	1.56	1.58	0.93	1.23	1.52	1.13	0.95	1.27

Tabla 1 – Demanda y Distancia de Recorrido por Corredores (1996=100). Basado en las EDM 96 y EDM04 (CRTM 1996, CRTM 2004) y elaboración propia.

Por otro lado, la autosuficiencia, dice qué tan dependiente de sí mismo es una zona respecto a su entorno, es decir, si sus actividades diarias son realizadas por personas de la localidad. En la Tabla 2 se observa que los corredores han perdido autosuficiencia. En cuanto a la autocontención, este índice refleja la capacidad de una zona en retener los viajes generados dentro de sí misma. En este caso, en general, los valores también tienden a la baja, pero se nota que en las zonas donde la autocontención aumenta, la autosuficiencia tiende a mantenerse.

Corredor	Autosuficiencia				Autocontención			
	Corredores		Municipios		Corredores		Municipios	
	1996	2004	1996	2004	1996	2004	1996	2004
N-I	0.63	0.54	0.50	0.39	0.71	0.64	0.51	0.49
N-II	0.77	0.71	0.67	0.57	0.82	0.80	0.69	0.69
N-III	0.66	0.59	0.64	0.56	0.71	0.68	0.62	0.65
N-IV	0.72	0.63	0.66	0.53	0.75	0.72	0.51	0.65
N-V	0.71	0.64	0.64	0.52	0.78	0.74	0.68	0.64
N-VI	0.56	0.56	0.42	0.40	0.61	0.66	0.37	0.50
Colmenar	0.61	0.57	0.58	0.51	0.70	0.68	0.67	0.64
Toledo	0.65	0.58	0.58	0.50	0.74	0.70	0.66	0.63

Tabla 2 - Autosuficiencia y Autocontención (1996=100)

Parece ser que la estructura policéntrica compacta que funciona en Madrid, está cambiando a una estructura, aunque también policéntrica, un poco más dispersa sin tener claramente definidos núcleos compactos y consolidados atractores y generadores de viajes. Los municipios están disminuyendo aún más su dependencia de sí mismos a favor de zonas cercanas, dentro del mismo corredor e independientes del centro de la capital. Se aprecian, en este aspecto, claras diferencias de evolución de unos corredores a otros.

En general se puede apreciar que los corredores que tienen un desequilibrio evidente (N-I, N-VI y Toledo, con diferencias de más de 15%), son a su vez lo que tienen los índices de autosuficiencia más bajo y que además tienen una tendencia a perderla cada vez más. Al comprar estos resultados con la distancia media (Tabla 1), se observa que son zonas donde ésta ha sufrido sus mayores incrementos. Así, parece ser que a zonas con poco equilibrio territorial, su autosuficiencia es baja, razón por la cual deben suplir sus necesidades en otras zonas, lo que conlleva a hacer viajes más largos. De la misma manera, los corredores que presentan un equilibrio territorial, tienen una autosuficiencia mayor (aunque no son autosuficientes del todo) y por ende su distancia media es menor o tiende a permanecer estable. Es decir, a medida que un municipio o un corredor, pierde dependencia de sí mismo, su distancia media tiende a crecer debido a que se deben realizar viajes más largos para compensar esa pérdida de autosuficiencia en otras zonas.

De esta manera, parece ser que la tendencia actual en Madrid es dejar a un lado el concepto de ciudad monocéntrica con pequeños núcleos “satélites” a su alrededor, ya que progresivamente se vienen desarrollando importantes zonas atractoras de viajes fuera del centro de Madrid. Sin embargo, estas nuevas zonas no están muy definidas y pueden abarcar varios municipios. Esta dispersión y descentralización de las principales actividades de la ciudad, puede aumentar la dependencia del coche, entre otros inconvenientes, con las dificultades que esto tendría, ya que en los nuevos sectores donde parece ser que se están consolidando las actividades, la infraestructura de transporte público es muy poco competitiva.

Generalmente, los desplazamientos realizados en la Comunidad de Madrid presentaban una alta dependencia con la zona central de la región. Sin embargo, esta tendencia “dependiente” del centro poco a poco ha venido mostrando un quiebre y ahora muestra una inclinación a darle una mayor importancia a los movimientos internos de cada corredor, más no dentro de cada municipio. En la Fig. 8 se ve claramente como cada vez se hacen menos viajes hacia el centro y como se incrementan los viajes dentro del mismo corredor de origen, quedando una pequeña proporción a los viajes transversales entre corredores.

