

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS DE FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS Y ACCESIBILIDAD A LA FRAGMENTACIÓN URBANA

Alejandra Ezquerro-Canalejo; Isabel Otero-Pastor; Esther Núñez-Uzquiano; Belén Martín-Ramos; Emilio Ortega-Pérez

Universidad Politécnica de Madrid/E.T.S.I. Montes, Forestal y Medio Natural/ Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid, España. alejandra.ezquerro@upm.es

RESUMEN

Un espacio urbano se caracteriza por contar con una organización interna, viviendas contiguas que se distribuyen en calles, manzanas y lugares con espacios verdes, centros de seguridad, educativos, de salud, actividad comercial, infraestructuras de transporte... Todo ello provoca que la movilidad de los viandantes en las ciudades no siga trayectorias rectas o continuas desde el principio al fin, sino que se vean redirigidas u obstaculizadas por un sinfín de barreras arquitectónicas, que incrementan los tiempos de desplazamiento.

El trabajo es un proyecto de investigación en el que se han aplicado los modelos de fragmentación de hábitats y de accesibilidad al estudio de la fragmentación urbana, en el distrito de Chamberí (Madrid).

La metodología seguida se ha basado en la utilización de un SIG (ArcGIS), mediante el cual se realizan los cálculos necesarios con el fin de llegar a una comparativa porcentual de tiempos, entre los diferentes trayectos que se proponen, y en función de dos tipos de red: una simple, en la que el viandante no encuentra esperas, y otra doble donde se tienen en cuenta semáforos y pasos de peatón. Cada escenario ha sido analizado mediante los indicadores de los modelos de fragmentación de hábitats y accesibilidad.

En las conclusiones se exponen la diferencia de tiempos observada entre ambos escenarios y en función de cada modelo, y una posible solución para mejorar la movilidad de los peatones en los espacios urbanos.

Palabras clave: Fragmentación; Accesibilidad; SIG; Urbano; Hábitats.

ABSTRACT

An urban area is characterized by an internal organization, continuous housing that is distributed in streets, squares and places with green spaces, security centers, educational centers, health centers, business, transport infrastructure.... This causes the movement of pedestrians in cities do not follow straight or continuous paths from the beginning to the end, but they have been redirected or hampered by many architectural barriers, that increase travel times.

This document is related to this fact. It is a research project where models of habitat fragmentation and accessibility are applied to the study of the urban fragmentation, in the district of Chamberí (Madrid).

The methodology followed is based on the use of a GIS (ArcGIS), whereby calculations are performed in order to reach a comparative percentage of time, among different proposed paths, and according to two types of network: a simple one, where the pedestrian is not waiting, and a double where there are traffic lights and pedestrian steps. Each scenario will be analyzed by the indicators of habitat fragmentation and accessibility patterns.

Finally, the conclusions will discuss the time difference between the two scenarios, according to each model of study, well as a possible solution to improve pedestrian mobility in urban areas.

Keywords: Fragmentation; Accesibility; GIS; Urban; Habitat.

1. INTRODUCCIÓN

En este proyecto se va a abordar la problemática de la movilidad de los peatones en espacios urbanos al encontrarse con barreras a su paso, tales como vías de transporte o construcciones arquitectónicas. Este hecho hace que las trayectorias entre orígenes y destinos no sean siempre rectas y que los tiempos de traslado aumenten respecto a un escenario sin obstáculos.

Este proceso de fragmentación urbana va a ser analizado mediante una serie de indicadores relacionados con los conceptos adaptados de accesibilidad (Geurs, K.T. y Van Wee, B.; 2004) y fragmentación de hábitats (Taylor, P.D. et al, 1993; Turner, M. G., 1989; Tischendorf, L., Fahrig, L. 2000). Para ello aplicaremos como herramienta un Sistema de Información Geográfica (ArcGIS).

El objetivo del estudio es la comparación de los tiempos de recorrido estimados entre puntos de origen y destino desde dos perspectivas, la primera a través de una red de calles simples sin trabas para el viandante y, la segunda que estaría compuesta por una doble vía que simula las aceras y en cuyos cruces se van a incluir tiempos de espera de semáforos y pasos de peatón. Todo ello analizado según modelos de accesibilidad y fragmentación de hábitats, adaptados al medio urbano.

El resultado será la diferencia en porcentaje entre ambas situaciones.

