

# Medidas básicas de accesibilidad territorial.

## ENFOQUES, EVOLUCIÓN Y UTILIDADES<sup>1</sup>

### BASIC TERRITORIAL ACCESSIBILITY MEASURES.

Approaches, evolution and usefulness

### MEDIDAS BÁSICAS DE ACESSIBILIDADE TERRITORIAL.

Abordagens, evolução e utilidades

### MESURES DE BASE DE L'ACCESSIBILITÉ TERRITORIALE.

Approches, évolution et utilité

#### Carlos López-Escolano<sup>2</sup>

Doctor en Ordenación del Territorio y Medio Ambiente  
Universidad de Zaragoza  
cle@unizar.es  
<https://orcid.org/0000-0002-1653-7780>

#### Ángel Pueyo-Campos<sup>3</sup>

Doctor en Ordenación del Territorio y Medio Ambiente  
Universidad de Zaragoza  
apueyo@unizar.es  
<https://orcid.org/0000-0003-4103-2116>

**Recibido:** 02 de octubre de 2017

**Aprobado:** 23 de diciembre de 2018

**Cómo citar este artículo:** LÓPEZ-ESCOLANO, C. y PUEYO-CAMPOS, Á. (2019). "Medidas básicas de accesibilidad territorial. Enfoques, evolución y utilidades". *Bitácora Urbano Territorial*, 29 (3): 49-58.  
<https://doi.org/10.15446/bitacora.v29n3.68085>

- 1 Artículo de investigación realizado a partir de la tesis Doctoral realizada por Carlos López Escolano en la Universidad de Zaragoza, España, leída en julio de 2017 y titulada *Valoración de las transformaciones territoriales en la España peninsular mediante el estudio de la red viaria, indicadores de accesibilidad y de potencial de población*.
- 2 Licenciado en Geografía, Magíster en Ordenación Territorial y Medio Ambiental y Magíster en Tecnologías de la Información Geográfica, y Doctor en Ordenación del Territorio y Medio Ambiente por la Universidad de Zaragoza (España). Profesor Asociado en Geografía Humana desde 2017 en la Universidad de Zaragoza. Sus líneas de investigación se centran en el análisis y valoración de accesibilidad a las redes de transporte, en la movilidad urbana sostenible, y en los estudios de ciudad y ordenación del territorio a diferentes escalas.
- 3 Doctor en Geografía Humana y Profesor Titular de Geografía Humana en el Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza. Pertenece desde 1998 al grupo de investigación consolidado aplicado GEOT (Grupo de Estudios en Ordenación del Territorio). Sus líneas de trabajo están relacionadas con herramientas territoriales y cartográficas para la toma de decisiones en múltiples escalas, con un especial énfasis en el fomento de la investigación aplicada, y su transferencia al sector público y privado.

## Resumen

Evaluar las relaciones entre las infraestructuras de transporte y el territorio es una tarea compleja debido a los múltiples factores que intervienen en ello, siendo la cuantificación de la accesibilidad uno de los instrumentos básicos para su análisis. Ante el creciente interés que presenta la accesibilidad para la planificación del territorio, las aportaciones en este campo son numerosas y diversas, enriqueciendo los discursos conceptuales y prácticos. Este trabajo valora el papel de la medida de la accesibilidad en los estudios territoriales mediante la revisión y puesta en común de los enfoques conceptuales principales desde una perspectiva geográfica, comparando medidas e indicadores básicos que se han formulado para su valoración. Como conclusión, cabe valorar la medida de la accesibilidad territorial como instrumento imprescindible para estudios territoriales a diferentes escalas gracias a sus múltiples utilidades y como herramienta de apoyo para la toma de decisiones en el diseño de la planificación territorial.

**Palabras clave:** accesibilidad, transporte, indicadores, planificación.

## Resumo

Avaliar as relações existentes entre as infraestruturas de transporte e o território é uma tarefa complexa devido aos múltiplos fatores que nele intervêm, sendo a quantificação da acessibilidade um dos instrumentos básicos para sua análise. Assim, e dado o interesse especial que o planejamento e a Ordenação do Território apresentam em todas as escalas, as contribuições nesse campo são numerosas e têm sido focados desde diferentes pontos de vista, enriquecendo tanto o discurso conceitual como prático. Este trabalho de reflexão valoriza, portanto, o papel da acessibilidade medida em estudos territoriais através da revisão e compartilhamento das principais abordagens conceituais propostas sobre a acessibilidade desde o ponto de vista geográfico. Ele também compara algumas das medidas e indicadores básicos que têm sido desenvolvidos para sua avaliação. O artigo conclui-se com a evidência de que a medida de acessibilidade territorial é uma ferramenta imprescindível para os estudos territoriais.

