

M<sup>a</sup> ÁNGELES DÍAZ MUÑOZ\*  
CAROLINA C. CANTERGIANI  
M<sup>a</sup> JESÚS SALADO GARCÍA  
CAROLINA ROJAS QUEZADA  
S. GUTIÉRREZ MARTÍNEZ<sup>2</sup>

## PROPUESTA DE UN SISTEMA DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD PARA LA MOVILIDAD Y EL TRANSPORTE URBANOS. APLICACIÓN MEDIANTE SIG A LA CIUDAD DE ALCALÁ DE HENARES <sup>1</sup>

### RESUMEN

En este artículo se presenta un sistema de indicadores diseñado para evaluar la sostenibilidad de los patrones de movilidad diaria y el sistema de transporte en las ciudades. El sistema se deriva de los que se consideran atributos de un modelo de movilidad sostenible y se estructura en torno a tres componentes: movilidad observada, transporte público y urbanismo. Los indicadores se han diseñado para su aplicación a escala intra-urbana y se ensayan sobre las Zonas de Transporte delimitadas en la ciudad de Alcalá de Henares por el Consorcio Regional de Transportes de Madrid. Se parte de la hipótesis de que los patrones de movilidad y la estructura de la red de transporte público tienen una clara correspondencia con el modelo territorial de la ciudad – en términos formales y funcionales- y sus diferencias internas.

PALABRAS CLAVE: sostenibilidad urbana, indicadores territoriales, movilidad diaria, transporte público urbano, Alcalá de Henares.

### ABSTRACT

A SYSTEM OF INDICATORS FOR THE EVALUATION OF URBAN DAILY MOBILITY AND TRANSPORT SUSTAINABILITY. CONCEPTUAL PROPOSAL AND APPLICATION TO THE CITY OF ALCALÁ DE HENARES USING GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS

The present paper shows the design of an Indicator System created in order to evaluate the daily mobility patterns and the transport system in cities concerning its sustainability. The system is derived from what we consider the attributes of a sustainable mobility model and it is structured upon three

---

\* Departamento de Geografía. Universidad de Alcalá. [mangeles.diaz@uah.es](mailto:mangeles.diaz@uah.es) - [carolina.carvalho@uah.es](mailto:carolina.carvalho@uah.es) - [mariaj.salado@uah.es](mailto:mariaj.salado@uah.es) - [crojasque@yahoo.es](mailto:crojasque@yahoo.es)

<sup>1</sup> Trabajo realizado en el marco del Proyecto de Investigación titulado *Crecimiento urbano y sostenibilidad en la Comunidad de Madrid. Una aproximación a los factores explicativos de los cambios recientes de usos del suelo* (referencia CCG06-UAH/HUM-0670), financiado por la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid (Dirección General de Universidades e Investigación) y la Universidad de Alcalá.

<sup>2</sup> Con la colaboración de Francisco José Jiménez Gigante en el diseño y elaboración de los indicadores.  
Fecha de recepción: septiembre 2007. Fecha de aceptación: octubre 2007.

main components: observed mobility, public transport and urbanism. The indicators have been designed for an intra-urban scale, and applied to spatial units as Transport Zones, devised by the Transport Regional Office of Madrid, for the city of *Alcalá de Henares*. The study is based on the hypothesis of the existence of a fair correspondence between mobility patterns / public transport network and the territorial model of the city – considering both form and function –interms of its internal diversity.

KEY WORDS: urban sustainability, territorials indicators, daily mobility, urban public transport, Alcalá de Henares.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el estudio de las ciudades desde una perspectiva de sostenibilidad ocupa a científicos y planificadores, tanto más cuanto los actuales procesos de crecimiento urbano están revelando unos patrones con evidentes costes ambientales, sociales y también económicos. En este contexto de interés científico y aplicado, los conceptos de *movilidad y transporte sostenibles* se sitúan, por supuesto, en el núcleo de la investigación sobre la sostenibilidad urbana y también en la base de las políticas urbanísticas, como elementos fundamentales que son de la estructura y funcionamiento de las ciudades.

Un desafío especialmente interesante para estas líneas de investigación reside en la búsqueda de procedimientos conceptualmente sólidos y metodológicamente justificables para medir la sostenibilidad de los modelos territoriales. En los últimos años se ha elaborado una abundante literatura sobre el uso de indicadores para el diagnóstico de la sostenibilidad urbana, en general, y de la movilidad y el transporte en particular. La lectura de muchos de los trabajos dedicados a la cuestión revela la conveniencia de seguir investigando en la búsqueda de medidas operativas para un concepto tan vago como el que nos ocupa, y plantea también el interés de reflexionar sobre su aplicabilidad a diferentes contextos y escalas, así como la necesidad de profundizar en aspectos operativos como pueden ser la naturaleza de la información disponible, el tipo de indicador a utilizar o las unidades territoriales de referencia para su aplicación.

En este artículo se presentan el diseño general y los primeros resultados de un trabajo destinado al diseño de un *sistema de indicadores territoriales de sostenibilidad de la movilidad y el transporte urbanos*. Nuestro objetivo ha consistido en definir criterios de sostenibilidad de los que se derivan medidas operativas, es decir, indicadores; estructurar éstos en un sistema jerarquizado y coherente con el marco conceptual y estudiar las posibilidades de los SIG para la elaboración de distintos tipos de indicadores. El propósito final es evaluar la sostenibilidad de un modelo de ciudad -con sus diferencias internas- desde la perspectiva de la movilidad y el transporte. Alcalá de Henares - una ciudad mediana del Área Metropolitana de Madrid que ha experimentado en los últimos años un fuerte crecimiento urbanístico- constituye el área de estudio.

En las próximas páginas se presenta el sistema de indicadores diseñado, aunque aquí nos detendremos exclusivamente en el análisis de dos de sus componentes (la movilidad observada y el transporte público). Discutiremos las opciones metodológicas relacionadas con las fuentes de información y el diseño de los indicadores. Los resultados serán interpretados a la luz de las diferencias internas - en términos formales y funcionales - existentes en la ciudad de Alcalá. Pretendemos realizar una *lectura urbanística* de los patrones de movilidad y transporte en la ciudad, aun siendo conscientes de que la movilidad diaria es un fenómeno extraordinariamente complejo, en el que influyen dimensiones sociales e incluso culturales que aquí no vamos a abordar.

## INDICADORES PARA MEDIR LA SOSTENIBILIDAD DE LA MOVILIDAD Y EL TRANSPORTE. MARCO CONCEPTUAL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo general de nuestra investigación ha consistido en la elaboración de un sistema de indicadores territoriales. Entendemos como *indicadores territoriales* aquellos que están destinados a medir las diferencias espaciales en la situación de cualquier fenómeno, y también aquellos que reconocen esas diferencias como consecuencia de la estructura espacial de la ocupación del suelo, redes de transporte, localización de recursos o tipologías residenciales. Es decir, estos indicadores estarán dirigidos fundamentalmente a evaluar la sostenibilidad de los modelos territoriales, a diferencia de la naturaleza *a-espacial* de muchos de los indicadores de sostenibilidad al uso (consumo de energía, por ejemplo).