1.1 Estado de la cuestión o revisión bibliográfica

Los patrones de asentamiento humano están cambiando rápidamente en todo el mundo, ya que la población mundial se vuelve cada vez más urbana (Kane et al., 2014). No es de extrañar, pues, que en los últimos años el análisis de la fragmentación urbana se haya convertido en una prioridad para los diseñadores y planificadores urbanos (Michelutti, 2010). Varias disciplinas, como la sociología, la economía, la geografía, el urbanismo y la planificación del transporte se han ocupado de este fenómeno, si bien, no se ha llegado a un consenso sobre la definición del término. Existen diferentes enfoques para el estudio de la fragmentación urbana: como un fenómeno social, espacial, político, cultural o económico (Deffner y Hoerning, 2011; Harrison et al., 2003; Navez-Bouchanine, 2002; Van Kempen, 1994). Sin embargo, todos ellos entienden la fragmentación urbana como una amenaza a la cohesión social.

La fragmentación urbana se asocia con obstáculos físicos de la ciudad y dificulta las opciones y oportunidades para la interacción social, siendo los peatones uno de los grupos más vulnerables a la fragmentación de los sistemas de transporte urbano (Hoener et al., 2005; Pikora et al., 2003), ya sean públicos, privados o no motorizados. Según ITF (2012) caminar es la forma fundamental de desplazarse. No es costosa, no produce emisiones de gases de efecto invernadero, proporciona beneficios importantes para la salud y es accesible para la mayor parte de la población, con independencia de su nivel de ingresos. Sin embargo, los altos niveles de movilidad motorizada han generado patrones que dificultan el transporte no motorizado, lo que afecta especialmente a los peatones con movilidad reducida (ancianos, niños y personas que no tienen acceso a un vehículo privado) (Di Giulio et al., 2009). La relación entre la movilidad de los peatones y la fragmentación urbana ha atraído recientemente la atención de instituciones e investigadores, debido a los impactos ambientales negativos del tráfico motorizado en las ciudades y al envejecimiento de la población, que implica un aumento en el número de personas que ya no son capaces de conducir un coche o que tienen movilidad limitada (European Commission, 2011). Sin embargo, la planificación del transporte tradicional infravalora el transporte no motorizado (Litman, 2003a). En muchos casos se ignoran los viajes a pie y solo se tienen en cuenta como una parte del viaje en transporte público o en coche, sin considerar caminar como un modo de transporte en sí mismo (Litman, 2003b).

2. METODOLOGÍA

El proceso metodológico del proyecto trata de calcular la fragmentación urbana en función de los modelos de accesibilidad y fragmentación de hábitats. Cada uno de estos modelos será estudiado en los dos escenarios distintos:

- **escenario 1:** uno compuesto por el callejero simple donde el viandante puede recorrer la red sin ningún obstáculo;
- **escenario 2:** obtenido a partir del duplicado del anterior y aplicándose a su vez tiempos de espera, debido a la existencia de pasos de peatón y semáforos que condicionan y aumentan la duración del viaje.

Todo ello se representará gráficamente en un mapa que muestre la fragmentación urbana obtenida a partir de los dos modelos.

Finalmente se analizará la diferencia porcentual entre los dos mapas resultantes y la comparación entre los valores obtenidos de accesibilidad y de fragmentación de hábitats.