**Palavras chave:** acessibilidade, transporte, indicadores, planejamento.

## Abstract

Assessing the relationships between transport infrastructure and the territory is a complex task due to the multiple factors involved in it, being the quantification of accessibility one of the basic tools for its analysis. Thus, given the special interest in planning and regional planning, at all scales, the contributions in this field are numerous and have been approached from different points of view, enriching both conceptual and practical discourse. This work of reflection therefore assesses the role of the measure of accessibility in territorial studies by reviewing and sharing the main proposed conceptual approaches to accessibility from a geographical perspective. It also compares some of the basic measures and indicators that have been formulated for its assessment. To conclude, the usefulness of territorial accessibility measures must be highlighted for territorial studies at different scales and as a decision-making support tool for territorial planning.

**Key words:** accessibility, transport, indicators, planning.

## Résumé

Cet article évalue les relations qui existent entre les infrastructures de transport et le territoire. Une approche complexe en raison des facteurs qui sont impliqués. Pour cela, l'un des instruments de base pour cette analyse est la quantification de l'accessibilité. Ce travail répond à l'intérêt croissant porté à l'évaluation de l'accessibilité dans la planification territoriale. Les contributions conceptuelles et opérationnelle dans ce domaine sont nombreuses et diverses. Ce travail considère la mesure de l'accessibilité dans les études territoriales. Un examen conceptuel est effectué du point de vue géographique, en comparant mesures et indicateurs. En conclusion, on peut indiquer que la mesure de l'accessibilité est un instrument essentiel, à différentes échelles, dans les études territoriales. La mesure de l'accessibilité offre de multiples utilisations et constitue un outil d'aide à la décision dans la conception de la planification territoriale.

**Mots-clé:** accessibilité, transport, indicateurs, planification.

## Introducción

El estudio de la accesibilidad es una de las líneas de investigación más habituales en relación con los sistemas de transporte y de sus impactos territoriales, cuestión desarrollada por varias disciplinas, entre las que destacan la geografía, la economía y los estudios regionales (Shaw, Knowles y Doherty, 2008; El-Geneidy y Levinson, 2011; Rodrigue, Comtois y Slack, 2017).

La accesibilidad como concepto adquiere gran relevancia para la geografía al ser uno de los principales objetos de estudio, en especial en la geografía de los transportes (Farrington, 2007), ya que es la expresión directa de la movilidad en cualquiera de sus términos (Rodrigue, Comtois y Slack, 2017). Esta es una elección de los usuarios, por lo que se presenta como un medio adecuado para evaluar los impactos de las políticas de transporte (López-Escolano y Pueyo Campos, 2018), de las transformaciones territoriales, de las inversiones en infraestructuras y de las desigualdades (Rodrigue, Comtois y Slack, 2017). Por ello, el análisis de accesibilidad presenta fortalezas particulares para identificar la distribución de los impactos y el desarrollo que generan los transportes (López, Gutiérrez y Gómez, 2008).

De este modo, el concepto de accesibilidad ha sido uno de los ejes de las investigaciones en materia de transportes (Martellato, Nijkamp y Reggiani, 1998) desde que en la década de 1920 apareciera ligado a las teorías de la localización y de la planificación económica regional (Batty, 2009). Así, es un elemento fundamental en las investigaciones a escalas urbanas y regionales, y son numerosas las posibilidades de aplicación en temáticas como la valoración del acceso a equipamientos, servicios públicos o comerciales (Páez, Scott y Morency, 2012), a los lugares de trabajo o su relación con la planificación de usos del suelo (Farrington, 2007).

El presente trabajo tiene como objetivo revisar los principales enfoques de la accesibilidad tanto en su conceptualización, como en su medida y valoración, entendiendo estos elementos como básicos para el estudio, análisis y comparación territorial, o para el diseño de políticas y planes a escalas urbanas, metropolitanas o regionales. Así, parte con una sección introductoria que presenta la importancia de la valoración de la accesibilidad en los estudios territoriales, y continua con una revisión conceptual sobre la accesibilidad. La tercera sección examina algunas de las medidas principales para la valoración de la accesibilidad territorial, la cuarta aporta una discusión crítica de las medidas de accesibilidad revisadas y la quinta cierra con las conclusiones.