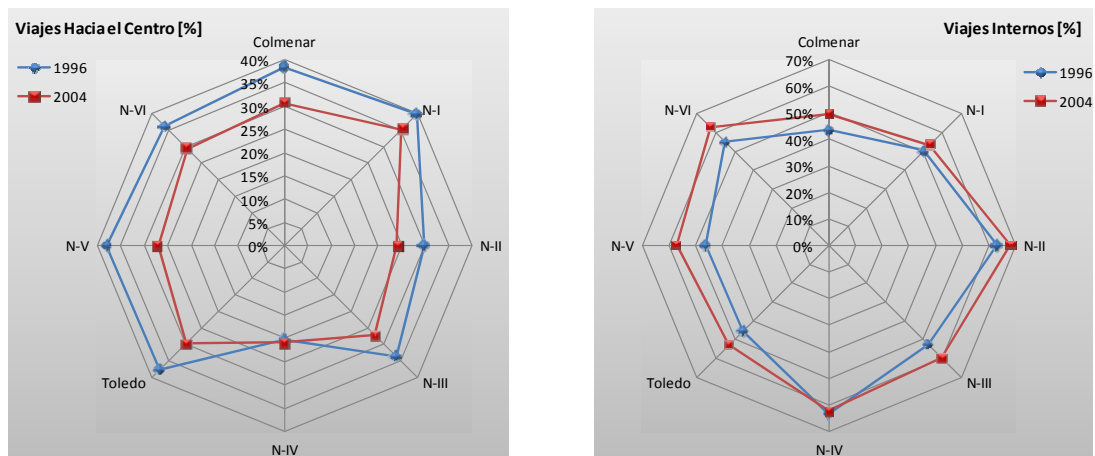


Fig. 8 - Viajes al Centro y Viajes Internos por Corredores. Elaboración propia a partir de datos de la EDM96 y EDM04 (CRTM 1996, CRTM 2004)

4. CONCLUSIÓN

En este trabajo se han analizado las interacciones existentes entre la estructura territorial y la demanda de transporte. En zonas con mayor desequilibrio territorial tienden a un menor nivel de autosuficiencia y mayor distancia media recorrida. Del mismo modo aquellos con mayor equilibrio, presentan un mayor nivel de autosuficiencia con una distancia menor.

Este comportamiento, claro está, se ve afectado por otro tipo de componente, como las dinámicas sociales, demográficas o culturales, y los cambios en las pautas de actividad individual. Pero en todo caso pone en énfasis, sobre todo de cara al crecimiento que va a desarrollarse en los próximos años de nuestras áreas urbanas que es necesario afrontar el problema de la movilidad bajo una articulación de los sistemas de transporte y la configuración espacial (tamaño, localización de usos del suelo, diseño urbano, entre otros elementos)

5. BIBLIOGRAFÍA

- BANISTER, D., WATSON, S. and WOOD, C. (1997) Sustainable cities, transport, energy and urban form, *Environment and Planning B*, 24, pp. 125–143.
- Cervero, R. (1995). “Planned communities, self-containment and commuting: A cross-national perspective”. *Urban Studies*, 32: pp1135-1161.

- Cervero, R. 1996b. Mixed land-uses and commuting: Evidence from the American housing survey. *Transportation Research Part A*, 30: pp361-377.
- CERVERO, R. and WU, K. L. (1997) Polycentrism, commuting and residential location in the San Francisco Bay area, *Environment and Planning A*, 29, pp. 865–886.
- CLARK, W. A. and KUIJPERS-LINDE, M. (1994) Commuting in restructuring urban regions, *Urban Studies*, 31, pp. 465–483.
- Cropper, M. L., Gordon, P. L.. (1991). “Wasteful commuting: A re-examination”. *Journal of Urban Economics*, 29: pp2-13.
- GIULIANO, G. and SMALL, K. A. (1993) Is the journey to work explained by urban structure?, *Urban Studies*, 30, pp. 1485–1500.
- Hamilton, B. W. (1989). Wasteful commuting again. *The Journal of Political Economy*, 97: pp1497-1504.
- Marshall, A. (1952). *Principles of Economics*. New York: McMillan.
- MASSOT MH., ROY E., (2004), « Lieu de vie –lieu de travail, 25ans d'évolution d la distance au travail », rapport de Contrat INRETS pour l'ADEME, 125 pages.
- MASSOT, M. H. and ROY, E. (2004) Lieu de vie- Lieu de travail: 25 ans d'e´volution de la distance au travail, rapport INRETS, Arcueil.
- MCDONALD, J. F. (1987) The identification of urban employment subcenters, *Journal of Urban Economics*, 21, pp. 242–258.
- RICHARDSON, H. W. (1988) Monocentric vs. polycentric models : the future of urban economics in regional science, *Annals of Regional Science*, 2, pp. 1–12.
- Unión Internacional de Transporte Público (2005). *Mobility Cities Database*. Bruselas