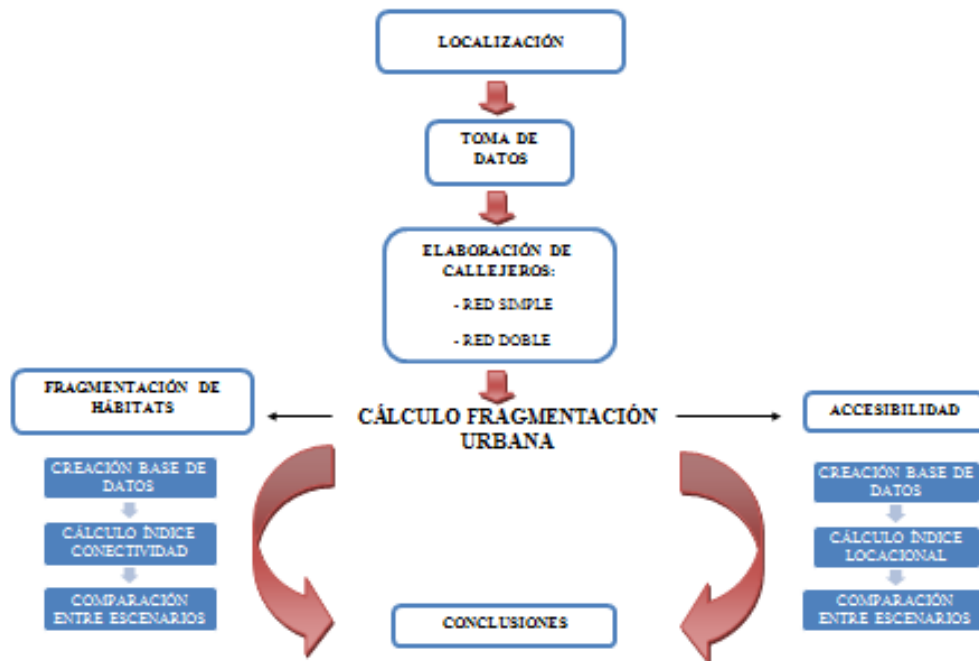


Figura 1. Figura 1: esquema del proceso de cálculo de la fragmentación urbana. Fuente: elaboración propia

2.1 Metodología para el cálculo de fragmentación urbana mediante el modelo de accesibilidad

A la hora de calcular la accesibilidad (Ortega et al, 2011; Holl, 2007), el indicador seleccionado mide el coste para acceder a las oportunidades, se trata del indicador (cuyo cálculo se representa en la ecuación 1).

$$A_i = \sum_j c_{ij} w_{ij} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

A_i es la accesibilidad de la zona i .

c_{ij} es una medida del coste de desplazamiento desde i hasta j .

w_{ij} es el peso de la zona j para el origen i .

Lo que se traduce en un coste medio ponderado. En este trabajo se han usado los tiempos como costes. Estos indicadores requieren que se conozca: - el peso, w_{ij} - número o proporción de viajes que se realiza a cada destino, es decir, un modelo de distribución.

El análisis de los datos se realiza utilizando la extensión de ArcGis, Network analyst. De esta forma, se va a obtener la comparativa de los tiempos de recorrido entre los diferentes destinos en los dos escenarios.

Para crear la red de conexión entre todas las localizaciones que se consideran en el estudio, se seleccionan previamente una serie de puntos de interés que se encuentren dentro de los límites de la zona, y que se utilizarán como orígenes y destinos para hacer el análisis.

2.2 Metodología para el cálculo de fragmentación urbana basado en el modelo de fragmentación de hábitats

La fragmentación de hábitats se analiza mediante el estudio de su conectividad. Para evaluar la conectividad, la función seleccionada calcula la distancia de coste acumulativo mínima para cada origen a un conjunto de celdas de destino a través de una superficie de coste (Mancebo et al, 2010; Adriaensen, et al 2003; Marulli, J., Mallarach, J.M. 2005). El cálculo es una función de la distancia efectiva, la cual es la mínima distancia entre dos puntos, separados por una matriz de resistencia que simula la dificultad encontrada por los organismos en movimiento a través del territorio. De esta forma se adapta el estudio de la fragmentación de hábitats al análisis de la fragmentación urbana.

La cuadrícula de distancia de coste resultante muestra cuánto supondría cada celda para llegar a un destino a través de la ruta de menor coste. Los valores acumulados se basan en la unidad de coste especificado en la matriz de resistencia o superficie de coste, y puede ser interpretada como el coste de los peatones para alcanzar sus destinos. Por tanto, la mayor fragmentación urbana.

Este coste se mide en segundos y, después de obtener los resultados de ambos escenarios por separado los combinaremos para analizar las diferencias entre ellos.

La función de GIS utilizada es costdistance incluida en ESRI ArcInfo Workstation. El cálculo se realiza de la siguiente manera (ESRI, 2001): La impedancia se deriva de los costos asociados con las celdas de la matriz de resistencia y la dirección del movimiento a través de ellas. El coste de movimiento desde una celda 1 a cualquiera de las cuatro posibles celdas conectadas directamente, es la suma de los costes de las cuadrículas 1 y 2 dividido entre dos. Por lo tanto, el coste acumulativo de movimiento desde una celda i hasta un destino n es determinado por la siguiente fórmula (ecuación 2):

$$C_{i,j} = \sum_{i+1}^{j-1} cost_celda + \frac{cost_celda\ i + cost_celda\ j}{2} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

$C_{i,j}$ es el costo de movimiento desde celda i hasta destino j . El valor de $C_{i,j}$ más grande, el mayor coste y fragmentación.