Una breve revisión bibliográfica puede situar nuestra investigación en su contexto: los indicadores de movilidad y transporte se han incorporado de manera común a los sistemas de indicadores desarrollados para medir el medio ambiente y la sostenibilidad urbana. Por citar ejemplos muy conocidos, podemos recordar los incluidos en el Informe Dobris (Agencia Europea de Medio Ambiente, 1998), o los que forman parte de la propuesta de indicadores locales de la Comisión Europea (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2000). En ellos, aspectos de la movilidad (atributos de los desplazamientos como volumen, modo o distancias recorridas), transporte (infraestructuras, impactos) o tráfico (intensidad, siniestrabilidad) aparecen entre los componentes de la ciudad a evaluar.

Respecto a los sistemas de indicadores de sostenibilidad destinados en exclusiva a la movilidad y el transporte urbanos se pueden consultar las interesantes revisiones elaboradas por Gudmunsson (2001 y 2003). Muchos de estos sistemas se adaptan a la estructura general definida por las tres dimensiones de la sostenibilidad –económica (indicadores de costes), social (indicadores de equidad) y ambiental (indicadores de presión)-, como los elaborados por Litman (2005), SUMMA (2005), Nunes (2001), Gilbert *et al.* (2002), etc; Otros están claramente orientados al seguimiento de políticas y diseñados para su aplicación a grandes ámbitos, como el sistema TERM de la Agencia Europea del Medio Ambiente (2005). Se puede encontrar también buenas discusiones sobre el tipo y diseño de los indicadores y su adaptación a los sistemas PER y DPSIR, por ejemplo en Nunes (2001). Respecto a la estructura conceptual de los sistemas de indicadores, se reconoce que es más fácil establecer los atributos de un modelo de transporte sostenible (eficiencia, equidad, minimización de impactos y uso de recursos) que los de una movilidad sostenible, concepto mucho más vago y, por tanto, de difícil conversión en medidas operativas (GUDMUNSSON, 2001 y 2003).

Como hemos dicho, nuestra perspectiva es esencialmente *territorial*. Por ello, nos han merecido especial atención los trabajos, derivados en sistemas de indicadores o no, destinados al estudio de la relación entre el modelo urbano y las características de la movilidad (tanto a escala urbana como metropolitana-regional). Así, en investigaciones como las de Fariña y Pozueta (2001) y Camagni y otros (2002) se trata de reconocer la influencia de la estructura urbana (tipologías residenciales, modelos de desarrollo urbano) en los patrones de movilidad de la población, obteniendo conclusiones sobre los condicionantes del modelo territorial sobre la sostenibilidad de la movilidad y el transporte. Pozueta y Ojauguren (2005) se centran en el diseño urbano y su relación con los patrones de movilidad; critican el mantenimiento de unas estructuras urbanas que hacen de las infraes-

estructuras viarias el principal elemento de articulación metropolitana y regional - y también del diseño de las nuevas áreas urbanas - y abogan por la planificación urbana basada en diseños urbanos orientados al transporte público.

Gutiérrez Puebla y García Palomares (2005) plantean la cuestión a escala metropolitana: el proceso de expansión, dispersión y fragmentación residencial y funcional experimentado por el área metropolitana de Madrid en los últimos años ha favorecido un cambio en la distribución modal del transporte con un notable trasvase del público al privado, al que han contribuido también las transformaciones sociodemográficas y culturales experimentadas en nuestra región. Una lectura social al tiempo que territorial de los patrones de movilidad diaria en la Región Metropolitana de Madrid se realiza asimismo en Díaz Muñoz, Rodríguez Moya y García Palomares (2006), centrándose en las características diferenciales de los desplazamientos laborales de mujeres y hombres. Tanto uno como otro estudio llegan a reconocer patrones de movilidad específicos en diferentes coronas o sectores de la Comunidad de Madrid, marcados por modelos urbanísticos y sociodemográficos diferenciados.

En el diseño de esta investigación, se pretendía también relacionar el modelo urbano con la movilidad, en este caso con la intención de evaluar su sostenibilidad y de reconocer las posibles diferencias internas en la ciudad inducidas por las tipologías residenciales, el diseño urbano, la organización espacial de usos y funciones y la estructura del sistema de transporte público. Para ello debíamos plantearnos la estructura conceptual de un sistema de indicadores de movilidad y diseñar un conjunto de indicadores aplicable a escala intraurbana. El reto consistía en descomponer el concepto de sostenibilidad en un conjunto de atributos que puedan ser medidos territorialmente, en primer lugar, y diseñar indicadores sencillos, operativos y *realistas*, en segundo. Por supuesto, nos planteamos que, aunque atributos y componentes de la movilidad pueden ser generalizables, el diseño concreto de los indicadores es en buena medida específico para nuestro contexto territorial y socioeconómico.

En nuestra intención de incidir en las diferencias internas en la ciudad, el caso de Alcalá de Henares resulta especialmente interesante, debido a que en los últimos 15 años está pasando de un modelo urbano tradicional, muy *nucleado* por el centro histórico y sus aledaños, a un modelo más fragmentado espacialmente y de mayor complejidad funcional. De alguna manera nos encontramos ante dos modelos urbanos que se ha sucedido en el tiempo y ahora coexisten. El sistema de transporte público urbano - todavía básicamente una red radial a partir del centro urbano- es una herencia del modelo urbano tradicional. Los desarrollos urbanísticos periféricos han sido ocupados por población *autóctona* procedente de los poco atractivos barrios surgidos en los años 60-70 del siglo XX y también por nuevos residentes originarios mayoritariamente de la capital regional; los nuevos inmigrantes extranjeros, a su vez, ocupan las modestas viviendas abandonadas por la población local, en un proceso de sucesión-renovación social que se une al cambio urbanístico y (no lo olvidemos) también contribuye a explicar los patrones de movilidad observados en la ciudad.

La figura 1, en la que se reproducen las Zonas de Transporte definidas por el Consorcio Regional de Transportes de Madrid para la recogida de la Encuesta Domiciliaria de Movilidad de 2004, puede servir de base para un breve comentario de la estructura urbana de Alcalá de Henares. Las zonas centrales (ZTs 018, 019 y 020) se corresponden con el centro histórico y los barrios más antiguos y consolidados de la ciudad, con una tipología edificatoria de manzana, densidades medias-altas y razonable