## Conceptos y enfoques sobre la accesibilidad

Una de las cuestiones más relevantes en el estudio de la accesibilidad es su propia definición, debido a la aplicación de múltiples enfoques conceptuales sobre el término. En primer lugar, cabe indicar que la accesibilidad se encuentra determinada, principalmente, por los patrones de uso del territorio y por la naturaleza del sistema de transporte existente (Hansen, 1959; Xuan y Suxia, 2004),

así como por su capacidad o estructura (Rodrigue, Comtois y Slack, 2017). Por lo tanto, se debe considerar la influencia del sistema de transporte –viario, ferroviario, aeroportuario, marítimo, combinado o intermodal–, al igual que del modo de desplazamiento –motorizado, no motorizado o combinado– (Arranz-López, et al., 2017) y la configuración espacial (Talavera-García y Valenzuela-Montes, 2012).

El concepto de accesibilidad presenta numerosos aspectos de ambigüedad según las diferentes interpretaciones. Sin embargo, una de las cuestiones transversales en su medida es que, habitualmente, no implica ningún significado en términos de coste o beneficio –valorados en términos económicos o de actividades–, por lo que se expresa de manera normalizada de acuerdo con unos intervalos determinados e interpretada de forma relativa (Batty, 2009).

Cabe aportar una definición, aún genérica, de qué es la accesibilidad. De acuerdo con Rodrigue, Comtois y Slack (2017) es la evaluación y cuantificación de la capacidad de un lugar para alcanzar o para ser alcanzado por diferentes localizaciones. Por lo tanto, el concepto de accesibilidad lleva implícitas las nociones clave de localización y distancia. Esta definición puede entenderse desde diferentes puntos de vista según los objetivos perseguidos. Los enfoques más extendidos consideran la valoración de la localización de un lugar o nodo con respecto a los demás, entendiéndola como la separación espacial, la distancia, el tiempo de viaje o el coste de desplazamiento (Hägerstrand, 1967; Monzón de Cáceres, 1988; Calvo Palacios, et al., 1993; García Palomares, 2000; Harris, 2001; Seguí y Martínez, 2004; Bavoux, et al., 2005; Mérenne-Schoumaker, 2008; Batty, 2009; López, Gutiérrez y Gómez, 2008; Páez, Scott y Morency, 2012; Pueyo, Jover y Zúñiga, 2012).

Una de las interpretaciones más tradicionales y empleadas es la de Harris (1954), quien la describe como la cuantificación de las oportunidades disponibles para un lugar concreto, demostrando que el potencial de mercado se encuentra determinado por la distancia a la demanda y el tamaño de la misma en ubicaciones alternativas. Seguidamente, Hansen (1959) profundiza en el concepto de accesibilidad al desarrollar el término sobre la base de la noción de potencial usada en la física para medidas de proximidad o proximidad relativa de un lugar o persona a todos los demás lugares y personas. Así, el desarrollo no resulta tanto de las propias infraestructuras de transporte, sino de la accesibilidad existente y potencial con base en la consideración de la posición relativa de un lugar concreto con relación al conjunto del sistema (Wegener, 1995; Salas-Olmedo, García-Alonso y Gutiérrez, 2015).

En este sentido, algunas de las aplicaciones concretas donde se emplean medidas de accesibilidad potencial son aquellas en las cuales se estima el número de oportunidades disponibles que presenta un lugar con relación al tamaño de los mercados y a la distancia entre ellos (Krugman, 1992; Salas-Olmedo, García-Alonso y Gutiérrez, 2015). Si se basa en el potencial de mercado, se debe considerar que los destinos a una distancia mayor ofrecen menores oportunidades (Holl, 2011).

Con base en este último significado sobre la accesibilidad y las actividades, Hägerstrand (1967) investigó sobre los transportes y los desplazamientos, definiendo una aproximación a las actividades

mediante el estudio de los comportamientos de la movilidad según una sucesión temporal y espacial de las acciones que motivan los desplazamientos de acuerdo con la distancia entre las ubicaciones de los recursos que provocan que el transporte sea inevitable (Ellegård y Svedin, 2012).