Cost_celdai es el coste de la celda i .

Cost_celdaj es el coste de la celda j .

El movimiento diagonal está también considerado. En este caso el coste del viaje será la raíz cuadrada de dos veces el valor de la celda, pues esta es la distancia del enlace ortogonal.

Esta distancia de menor coste se calcula desde cada celda hasta el destino que será el menos costoso de alcanzar. En este caso, como se pretende conocer la conectividad de cada origen a un número determinado

de destinos, se selecciona cada destino y se calcula la ecuación 1. De esta manera, se aplica dicha ecuación tantas veces como destinos posibles.

Como el número de destinos puede ser muy alto, el proceso de GIS se ha programado en el lenguaje de Arc Macro (AML). Finalmente, el valor del coste total para un origen a los n destinos es:

$$K_i = \sum_1^n C_{i,j} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

K_i es el costo de movimiento desde celda i a n destinos. El valor de K_i más grande, el mayor coste y fragmentación.

$C_{i,j}$ es el costo de movimiento desde celda i hasta destino j .

3. APLICACIÓN

A la hora de adaptar los modelos de accesibilidad y fragmentación de hábitats al estudio de la fragmentación urbana, se parte de una base de datos aportada por los tiempos de espera en pasos de peatón y semáforos de toda una zona de la ciudad de Madrid (España): el distrito de Chamberí.

El distrito de Chamberí es principalmente residencial, y el porcentaje de personas mayores de 65 años es 25 puntos superior a la media de Madrid. Chamberí también sigue teniendo una oferta comercial en gran parte tradicional con una gama de servicios públicos. El distrito está compuesto por seis barrios, unidos por grandes avenidas de tráfico motorizado elevado y que actúan como barreras para peatones.

Para la toma de datos se emplearon diez jornadas en las que se recorrieron todas y cada una de las vías que componen el barrio, a una media de 3 kilómetros por día, y que suman alrededor de 30 kilómetros de recorrido total, abarcando una superficie de 4,69 kilómetros cuadrados. Se frenaba en los cruces para medir, mediante un cronómetro, el tiempo de espera que un viandante sufriría si esperara el total de la señal en rojo; así como el tiempo medio que se tardaría en atravesar los pasos de peatón.

3.1 Cálculo de la fragmentación urbana mediante la accesibilidad

Se trata de calcular el grado en el que los peatones pueden acceder a un servicio, en este caso a cada uno de los puntos definidos como orígenes y destinos dentro del área de estudio. Para ello, se va a utilizar el índice locacional, visto anteriormente, y que mide el coste que supone alcanzar dichos destinos.

Se obtiene una matriz en la que se conectan, siguiendo el trayecto más corto, cada origen con el resto de los puntos de interés seleccionados de la zona de aplicación del modelo. Este análisis tiene lugar gracias a la siguiente información de partida: Los dos escenarios explicados previamente, es decir, el escenario 1 sin aceras y sin cruces, y el escenario 2 o callejero duplicado en el que se suman los tiempos de espera en los cruces que presentan pasos de peatón o semáforos. El otro elemento imprescindible para el cálculo de la fragmentación mediante la accesibilidad es la relación de orígenes y destinos creada.

3.1.1 Escenario 1

Se parte de la red simple en la que los peatones pueden recorrer la superficie sin ningún obstáculo, considerando además los puntos de orígenes y destino de interés seleccionados.

Con la extensión Network Analyst dentro del programa ArcGIS, se crea una matriz de orígenes y destinos (New OD Cost Matrix) utilizando como impedancia el campo de tiempo medio de viaje, que se trata del tiempo de desplazamiento medio en función de la longitud del tramo, calculado previamente.

El resultado es una matriz que refleja las líneas de unión entre los diferentes puntos del mapa. El número de orígenes es de 157 así como el de destinos dando como resultado una red de 24649 combinaciones. De esta forma se consigue una tabla de valores que muestra el tiempo que tardaría una persona en recorrer los tramos elegidos, desde cada punto de inicio hasta sus respectivos destinos finales.

Para comprender el proceso, se muestra a continuación, un ejemplo del cálculo de la matriz de coste de un origen con el resto de destinos (Figura 2).