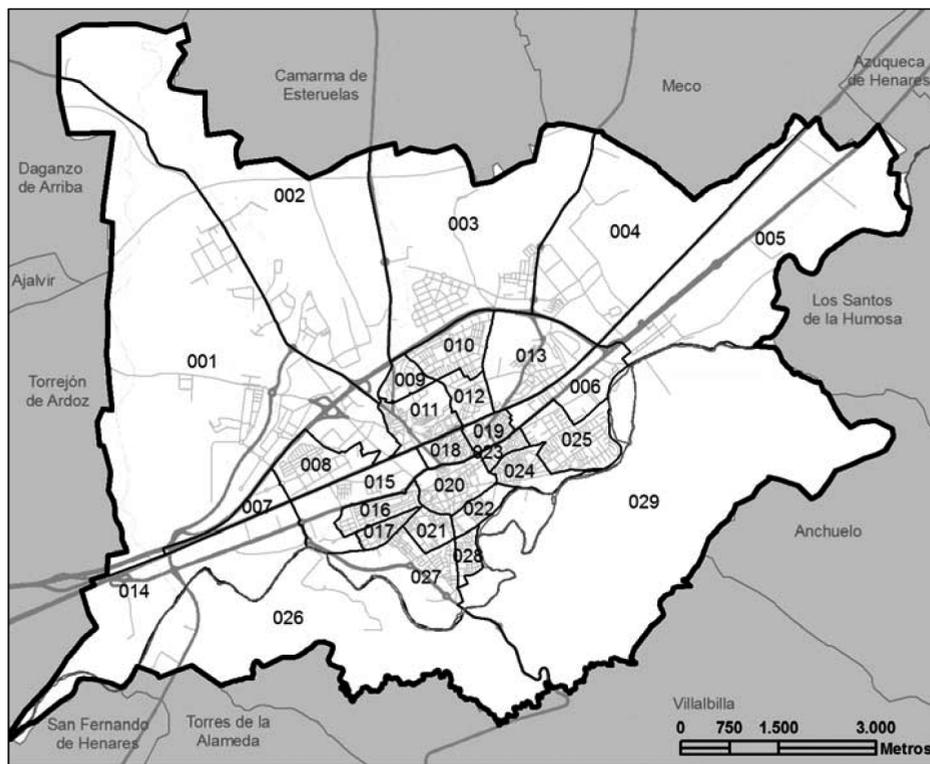


Figura 1. Mapa de zonas de transporte sobre callejero y viario supramunicipal.

mezcla de usos. Una primera periferia (zonas 011, 012, 013, 016, 017, 021, 022, 023, 024, 025, 028) está formada por las áreas constituidas entre los años 60 y 80 del siglo XX, ya con tipología residencial en orden abierto y una cierta pobreza funcional y de diseño. A esta ciudad *tradicional*, con un claro centro funcional en el CBD de la ciudad, se han superpuesto los nuevos desarrollos urbanísticos de la década de los 90 y principios del S. XXI (zonas 003, 008, 009, 010, 027). Se trata de barrios en los que existe una cierta diversidad formal (bloques de viviendas de escasa altura en orden abierto, unifamiliares adosados, supermanzanas con espacios verdes interiores) pero una escasa diversidad de usos. Además, se trata de zonas ya bastante independientes funcionalmente del centro tradicional y más relacionadas con nuevas áreas de actividad periférica (centros comerciales y de ocio) o incluso extra-municipal.

Por último, debemos hacer notar que el viario supramunicipal ha supuesto, desde hace más de un siglo, un elemento fundamental para entender la configuración y crecimiento de Alcalá: la antigua carretera N- II dirigió el desarrollo de la ciudad y constituye aún hoy día una vía rápida que organiza gran parte del tráfico urbano, y la línea de ferrocarril supone todavía (a pesar de los reiterados anuncios de soterramiento) una barrera urbanística de primer orden que divide en dos la ciudad. El trazado de la A-2

aísla, a su vez, buena parte de los nuevos desarrollos urbanísticos del resto de la ciudad contribuyendo en cierto modo a un cierto proceso de desarticulación funcional e incluso *identitaria* de la ciudad.

#### DISEÑO DEL SISTEMA DE INDICADORES DE MOVILIDAD Y TRANSPORTE SOSTENIBLE

Para el objetivo de nuestra investigación, diseñamos un Sistema de Indicadores que debía estar compuesto de un conjunto de componentes derivados directamente de los que consideramos atributos de un modelo de movilidad sostenible, lo que proporcionaría consistencia conceptual al sistema de indicadores. Estos atributos, en nuestra opinión, son:

- Unos **patrones de movilidad** caracterizados por un número poco elevado de desplazamientos, especialmente los de largo radio, y un uso mayoritario de medios no motorizados.
- Un **sistema de transporte público** eficaz y espacialmente equitativo, que favorezca tanto o más la accesibilidad que la movilidad de la población y que garantice la interconectividad y la intermodalidad (tanto a escala intra como interurbana).
- Un **modelo urbano** caracterizado por la densidad y mezcla de uso - que minimice la necesidad de desplazamientos de largo radio - y por el bajo impacto ambiental y social de las infraestructuras de transporte, tanto en cuanto a ocupación del suelo como a impactos y efecto-barrera.

Estos tres atributos se derivaron en tres componentes, que estructuran el Sistema de Indicadores. Cada uno de los componentes se desglosa en un conjunto de variables, para las que posteriormente se diseñarían los indicadores apropiados. En un estadio inicial (Componente – variable) el Sistema de Indicadores elaborado (cuadro 1)

Cuadro 1. Presentación general del Sistema de Indicadores

<b><i>Componente 1.- Movilidad observada</i></b>	
Variables:	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Desplazamientos no motorizados</li> <li>○ Desplazamientos en transporte público</li> <li>○ Medio de transporte según motivo</li> <li>○ Duración media de los desplazamientos intra e interurbanos</li> </ul>
<b><i>Componente 2.- Sistema de Transporte público</i></b>	
Variables:	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dotación y calidad</li> <li>○ Estructura de la red y accesibilidad</li> <li>○ Intermodalidad</li> </ul>
<b><i>Componente 3.- Modelo urbano</i></b>	
Variables:	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Densidad de población</li> <li>○ Fragmentación del espacio urbanizado</li> <li>○ Mezcla de usos del suelo</li> <li>○ Impacto infraestructuras 1: <i>Consumo de espacio</i></li> <li>○ Impacto infraestructuras 2: <i>Efecto barrera</i></li> <li>○ Impacto infraestructuras 3: <i>Impacto social y ambiental</i></li> </ul>

En este sistema, los indicadores del componente movilidad tienen como objetivo evaluar el comportamiento observado de la población en sus tres vertientes más relevantes (modo, motivo y duración de los viajes), y también en parte permiten definir la demanda de transporte. La evaluación del transporte público se centra en su adecuación a la distribución espacial de población y funciones urbanas, y, además, trata de medir dos conceptos que se consideran clave en el nuevo *paradigma* del transporte sostenible: accesibilidad e intermodalidad.

Las variables de urbanismo, por su parte, se introducen aquí con varios objetivos. En primer lugar, pretendemos aproximarnos a una valoración (desde el punto de vista de la movilidad) de los diferentes modelos urbanísticos coexistentes actualmente en la ciudad de Alcalá. Para ello incorporamos variables que se reconocen en la actualidad como determinantes de la *sostenibilidad urbanística* (densidad demográfica, diversidad funcional, fragmentación). Estas variables, además, servirán de ayuda para interpretar los resultados de los otros dos componentes, en la hipótesis de que diferentes modelos urbanos derivan en diferentes patrones de movilidad. Otras tres variables se destinan a reconocer el impacto ambiental y social de las infraestructuras de transporte. Para la elaboración de este componente hemos partido del modelo de ocupación del suelo de la ciudad. Queremos también señalar que, aunque el conjunto del análisis presentado en el artículo se podría considerar como una aproximación a las relaciones entre el modelo de ciudad y la movilidad y el transporte, en el caso de este componente nos detenemos en indicadores directos de urbanismo a una escala que podríamos definir como infra-local. Como hemos dicho anteriormente, estos indicadores de urbanismo se encuentran en proceso de elaboración en el momento de redactar estas páginas y no serán incluidos en el análisis que presentamos en las siguientes páginas.