Por su parte, Moseley (1979) interpreta la accesibilidad de una forma sencilla, refiriéndola como el grado en el que algo es accesible. Este autor considera que la movilidad se deriva de las características de la persona y que la accesibilidad es únicamente un atributo del lugar, evidenciando la dificultad de su delimitación, y su dependencia del enfoque y del objeto de estudio al tratarse de personas o del territorio (Farrington, 2007). Por otra parte, Morris, Dumble y Wigan (1979) describen la accesibilidad como una medida de la separación espacial de las actividades humanas que denota la facilidad con la que se puede acceder a ellas desde una localización concreta a través del sistema de transporte. Se trata de un concepto más amplio que el aportado por Moseley y se relaciona con el transporte, considerando, de nuevo, la cuestión del lugar al cuantificar su accesibilidad, pero con un objetivo concreto –el acceso a las actividades– y con un medio –el sistema de transportes–.

Batty (2009) la define como una medida entre un lugar y otro, explicada a partir de un índice que asocia la medida de una oportunidad en un lugar concreto con el coste de poder realizar esa oportunidad. Especifica que, inicialmente, se asumió que el incremento de accesibilidad de un lugar con respecto a una ubicación determinada variaba directamente con una medida del tamaño de la oportunidad en algún otro lugar o ubicación, y que variaba inversamente con la distancia o el tiempo para acceder a las oportunidades entre estos dos lugares. Además de lo anterior, incide el uso de medidas que describen el grado de facilidad para alcanzar esas oportunidades desde el lugar en cuestión con índices compuestos de accesibilidad total, que la miden desde un punto hasta todos los demás.

En esta medición también resulta relevante la calidad del trazado o las posibilidades que una persona tiene –desde una posición determinada– de participar en ciertas actividades, identificando el beneficio neto que obtiene por estar en una localización concreta y poder utilizar un sistema de transporte, aproximándose así al concepto de renta de situación (Seguí y Martínez, 2004; Mérenne-Schoumaker, 2008). De este modo, Páez, Scott y Morency (2012) especifican que la accesibilidad, entendida como el potencial para conseguir una distribución espacial de las oportunidades, se considera como uno de los resultados más relevantes del desarrollo territorial.

Las diferentes situaciones de accesibilidad, producto de que unos lugares sean más accesibles que otros, generan desigualdad territorial, identificándose la falta de accesibilidad como el obstáculo principal para la competitividad económica de las regiones menos desarrolladas (Comisión Europea, 1999). El déficit de accesibilidad genera, además, desequilibrios internos importantes, siendo el transporte un elemento que evita la exclusión de la población (Nutley, 1998; Kenyon, Lyons y Rafferty, 2002; Farrington y Farrington, 2005; Preston y Rajé, 2007; Hine, 2009). En este sentido, mencionar el trabajo de Cass, Shove y Urry (2005), quienes indican

la importancia creciente de la accesibilidad por sus consecuencias en la exclusión social, es especialmente relevante en entornos urbanos y regionales periféricos o en zonas rurales que habitualmente presentan déficits de accesibilidad (Nutley, 1998). Farrington (2007) incide sobre este último enfoque de la accesibilidad, y reflexiona sobre su relación con las políticas y la planificación, justificando su perspectiva social y contribuyendo al entendimiento de la accesibilidad con otros discursos como la globalización, la sostenibilidad o la igualdad.

De acuerdo con Batty (2009), el enfoque conceptual de la accesibilidad tiene dos problemas. Por un lado, la escala de definición de las medidas de accesibilidad –tema tratado igualmente por Chesnais (1997)– y, por otro, las diferencias existentes para medir la accesibilidad con relación a la percepción que tienen las personas sobre las infraestructuras físicas, los patrones donde se debe superponer el uso de las nuevas tecnologías y su papel en la reconfiguración espacial (Pueyo Campos, López Escolano y Hernández Navarro, 2018).