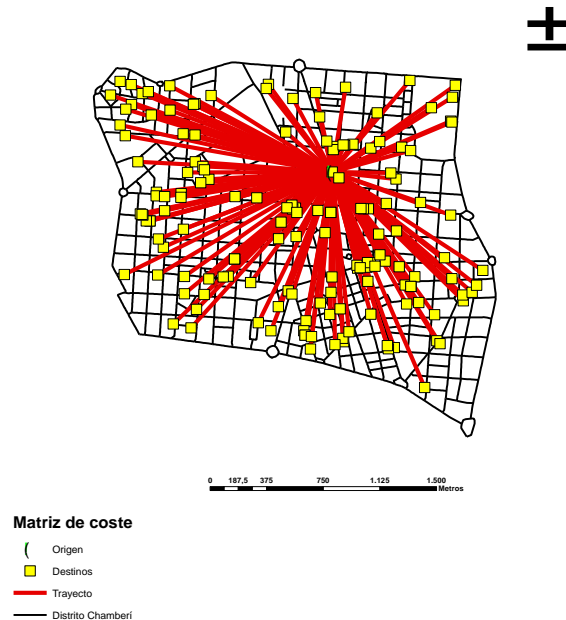


Figura 2. Figura 20: Mapa de fragmentación urbana entre un punto de origen y el resto de los destinos, mediante el cálculo de la accesibilidad en el Escenario 1. Fuente: elaboración propia.

3.1.2 Escenario 2

A partir del escenario 2 y la red de orígenes y destinos, con la aplicación Network Analyst (New OD Cost Matrix), se crea una nueva matriz de cálculo de la accesibilidad.

La impedancia seleccionada en este caso va a ser la del tiempo total, el cual se conforma de la suma de los tiempos de recorrido medio en función de la longitud del tramo y la velocidad media escogida, y los tiempos correspondientes a la espera en semáforos y pasos de peatón. El resto de operaciones son idénticas a las del escenario 1.

El resultado de esta matriz de coste son 24649 líneas de las posibles combinaciones (Véase el ejemplo de mapa de fragmentación urbana de uno de los orígenes con el resto de los 157 destinos, Figura 3).

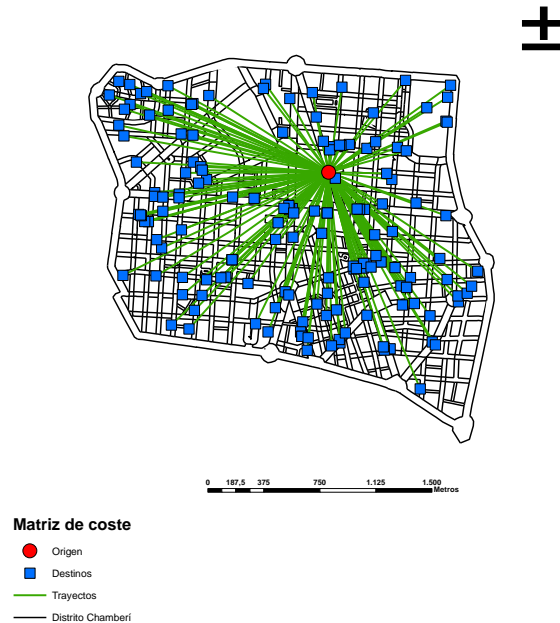


Figura 3. Mapa de fragmentación urbana de un origen mediante el cálculo de la accesibilidad para el Escenario 2. Fuente: elaboración propia.

3.1.3 Representación de fragmentación urbana

Una vez calculado el índice locacional que analiza la accesibilidad en la zona de estudio, se estudia la fragmentación urbana a partir de la media de segundos que se tarda de cada uno de los orígenes al resto de los destinos en ambos escenarios. Para ello se halla la diferencia y el porcentaje que existe entre los dos escenarios (Ecuación 4: Diferencia porcentual entre los dos escenarios a partir del modelo de accesibilidad).

$$\% \text{ Diferencia} = -1 \cdot \left(\frac{\text{Escenario}_1 - \text{Escenario}_2}{\text{Escenario}_1} \right) \cdot 100 \quad (\text{Ecuación 4})$$

3.2 Cálculo de la fragmentación urbana utilizando el modelo de fragmentación de hábitats

La fragmentación del territorio es analizada a través de la conectividad existente entre los distintos puntos de la superficie. Para analizar esta conectividad, la función elegida calcula para cada origen la distancia de menor coste acumulativo sobre una superficie de resistencia a un conjunto de celdas de destino. El estudio se basa en una función de la distancia efectiva, que es la distancia mínima entre dos puntos, separados por una matriz de resistencia que representa la dificultad encontrada por los organismos a través del territorio. A cada celda del mapa de resistencia se le asigna un valor, que es una simplificación de la oposición que ofrece el espacio al movimiento.