#### FUENTES DE INFORMACIÓN Y PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS

Para realizar el análisis de la movilidad y del servicio de transporte público urbano precisábamos información detallada sobre el tejido urbano (callejero y trazado de las líneas de transporte), la distribución y características de la población y sus pautas de movilidad observadas (datos demográficos publicados a nivel de sección censal y de movilidad a nivel de zona de transporte). Entre los datos de partida del estudio pudimos contar con:

- a) Cartografía de referencia en formato digital y datos demográficos, todos ellos procedentes del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid y con fecha de 2001:
  - Límites municipales y de sección censal a los que se adicionaron las tablas de datos estadísticos obtenidos de la misma fuente y para la misma fecha.
  - Callejero digital, del que se eliminaron las líneas correspondientes a límites administrativos.
  - Portales de edificios: capa de puntos situados a ambos lados de los ejes de calle de la capa anterior, actualizada hasta 2006 con datos aportados por el portal NOME-CALLES, del mismo Instituto de Estadística. Esta capa permitió afinar la precisión en la distribución espacial de la población.

b) Mapas analógicos y datos del Consorcio Regional de Transportes:

- Mapa de zonas de transporte de la Encuesta Domiciliaria de Movilidad de 2004 para el municipio de Alcalá.
- Plano de los transportes intra e interurbanos de Alcalá de Henares (2003, Consorcio Regional de Transportes de la Comunidad de Madrid). Las paradas y las líneas se digitalizaron sobre el callejero depurado de la Comunidad de Madrid ya mencionado. En las zonas periféricas de la ciudad, donde desaparecía ese callejero, se digitalizó la continuación de esos tramos de calle utilizando como base una *ortofoto* de 2003 a escala 1:5.000. Asimismo, se incorporó a la base de datos la información sobre los intervalos horarios de las once líneas urbanas de autobuses.

Todo ello se integró en un Sistema de Información Geográfica que nos permitió:

- Asegurar una buena correspondencia espacial entre las distintas capas temáticas de entrada y realizar, por tanto, un análisis realista de la distribución y relaciones espaciales entre distintas variables.
- Conseguir un mayor grado de precisión espacial en la distribución de la población y en los resultados derivados de ella. Tras los cálculos y transformaciones pertinentes se trabajó con estimaciones de población a nivel de portal, lo que permitió, por ejemplo, una valoración más ajustada de la población residente a menos de 200 metros de una parada de autobús urbano y el cálculo de centros de gravedad ponderados de las zonas de transporte como punto más representativo de esos polígonos en sustitución de los clásicos centroides, en ocasiones muy alejados de la localización real de la población (en el mapa de la figura 1, Zonas de Transporte 003, 004 ó 027).
- Una reasignación sencilla de población entre unidades administrativa diferentes (transferencia de datos desde las secciones censales a las zonas de transporte),
- Diversas mediciones de distancias, conectividad y cálculo de áreas de influencia de las paradas (realizados a través de la red viaria real) necesarios para elaborar algunos de los indicadores que se presentan a continuación (MORENO y PRIETO, 2003).

MOVILIDAD OBSERVADA Y SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO.  
EVALUACIÓN MEDIANTE UN SISTEMA DE INDICADORES

En este epígrafe se describe, por una parte, el objetivo y elaboración de los indicadores correspondientes a los dos primeros componentes del sistema, y, por otra, se realiza una valoración de los resultados en términos de la sostenibilidad de los patrones observados y también una interpretación de su distribución espacial desde nuestro conocimiento del modelo urbanístico y funcional de la ciudad de Alcalá y sus Zonas de Transporte. Los resultados se recogen en el siguiente cuadro 2.

*Movilidad Observada*

Para la elaboración de los indicadores correspondientes a este componente, hemos utilizado exclusivamente La Encuesta Domiciliaria de Movilidad 2004 del Consorcio Regional de Transporte, que proporciona adecuadamente la información para caracteri-



Cuadro 3. Indicadores de movilidad

		Cod	Indicador	Unidad	Descripción	Análisis (mejor)
INDICADORES DE MOVILIDAD	MOTIVO	M_01	Viajes No Motorizados	%	Número de desplazamientos en modo a pie respecto al total de desplazamientos intraurbanos generados	>
		M_02	Viajes No estructurantes No Motorizados	%	Número de desplazamientos con motivo distinto a trabajo y estudio, en modo a pie, respecto al total generado	>
		M_03	Viajes Transporte Público	%	Número de desplazamientos en Transporte Público respecto al total generado	>
		M_04	Viajes Transporte Público Intraurbanos	%	Número de desplazamientos en Transporte Público intraurbanos respecto al total generado	>
		M_05	Viajes Transporte Público Interurbanos	%	Número de desplazamientos en Transporte Público interurbanos respecto al total generado	>
		M_06	Viajes estructurantes en Transporte Público	%	Número de desplazamientos con motivo trabajo y estudio realizado en Transporte Público, respecto al total generado	>
TEMPO DE VIAJE		M_07	Tiempo medio Viajes Intraurbanos	Min	Duración media de los desplazamientos intraurbanos	<
		M_08	Tiempo medio Viajes Interurbanos	Min	Duración media de los desplazamientos interurbanos	<

zar los patrones de movilidad observada de la población. En una lectura desde la sostenibilidad, el medio de transporte elegido para los desplazamientos es con claridad el indicador más relevante, seguido posiblemente por la duración de los viajes. En nuestro sistema esas dos variables han sido caracterizadas tanto para la movilidad intraurbana (desplazamientos dentro de - o entre- zonas de transporte) como para la interurbana. Esta última se justifica por la importancia de los desplazamientos externos al municipio, dado el carácter metropolitano de nuestra ciudad, y también por la intención de detectar concentraciones de demanda y necesidades intermodales.

Queremos destacar nuestro interés en incorporar el efecto de los motivos de los viajes en el análisis de la elección modal de transporte, que se debe al preocupante (por poco sostenible) ascenso del uso de medios motorizados en desplazamientos destinados a compras u ocio, que en los modelos tradicionales de ciudad (y también de estilos de vida) se realizaban casi exclusivamente a pie. En este caso, y una vez más, la estructura física de la ciudad (densidad y compacidad) y la organización espacial de los recursos (comercio tradicional o centros comerciales y de ocio) conducirá a la explicación de la movilidad observada. También hemos querido subrayar con nuestros indicadores la importancia de la que llamamos movilidad estructurante<sup>3</sup> (motivos trabajo y estudio), en la caracterización de los desplazamientos. El procedimiento de elaboración de los indicadores se recoge en el cuadro 3.