Por consiguiente, y al menos de forma hipotética, la estimación, y valoración de la accesibilidad permite analizar y conocer las zonas con deficiencias de infraestructuras y transportes, comparar los planes alternativos y evaluar los impactos territoriales (Rodríguez, Comtois y Slack, 2017). Para ello, los indicadores de accesibilidad intentan dar una medida de la separación entre las actividades y la población que se encuentran conectados entre sí mediante un sistema de transportes. A esto debe añadirse la configuración socioespacial actual, donde las nuevas tecnologías juegan un papel muy importante en la reorganización de la sociedad, porque generan nuevos escenarios y oportunidades que anteriormente no estaban disponibles (Houet y Gourmelon, 2014).

## La medida de la accesibilidad. Revisión de indicadores básicos de accesibilidad

A partir del contexto teórico expuesto en la sección previa, este apartado aborda la medida de la accesibilidad, cuya cuantificación es una herramienta básica para la planificación espacial y del transporte (Halden, 2002), además de ser el instrumento más habitual para valorar la conectividad territorial (López-Escolano, et al., 2016).

Según Gutiérrez Puebla (2001), los indicadores de accesibilidad ofrecen información complementaria sobre distintos aspectos de la conectividad derivada de las infraestructuras de transporte. Aquí, las redes de comunicaciones constituyen elementos vertebradores del territorio por cuanto implican una alteración potencial de los nexos sociales y económicos específicos del espacio, capaces de modificar las relaciones basadas en distancia-tiempo más tradicionales. Interesa así la evaluación de los flujos, de sus condicionantes socioeconómicos y de los efectos que las actuaciones presentan en el espacio y las actividades (Escalona Orcao, 1989), por lo que adquiere especial relevancia la valoración de los indicadores de accesibilidad de acuerdo con la planificación estratégica de los

transportes (Vulevic, 2016), vistos como conectores territoriales a todas las escalas y con múltiples efectos.

La bibliografía sobre los diferentes indicadores de accesibilidad es extensa. Bruinsma y Rietveld (1998), Rietveld y Bruinsma (1998), García Palomares (2000), Baradaran y Ramjerdi (2001), Geurs y Ritsema van Eck (2001), van Wee, Hagoort y Annema (2001) y Geurs y van Wee (2004), entre otros, han realizado revisiones amplias sobre el tema, evidenciando tanto la falta de una definición única de la accesibilidad, como la diversidad de medidas de la misma.

De acuerdo con Rodrigue, Comtois y Slack (2017), las dos categorías espaciales aplicables a los estudios de accesibilidad y a partir de los cuales se fundamentan son la accesibilidad topológica y la accesibilidad contigua. La primera se relaciona con una red de transporte según la medida de la accesibilidad en un sistema compuesto por nodos y caminos. Esta es más indicada para estudios de escalas urbanas y locales, ya que se supone que la accesibilidad es un atributo cuantificable significativo sólo para elementos específicos del sistema de transporte, como pueden ser las terminales y las estaciones. En cambio, la segunda resulta más adecuada para las investigaciones de tipo regional o suprarregional, porque implica medir y valorar la accesibilidad sobre una superficie. Aquí la accesibilidad es una medida acumulativa de los atributos de cada localización sobre una distancia predefinida, considerando el espacio como contiguo.

Según Rodrigue, Comtois y Slack (2017) la medida más básica de accesibilidad implica la conectividad de una red, donde esta se representa por una matriz que expresa la conectividad de cada nodo con respecto a sus nodos adyacentes, por lo que es conocida como "grado del nodo". Así, la suma de los valores de conectividad manifiesta el grado de accesibilidad de cada nodo, de acuerdo con la siguiente formulación (Figura 1).

Figura 1. Medida del grado del nodo de Rodrigue, Comtois y Slack

$$C1 = \sum_j^n C_{ij}$$

Fuente: Rodrigue, Comtois y Slack, 2017.

En esta formulación  $C1$  representa el grado del nodo,  $C_{ij}$  la conectividad entre  $i$  y  $j$ , y  $n$  el número de nodos. No obstante, esta forma no considera los posibles itinerarios o caminos indirectos entre los nodos, por lo que se debe emplear una matriz de accesibilidad total que incluya tanto los itinerarios directos, como los indirectos, siendo esta, como resulta lógico, una medida de accesibilidad mucho más completa que la expresada por la conectividad de la red, dado que se ajusta más a la realidad (Rodrigue, Comtois y Slack, 2017). La fórmula siguiente expresa la variación de la medida anterior (Figura 2).