La cuadrícula resultado del coste de la distancia muestra cuánto valdría cada celda para alcanzar un destino a través de la ruta de menor coste. Dicho proceso puede ser extrapolado a los peatones a la hora de alcanzar sus destinos.

4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1 Análisis de la fragmentación urbana mediante el modelo de accesibilidad

El **objetivo** del proyecto es el de estudiar la fragmentación urbana comparándola entre una red simple (escenario 1) y una doble (escenario 2), a la que sumábamos tiempos de espera, mediante el modelo de la accesibilidad. Para dicho cálculo se ejecutó un indicador locacional que medía el “coste temporal” medio.

El **resultado** obtenido a partir de dicho estudio, comparando las medias de cada red de todos los trayectos entre orígenes y destinos, resulta una diferencia de un **31%**. Esto quiere decir, que el tiempo estimado que va a tardar un ciudadano en realizar un recorrido a pie en un callejero con paradas causadas por señales viales tales como semáforos o pasos de peatón, es un 31% superior al tiempo que se emplearía en realizar el mismo camino en un panorama libre de barreras.

En el caso de los puntos máximos y mínimos podemos explicar la cifra conseguida en el primero de casi un 51%, con el rodeo a una glorieta perteneciente a una avenida de grandes dimensiones con una densidad de tráfico abundante en la que el paso de los peatones está limitado a tiempos muy reducidos, favoreciendo la circulación de los vehículos y prolongando los tiempos de espera del viandante. El valor mínimo correspondiente a cero implica un ejemplo claro de solapamiento de píxeles, un pequeño error sin trascendencia.

4.2 Análisis de la fragmentación urbana mediante el modelo de la fragmentación de hábitats

En este apartado el análisis de la fragmentación urbana se ha llevado a cabo por medio del estudio de la fragmentación de hábitats, a través del índice de conectividad. Para evaluar este parámetro, la función seleccionada calcula para cada origen la distancia con menor coste acumulativo sobre la superficie de resistencia a un conjunto de celdas de destino.

Asumido el concepto, el **incremento medio porcentual** en este caso es de **31,3%**, un valor bastante parejo al anterior. Sin embargo, el valor máximo corresponde a un 40%, con una desigualdad de 10 puntos respecto al obtenido en la accesibilidad.

Hay que destacar que las zonas donde se dan las diferencias más altas se ubican en zonas de mayor presencia de señales, coincidiendo con los barrios de Trafalgar, Almagro y Gaztambide, debido a la localización de múltiples edificios destinados a oficinas y, por tanto, una mayor densidad de tráfico. Asimismo las zonas intermedias de la red corresponden a los incrementos intermedios; mientras que los valores más bajos de fragmentación coinciden con la zona norte donde la existencia de pasos de peatón y/o semáforos es inferior a la media, reduciéndose considerablemente los tiempos de espera.

La presencia de avenidas grandes también influye en los resultados. Cuando una de estas tiene que ser atravesada, el coste se incrementa. Esto es debido a que constan de pocos lugares por donde cruzar y, cuando existen, los tiempos de espera suelen ser mayores que los sufridos en calles más estrechas.

4.3 Comparativa entre los dos modelos

Ambos modelos aportan resultados certeros y fiables, pues sus medias son realistas y prácticamente idénticas. Sin embargo, si nos fundamentamos en la metodología del estudio, **el análisis mediante el modelo de fragmentación de hábitats recoge una observación más precisa y detallada de lo que sería un recorrido real entre dos puntos del plano por un peatón**. Esto se debe a la creación de una matriz de resistencia donde cada celdilla tiene un valor, en función de los cuales el programa delimita el camino. De esta forma, sí se puede considerar el trayecto más corto, teniendo en cuenta los obstáculos existentes que puede encontrarse un viandante. En el caso del modelo de la accesibilidad, al no estar dividida la red en celdas donde se especifica el coste que supone atravesar la superficie, puede no considerarse tan riguroso. En cuanto a la dificultad de aplicación de los procesos, se estima mucho más sencillo este último (modelo de accesibilidad), ya que se trata de manipular una sola orden dentro de ArcGIS, mientras que en el modelo de fragmentación de hábitats, el desarrollo del estudio es mucho más complejo debido a una mayor intervención de herramientas, a las que se suma más información necesaria como base de datos.