<sup>3</sup> Evitamos el término *movilidad obligada*, criticado por muchos expertos, pero consideramos que estos dos motivos deben ser tratados de una manera conjunta y especial en el estudio de la movilidad por dos razones. Una social (son desplazamientos que estructuran el espacio cotidiano de quienes los realizan) y otra que podríamos llamar urbanística (son motivos que generan gran volumen de desplazamientos, muy recurrentes y rígidos). Desde los dos puntos de vista, consideramos que estos desplazamientos organizan de alguna manera el resto de actividades y desplazamientos, así como el volumen y distribución temporal del tráfico, por lo que proponemos el uso del término *movilidad estructurante* para definirlos.

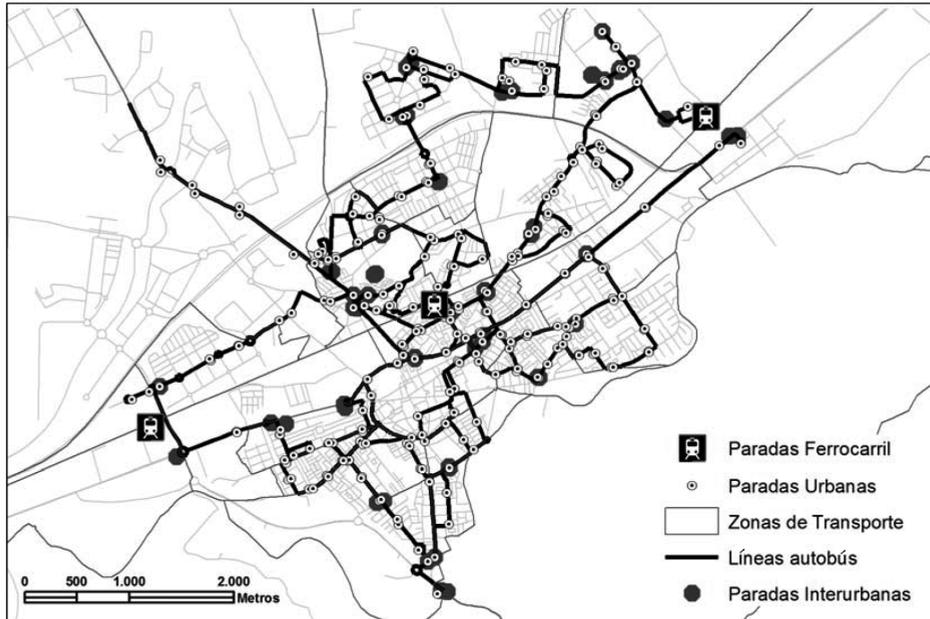


Figura 2. Mapa Red de Transporte Público.

El estudio de los resultados obtenidos por los indicadores en las diferentes zonas de transporte puede ser sintetizado en estos puntos:

- La distribución espacial de la proporción de viajes no motorizados (indicador M\_01) reproduce de una forma muy clara la estructura de la ciudad: los valores más altos se dan en las zonas más antiguas, densas y compactas, mientras en los nuevos desarrollos urbanísticos de la periferia aparecen considerablemente más bajos.
- Consideramos que el indicador M\_04 (desplazamientos intraurbanos en transporte público) es el más interesante, porque reconoce, por una parte, un modelo sostenible de movilidad y, por otra, puede traducir la calidad y eficacia del sistema de transporte público (figura 2). Como se observa, en general los porcentajes de utilización no son muy altos (por debajo del 30% del total de los desplazamientos). La distribución espacial de los resultados marcan bien las diferencias entre las zonas tradicionales de la ciudad, con los valores más altos, y las periferias urbanas, con una menor utilización del transporte público.
- Los viajes interurbanos en T. público (M\_05) muestran en general valores muy bajos. La distribución espacial de los resultados parece sensible a la proximidad de las estaciones de ferrocarril y las paradas de los autobuses interurbanos que conectan con Madrid y Torrejón de Ardoz. Este hecho interesa desde el punto de vista de la sostenibilidad, porque subraya la importancia de conseguir una buena accesibilidad interior a la movilidad exterior; dicho de otra forma, un buen modelo de intermodalidad.

Cuadro 4. Indicadores del sistema de transporte público

		Cód	Indicador	Unidad	Descripción	Análisis (mejor)
TRANSPORTE	DOTACIÓN / CALIDAD	T_00	Número de paradas de autobús	Paradas	Número de paradas de bus en cada Zona de Transporte	>
		T_01	Paradas por línea a cada 1000 habitantes	Paradas por 1000 hab.	Número de paradas por línea de bus a cada 1000 habitantes	>
		T_02	Población con fácil acceso al autobús	%	Porcentaje de población dentro de cada ZT que se encuentra a menos de 200 metros (a través de la red) de cualquier parada de autobús	>
	T_03	Frecuencia de paso de autobuses urbanos	min.	Tiempos de espera medios en las paradas de una ZT (suma de intervalos de espera de cada línea que allí se detiene / n° de líneas)	<	
	T_04	Población con acceso a paradas múltiples	%	Porcentaje de población dentro de cada ZT que se encuentra a menos de 200 metros (a través de la red) de cualquier parada múltiple	>	
	T_05	Índice de rodeo de la red de autobuses	metros	Diferencia entre la distancia recorrida por los autobuses para llegar desde cada una a todas las demás ZT y la distancia que recorrería un automóvil privado en esos desplazamientos	<	
	T_06	Grado de conectividad de la zona a la Plaza Cervantes	Número de trasbordos	Distancia topológica (n° de trasbordos) a través de la red de autobuses entre el centro de gravedad de ZT y la Plaza Cervantes	<	
	TT_07	Grado de conectividad de la zona al Hospital	Número de trasbordos	Distancia topológica (n° de trasbordos) a través de la red de autobuses entre los centros de gravedad de cada ZT y el Hospital Universitario	<	
	T_08	Población a menos de 500 m de parada interurbana	%	Porcentaje de población dentro de cada ZT que se encuentra a menos de 500 metros (a través de la red) de paradas interurbanas	>	
T_09	Población con acceso a conexión a paradas interurbanas	%	Porcentaje de población dentro de cada ZT que se encuentra a menos de 200 metros (a través de la red) de una parada urbana con conexión directa a paradas interurbanas	>		

- Los indicadores M\_02 y M\_06 muestran la relación del modo de transporte con el motivo de los desplazamientos. El primero de ellos (movilidad no estructurante, es decir por motivo compras, ocio y otros) permite reconocer en las zonas de la primera periferia - posiblemente muy *autocontenidas* - modelos urbanos tradicionales, en los que la movilidad no estructurante (compras, ocio, etc) sigue siendo de proximidad y los desplazamientos al centro pueden realizarse a pie, dada la escasa distancia. Los viajes estructurantes – trabajo y estudios- en transporte público, por otra parte, son, por su volumen y rigidez horaria, fundamentales en la evaluación de la sostenibilidad urbana. Su distribución espacial remarca aún más las diferencias entre zonas que reconoce el indicador M\_04 (que recoge todos los viajes intraurbanos en transporte público).
- Por último los indicadores de tiempo de desplazamientos (M\_07 y M\_08), tanto urbano como interurbano, no muestra grandes diferencias en cuanto a la distribución por zonas de sus resultados, y además, no parecen seguir los patrones espaciales que el resto de los indicadores. Se puede deber, entre otras razones, al mismo diseño de estos indicadores, que no ha hecho distinción según modo de transporte. En todo caso, podemos hacer una valoración desde la sostenibilidad de los resultados del M08, que

resulta negativa: como se observa, la mayoría de los desplazamientos interurbanos consumen aproximadamente una hora; demasiado tiempo empleado diariamente en viajes.

### *Indicadores de Transporte Público*

Como ya hemos mencionado, un sistema de transporte sostenible debe ser eficaz y espacialmente equitativo, que favorezca la accesibilidad a los recursos espacialmente distribuidos en el territorio más que la movilidad y que, para ello, garantice la conexión entre los desplazamientos intra e interurbanos y la intermodalidad. La Red de transporte analizada se representa en la figura 2.

En nuestro sistema de indicadores (cuadro 4), hemos pretendido recoger tanto aquellos que evalúan las condiciones del transporte público para la movilidad de la población (dotación y calidad del servicio), como los que están destinados a medir su aptitud para favorecer el acceso equitativo a la red (distribución de paradas en relación a la población y estructura de la red -eficacia, interconectividad-), o los que muestran las posibilidades de las distintas zonas de transporte para realizar desplazamientos intermodales (acceso directo o conexión con paradas interurbanas). Para más detalles técnicos sobre su diseño, ver Salado García *et al.* (2006).

- Según los resultados del indicador T\_01 los mejores niveles dotacionales se encuentran situados en la *parte central de la ciudad* (ZT 018, 019, 020; en menor medida 023 y 024) y en algunas zonas periféricas de baja densidad situadas al norte de la vía de ferrocarril (ZT 009, 013); en todas ellas encontramos también un alto número de paradas (muchas por encima de 15 y algunas hasta de 35). Estos resultados concuerdan, en general, con una estructura de la red eminentemente *radial*, en la que ocho de las once líneas existentes pasan por la plaza central del casco histórico (Plaza Cervantes) o sus inmediaciones. Destacan también el desarrollo de la red hacia el NE, para dar servicio al Hospital y al Campus Universitario (ZT 004, área sin población asignada, con 10 paradas, algunas de ellas interurbanas).
- Otro parámetro importante para evaluar la calidad del servicio de transporte público es la frecuencia de paso de los autobuses o, dicho de otro modo, el tiempo de espera medio en las paradas (T\_03). En este caso, la lectura de los resultados del indicador ha de ser inversa al caso anterior: a menor período de espera (en minutos) mayor calidad y atractivo del servicio. Para el cálculo del resultado se sumaron en primer lugar, los minutos de espera de cada línea en cada parada; posteriormente se sumaron los minutos de espera de la Zona de Transporte, y se dividió por el número de paradas existentes en la misma. Así, el valor final es la media de espera en cada parada de la ZT. Dados los resultados encontrados, poco concluyentes, creemos que habrá que replantear este indicador, puesto que seguimos considerándolo como un elemento importante de la calidad y la eficacia del sistema.
- El trazado de las líneas, y más en concreto la localización de las paradas, parece responder a un lógico criterio de *máxima cobertura*. Excepto en dos de ellas, en todas las ZT habitadas el porcentaje de población que vive a menos de 200 m de una parada de autobús (T\_02) se eleva siempre por encima del 40%, llegando en algunos casos a ser

más del 80%. Las dos notables excepciones son la zona de la Garena (008) y el Ensanche (010); ambas forman parte de los nuevos desarrollos residenciales de la ciudad, destinados a población con rentas medio-altas. Como cabe esperar, los porcentajes más altos corresponden a zonas de la ciudad con elevadas densidades de población, la mayoría de ellas barrios construidos durante los años 60 a 80 y en cuyas viviendas de menor calidad se está dando ese fenómeno de sucesión social del que ya se ha hablado.

- Semejante distribución de valores observamos en el indicador T\_04, que tiene en cuenta solamente las *paradas múltiples*. Los mayores porcentajes de población con fácil acceso (menos de 200 metros) a una parada múltiple se siguen dando en barrios de bloques en altura de la ciudad previa a los últimos desarrollos urbanísticos (ZT 017, 018, 019, 022 y 023). Como era de esperar, estos alcaláinos tienen mayor accesibilidad a los recursos de la ciudad. En general, las mayores diferencias con respecto a los valores del indicador T\_02 se dan en las zonas de transporte densas de la periferia (por ejemplo, 009, 011) a las que llega una sola línea de transporte. De nuevos nos encontramos con las ventajas e inconvenientes de una configuración de la red básicamente radial: cerca del centro se entrecruzan varias líneas, mientras a los barrios periféricos llegan solamente los extremos de esa red.
- De especial relevancia para medir la eficacia de la red en distintas partes de la ciudad consideramos el indicador T\_05 (diferencia de distancias recorridas entre ZT a través del viario y a través de la red de transporte público). Se trata de medir el *rodeo* que dan los autobuses (red simplificada) para ir desde cada Zona de Transporte a todas las demás comparando esa distancia con la que se recorrería en coche o a pie (viario completo); en ambas redes se utilizan los *caminos mínimos* entre los centros de gravedad ponderados de las ZT. El resultado que observamos en la tabla 1 es la media de las distancias de esos recorridos mínimos desde esa Zona de Transporte hacia las demás. Muestran índices de rodeo muy altos los barrios más periféricos de la corona norte de la ciudad (ZT 003, 009 y 010). Dos de las zonas son parte de esas nuevas piezas en la ciudad orientadas hacia rentas medio-altas (ZT 009 y 010) seguramente con escasa conexión con el núcleo histórico de la ciudad, mientras la tercera es una nueva zona residencial que ha saltado hacia el norte la barrera de la autopista A-2 y, evidentemente, se encuentra bastante aislada del resto de la trama urbana. En los barrios centrales (ZT 018, 019, 021, 022 y 023), sin embargo, el rodeo es mínimo debido a la densidad de líneas de transporte urbano que se entrecruzan en esa zona. La escasa distancia entre paradas de distintas líneas explica que los usuarios puedan fácilmente elegir aquella línea que los acerca a la parte de la ciudad deseada sin trasbordos y sin desviarse demasiado del camino *óptimo* que recorrerían en coche o andando.

No obstante, hay que tener presente que la máxima eficacia (trazado de las líneas de autobús lo más próximo posible a la recta) contradice en este caso la equidad (un trazado más sinuoso puede *acercar* las paradas a una porcentaje mucho mayor de población) y que eficiencia y equidad espaciales son atributos deseables de un sistema de transporte público competitivo, por lo que será necesario buscar una solución compromiso entre ambas.