Asimismo, ambos resultados demuestran el impedimento de la movilidad peatonal, que puede afectar tanto a la calidad de vida de las personas, como representar un alto coste en tiempo y/o dinero. El objetivo es el de

proporcionar redes de alta calidad para los peatones, y puede conseguirse si se le diera la misma prioridad tanto al tráfico motorizado como al desplazamiento a pie. Diseñar la vía pública trazando calzadas accesibles a todos los usuarios, incluyendo señales de tráfico eficientes que disminuyan los tiempos de espera a los viandantes, y aportando pasos de peatón accesibles que faciliten en cualquier caso el cruce de la calle.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Adriaensen, F., Chardon, J.P., De Blust, G., Swinnen, E., Villalba, S., Gulink, H., Matthysen, E. (2003). The application of 'least-cost' modelling as a functional landscape model. *Landscape and Urban Planning*, 64, 233-247.
- Deffner, V., Hoerning, J. (2011). Fragmentation as a threat to social cohesion? A conceptual review and an empirical approach to Brazilian Cities. International RC21 Conference 2011, Session No. 15 Urban Disorder and Social Cohesion, Amsterdam.
- ESRI (2001) ArcInfo Workstation Help. Redlands: California
- European Commission (2011). White paper- Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system. Brussels: European Commission.
- Geurs, K.T. y Van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport Geography*, 12(2), 127-140.
- Harrison, P., Huchzermeyer, M., Mayekiso, M. (2003). *Confronting Fragmentation: Housing and Urban Development in a Democratising Society*. Cape Town: University of Cape Town Press.
- Hoehner, C.M., Ramirez, L.K.B., Elliott, M.B., Handy, S.L., Brownson, R.C., (2005). Perceived and objective environmental measures and physical activity among urban adults. *American Journal of Preventive Medicine*, 28(2), 105-116.
- Holl, A. (2007) Twenty years of accessibility improvements. The case of the Spanish motorway building programme. *Journal of Transport Geography* 15 286–297.
- ITF (2012). *Pedestrian Safety, Urban Space and Health*. OECD publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/97892821036454-en>
- Litman, T. (2003a). Measuring transportation: Traffic, Mobility and accessibility. *ITE Journal*, 73, 28-32.
- Litman, T. (2003b). Economic Value of Walkability. *Transportation Research Record*, 1828, 3-11.
- Mancebo, S., Martín, B., Casermeiro M.A., Otero, I. (2010). A model for assessing habitat fragmentation caused by new infrastructures in extensive territories. Evaluation of the impact of the Spanish Infrastructure and Transport Plan. *Journal of Environmental Management*, 91, 1087-1096.
- Marulli, J., Mallarach, J.M. (2005). A GIS methodology for assessing ecological connectivity: application to the Barcelona Metropolitan Area. *Landscape and Urban Planning*, 71, 243-262.
- Michelutti, E. (2010). An analytical framework for urban fragmentation analysis in the Global South city. Questioning urban planning practices through an institutional approach. 11th N-AERUS Conference 2010, Brussels.
- Navez-Bouchanine, F. (2002). *La fragmentation en question. Des villes entre fragmentation spatiale et fragmentation sociale?*. Paris: L'Harmattan.
- Ortega, E., S. Mancebo, and I. Otero. (2011). Road and railway accessibility atlas of Spain. *Journal of maps*, v2011, 31-41.
- Pikora, T, Giles-Corti, B., Bull, F., Jamrozik, K. & Donovan, R., 2003. Developing a framework for assessment of the environmental determinants of walking and cycling. *Social Science Medicine*, 56, 1693–703.

Taylor, P.D., Fahrig, L. Henein, K., Merriam, G. (1993). Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, 68, 571-573.

Tischendorf, L., Fahrig, L. (2000). On the usage and measurement of landscape connectivity. *Oikos*, 90, 7–19

Turner, M. G. (1989). Landscape ecology e the effect of pattern on process. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 20, 171-197.