- El número de trasbordos necesario para alcanzar puntos neurálgicos de la ciudad nos pareció también un factor relevante que puede decantar la decisión de algunos usuarios por el transporte público o por el vehículo privado. Según los resultados del indicador T\_06, desde diecisiete de las diecinueve ZT residenciales puede llegarse a la plaza central de la ciudad (Plaza de Cervantes) sin realizar trasbordo alguno; los residentes en las otras dos deberían realizar un único trasbordo. Vuelve a ponerse de manifiesto esa estructura netamente radial de la red de transporte público en Alcalá de Henares.
- El caso del Hospital Universitario Príncipe de Asturias, situado en el Campus externo de la Universidad es diferente (T\_07). Sólo las zonas de transporte situadas entre el centro (Plaza de Cervantes, ZT 020) y el Campus (ZT 004) pueden acceder sin trasbordos a la instalación. Las demás tendrían que tomar dos o tres autobuses diferentes, con los consiguientes inconvenientes económicos y de tiempo investido en el desplazamiento.
- El último grupo de indicadores se centra en la intermodalidad, que, como se sabe, constituye un aspecto imprescindible de la planificación de un transporte sostenible dado el ritmo y el estilo de crecimiento urbanos de los últimos tiempos. Si establecemos un umbral de 500 metros como distancia máxima razonable a la que debería situarse una parada de transporte público interurbano de cualquier domicilio, los resultados de T\_08 muestran que una parte muy significativa de la población de Alcalá tiene fácil acceso a una parada de estas características. Exceptuando las zonas 012, 017 y 021, más 40% de la población del resto de ZT vive a menos de esa distancia de las paradas interurbanas que conectan Alcalá con otras localidades de su entorno, preferentemente Madrid y otras grandes poblaciones del Corredor del Henares. La población de las zonas mencionadas podría desplazarse hacia ZT contiguas en las que sí existe tal servicio (*figura 1*). No obstante, hay importantes diferencias dentro de la ciudad: en este caso las zonas más beneficiadas son áreas periféricas en la ciudad (ZT 009) o próximas a la estación de autobuses en la que confluyen todas estas líneas interurbanas (ZT 018, 019 y 024). La red de autobuses interurbanos se superpone sobre la de ámbito urbano mostrando una configuración notablemente distinta. La posibilidad real de uso de esta red para desplazamientos intraurbanos se ve limitada a los usuarios con abonos de transporte, dado su coste.
- Por último, se incluyó el indicador T\_09 (porcentaje de población en cada ZT que se encuentra a menos de 200 metros, a través de la red, de una parada urbana con conexión directa a paradas interurbanas) para evaluar la conexión entre las redes de transporte público inter e intraurbana. Sus resultados fueron idénticos a los del indicador T\_02, lo que significa que las paradas interurbanas están bien distribuidas espacialmente y que todas las líneas de autobuses urbanos tienen alguna conexión con paradas interurbanas. Esos resultados parecen indicar, por tanto, que el diseño actual de la red urbana e interurbana de autobuses en Alcalá de Henares facilita el transporte intermodal.

### HACIA UNA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Un análisis conjunto de los indicadores nos aproxima a realizar una valoración general de los patrones de movilidad y transporte público en términos del grado de sostenibilidad, y también a reconocer diferencias según Zonas de Transporte. Así, de acuerdo a lo esperado, las áreas centrales de la ciudad, compactas y diversas funcionalmente, presentan en general unos patrones de movilidad más sostenible (mayor volumen de desplazamientos no motorizados o en transporte público), lo que es favorecido por una red de transporte público que todavía reproduce la estructura nuclear de la ciudad tradicional y, por tanto, está mejor dotada en las zonas centrales de la ciudad. Precisamente los indicadores destinados a la evaluación del sistema de transporte han sacado a la luz ciertas deficiencias en su adecuación a la nueva estructura física y funcional de la ciudad, ahora más compleja, en la que los recientes desarrollos urbanísticos necesitan, quizás, líneas de transporte periféricas y una mejora en las conexiones interurbanas.

En la siguiente fase de este trabajo de investigación, está prevista - una vez se hayan mejorado las deficiencias que presentan actualmente algunos indicadores y se hayan elaborado los correspondientes al componente urbanismo -, la realización de una matriz de correlaciones entre todos los indicadores. Consideramos que sus resultados ayudarán a la interpretación de los mismos y, por supuesto, de las relaciones que deben existir entre las tres dimensiones - movilidad observada, transporte público y características urbanísticas- que, a nuestro juicio, definen los patrones de un modelo de movilidad sostenible.

### CONCLUSIONES

Consideramos que el trabajo que aquí hemos presentado tiene una orientación metodológica, técnica y temática. Destinamos estos últimos párrafos a hacer una valoración del mismo en estas tres vertientes:

- Desde el punto de vista metodológico, recordamos que nuestro objetivo ha sido el desarrollo de un sistema de indicadores coherente apoyado sobre los que la literatura científica considera atributos básicos de la movilidad urbana sostenible: el uso preferente de medios no motorizados o del transporte público en los desplazamientos y el respeto a los principios de equidad espacial, accesibilidad e intermodalidad en el diseño de la red de transporte público. Creemos que sigue siendo un reto interesante intentar medir y hacer operativos esos principios ya bastante consensuados y en este sentido hemos querido dirigir nuestra contribución.

Por otro lado, insistimos sobre la utilidad del diseño de *sistemas de indicadores* organizados sobre varios componentes para abordar fenómenos tan complejos como el de la movilidad y el transporte urbanos. Si la intención es facilitar la comprensión del problema y el ulterior diseño de estrategias eficaces, no cabe detenerse en aproximaciones parciales (niveles de emisiones o de uso del transporte público, por ejemplo); son necesarias herramientas que nos acerquen a la correcta interpretación y valoración de los distintos aspectos del problema y de su interacción.

- En una perspectiva técnica, reconocemos que el diseño de los indicadores ha revela-

do ciertas limitaciones, algunas veces derivadas de la calidad de la información, otras, de una conceptualización deficiente que debemos corregir. Además de la necesidad de desglosar algunos de los indicadores de movilidad por medio de transporte, consideramos especialmente interesante desarrollar con mayor profundidad los indicadores de accesibilidad. Ello exige, por una parte, una buena definición de los puntos de atracción funcional de la ciudad y sus transformaciones más recientes (teniendo en cuenta tipos y jerarquías de funciones), y, por otra, ensayar la aplicación de índices de accesibilidad como el utilizado por Kwok y Yeh (2004) en su estudio sobre Hong Kong. La elaboración de unos indicadores de modelo urbanístico apropiados para la evaluación de la movilidad y pertinentes para una escala infra-local e intraurbana constituirá el próximo paso en nuestro análisis (ver, para una reflexión al respecto, DÍAZ MUÑOZ *et al.*, 2007).

- Desde un punto de vista temático, nuestro trabajo ha querido incidir en las relaciones entre los modelos urbanísticos (características formales y funcionales de las áreas urbanas) y los patrones de movilidad y transporte. Hemos adoptado una perspectiva intraurbana, tratando de reconocer los diferentes modelos de movilidad en zonas tradicionales y nuevos desarrollos dentro de una misma ciudad y valorándolos en términos de sostenibilidad. Por un lado, esas diferencias entre distintas áreas han servido para corroborar y, en algunos casos, matizar hipótesis previas sobre el modelo de movilidad o el nivel dotacional esperado y, por otro, para testear el grado de expresividad y significación de los indicadores calculados.

Queremos resaltar aquí la aplicabilidad de esta aproximación centrada en las diferencias internas en la ciudad. Evidentemente, la detección de las diferencias intraurbanas en cuanto a movilidad observada y calidad (en términos de servicio y de organización espacial) de la red de transporte público es fundamental para la planificación del tráfico y el transporte en las ciudades; pero queremos destacar también su aplicabilidad a la planificación urbanística: indicadores como los aquí elaborados pueden detectar la relación entre movilidad y diseño urbano y propiciar una orientación de los planes hacia una estructura física, una distribución de las actividades y funciones y una oferta de transporte público en la ciudad destinada a conseguir un modelo sostenible. Como todos sabemos, las consecuencias negativas de los actuales patrones que el crecimiento urbano está adoptando en los espacios metropolitanos –extenso, fragmentado y disperso– hacen ver claramente la necesidad de coordinación entre planificación urbanística y planificación del transporte.

Por supuesto, una aproximación estrictamente urbanística al estudio de la movilidad y el transporte en la ciudad constituye una simplificación de un fenómeno que es complejo en esencia. Como ya dijimos, los perfiles sociodemográficos de nuestras ciudades, los estilos de vida de su población y los cambios que están experimentando en las últimas décadas constituyen un factor fundamental en la explicación de los patrones de movilidad, que escapan al objetivo de nuestro trabajo pero no deben olvidarse a la hora de interpretarlos. Y en casos como el de nuestra ciudad de estudio, Alcalá de Henares, una perspectiva desde el contexto territorial es imprescindible. En un espacio metropolitano tan cohesionado como el de Madrid, es necesario combinar tres escalas de análisis (metropolitana, local e infralocal) para poder comprender y evaluar el modelo de movilidad y transporte desde una perspectiva de sostenibilidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENCIA EUROPEA DEL MEDIO AMBIENTE (2005): *Sistema de indicadores para el seguimiento del transporte y el medio ambiente* (TERM). Disponible en [http://themes.eea.eu.int/Sectors\\_and\\_activities/transport/indicators](http://themes.eea.eu.int/Sectors_and_activities/transport/indicators).
- AGENCIA EUROPEA DEL MEDIO AMBIENTE Y MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (1998): *Medio Ambiente en Europa. El informe Dobris*. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente de España. (Edición original, 1995)
- CAMAGNI, R., GIBELLI, M. C. y RIGAMONTI, P. (2002): Urban mobility and urban form: the social and environmental costs of different patterns of urban expansion, *Ecological Economics*, 40, pp. 191-216.
- COMISIÓN EUROPEA (2000): *Hacia un perfil de la sostenibilidad local. Indicadores comunes europeos*. Luxemburgo, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. Disponible en <http://sostenibilitat.upc.edu/archivos/fichas/informes/haciaunperfil.pdf>
- DÍAZ MUÑOZ, M. A., RODRÍGUEZ MOYA, J. M. y GARCÍA PALOMARES, J. C. (2006): Desplazamientos laborales y género en la Comunidad de Madrid a partir del Censo de Población de 2001. Algunas consideraciones temáticas y metodológicas, Comunicación presentada en el X Congreso de la Población Española, "Migraciones, movilidad y territorio", Pamplona (junio 2006), Grupo de Población. Asociación de Geógrafos Españoles.
- DÍAZ MUÑOZ, M.A., SALADO GARCÍA, M. J., ROJAS QUEZADA, C., CANTERGIANI, C.C., GUTIÉRREZ MARTÍNEZ, S, y DE SANTIAGO, E. (2007): Sobre la sostenibilidad de los modelos territoriales urbanos. Experiencias y reflexiones, *Boletín de la Real Sociedad Geográfica*, Tomo CXLII. (En prensa)
- GILBERT, R., IRWIN, N., HOLLINGWORTH, B. y BLAIS, P. (2002): *Sustainable Transportation Performance Indicators*, Centre for Sustainable Transportation. Disponible en [www.cstctd.org](http://www.cstctd.org)
- FARIÑA, J. y POZUETA, J. (2002): La movilidad en los tejidos residenciales del suburbio disperso, *Urban*, 2.
- GUDMUNDSSON, H. (2001): *Indicators and performance measures for Transportation, Environment and sustainability in North America*, Ministry of Environment and Energy, National Environmental Research Institute. Disponible en [http://www.dmu.dk/1\\_viden/2\\_Publikationer/3\\_arbrapporter/default.asp](http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_arbrapporter/default.asp)
- GUDMUNDSSON, H. (2003): Dar a los conceptos la importancia que les corresponde. Movilidad sostenible y sistemas de indicadores en la política de transporte, *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 176, pp. 26-52.
- GUTIÉRREZ PUEBLA, J. y GARCÍA PALOMARES, J. C. (2005): Cambios en la movilidad en el área metropolitana de Madrid: el creciente uso del transporte privado. *Anales de Geografía* 25, pp. 331-351.
- KWOK, R.C.W. y YEH, A.G.O. (2004): The use of modal accessibility as an indicator form sustainable development, *Environment and Planning A*, Vol. 36, pp. 921-936.
- LITMAN, T. A. (2005): *Sustainable Transport Indicators*, Victoria, Canadá, Victoria Transport Policy Institute. Disponible en [www.vtpi.org](http://www.vtpi.org)
- MORENO, A. y PRIETO, M. E. (2003): Evaluación de procedimientos para delimitar áreas de servicio de líneas de transporte urbano con Sistemas de Información Geográfica. *Investigaciones Regionales*, 2, pp. 85-102.
- NUNES DA SILVA, F. (2001): Políticas de transportes para um ambiente urbano sustentable

en *Actas dos VII Cursos Internacionais de Verão de Cascais*. Vol. 2. A cidade Cascais, Câmara de Cascais.

- POZUETA, J. y OJAUGUREN MÉNDEZ, S. (2005): Situación y perspectivas de la movilidad en las ciudades. Visión general y el caso de Madrid, *Cuadernos de Investigación urbanística* 45. 88 páginas. Escuela Técnica Superior de Arquitectura, UPM . Disponible en [http://www.aq.upm.es/Departamentos/Urbanismo/public/ciu/num/ciu\\_45.html](http://www.aq.upm.es/Departamentos/Urbanismo/public/ciu/num/ciu_45.html)
- SALADO GARCÍA, M. J., DÍAZ MUÑOZ, M. A., BOSQUE SENDRA, J., CARVALHO CANTERGIANI, C., ROJAS QUEZADA, C.; JIMÉNEZ GIGANTE, F. J., BARNETT, I. FERNÁNDES MOURAO, C., MUÑOZ RUEDA, C. (2006): Movilidad sostenible y SIG. Propuesta de evaluación del transporte público en Alcalá de Henares, en CAMACHO, M. T., CAÑETE, J. A. y LARA, J. J. (editores), *El acceso a la información espacial y las nuevas tecnologías geográficas*, Grupo de Tecnologías de la Información Geográfica de la Asociación de Geógrafos Españoles y Universidad de Granada. pp. 1777-1794
- SUMMA. (2005): Sustainable Mobility, Policy Measures and Assessment Disponible <http://www.summa-eu.org/>