Figura 2. Medida de accesibilidad de Rodrigue, Comtois y Slack

$$T = \sum_{k=1}^D C_k$$

Fuente: Rodrigue, Comtois y Slack, 2017.

Donde  $T$  es la accesibilidad total,  $D$  el diámetro de la red y  $C_k$  el resultado de la sumatoria de la red, considerando otras funciones específicas según se incluyen los itinerarios.

A partir de estas medidas se obtienen otras como las de accesibilidad geográfica y accesibilidad potencial (Rodrigue, Comtois y Slack, 2017). Así, la primera considera que la accesibilidad de un lugar es el resultado de la suma de todas las distancias entre cada localización a alcanzar, dividida entre el número de localizaciones, de modo que cuanto más reducido es el valor de accesibilidad de un lugar, más accesible resulta (Figura 3).

Figura 3. Medida de accesibilidad geográfica de Rodrigue, Comtois y Slack

$$A(G) = \sum_i^n \sum_j^n d_{ij}/n$$

Fuente: Rodrigue, Comtois y Slack, 2017.

La segunda, accesibilidad potencial, se formula del siguiente modo (Figura 4).

Figura 4. Medida de accesibilidad potencial de Rodrigue, Comtois y Slack

$$A(P) = \sum_i^n P_i + \sum_j^n P_j/d_{ij}$$

Fuente: Rodrigue, Comtois y Slack, 2017.

Siendo  $A(P)$  la matriz de accesibilidad potencial,  $d_{ij}$  la distancia entre  $i$  y  $j$ ,  $P_j$  los atributos del lugar  $j$  (población, superficie de actividades, etc.), y  $n$  el número de localizaciones. Así, la matriz de accesibilidad potencial no se puede transponer desde localizaciones que no presentan los mismos atributos, lo cual conlleva de forma implícita nociones de emisión –capacidad de partir de una localización– y de atracción –capacidad de alcanzar una localización–, por lo que, cuanto más elevado sea el valor resultante, mayor es la accesibilidad de esa localización (Rodrigue, Comtois y Slack, 2017).

Otra formulación fundamental es la de Reilly (1931), empleada también por Stelder (2014) y precedente a los aportes de Stewart (1947), Converse (1949) y Zipf (1949), quienes desarrollaron y mejoraron el concepto y sus fórmulas para analizar las interacciones entre una gama amplia de fenómenos sociales (Pueyo Campos, et al., 2016). Reilly (1931) enfoca el concepto de accesibilidad como una medida de la proximidad relativa, o proximidad de un lugar o de una persona a todos los demás lugares y personas, respondiendo así a un enfoque clásico y difundido en la geografía económica y en los estudios regionales (Hansen, 1959; Batty, 2009). En la Figura 5 se expresa esta medida donde la accesibilidad es una función de dos variables  $f(a,b)$ , siendo  $a$  la actividad a alcanzar y  $b$  el coste para alcanzar dicha actividad.

Figura 5. Función de accesibilidad con base en el enfoque de gravedad de Reilly

$$A_i = \sum_j P_j D_{ij}^{-\beta}$$

Fuente: Reilly (1931) y Stelder (2014).

Así,  $A$  es la accesibilidad de un determinado lugar  $i$ ,  $P$  es la población o una actividad local,  $D$  es la distancia u otra definición del coste de desplazamiento y  $\beta$  es un parámetro que refiere la intensidad del decaimiento de la distancia. No obstante, algunos investigadores han considerado en sus formulaciones enfoques que no tienen en cuenta a la población o la distancia entre nodos ante espacios homogéneos (Wilson, 1967; Bruinsma y Rietveld, 1998; Reggiani, 2012), aunque no sea este el interés de los estudios más difundidos.

Gracias a las mejoras de los transportes y al escenario globalizado, los costes reales de los desplazamientos son cada vez menos dependientes de la distancia física (Salas-Olmedo, García-Alonso y Gutiérrez, 2015), por lo que numerosos autores reflexionan sobre la adecuación de algunas de las medidas más extendidas para la cuantificación de la accesibilidad con relación al potencial de mercado, como la distancia euclidiana, el estudio de distancias mediante el análisis de proximidad por circunferencias o las funciones basadas en el área. Estas últimas pueden ser de interés para analizar la accesibilidad territorial de forma global por su sencillez, consistente en el cálculo del área cubierta por las infraestructuras o redes.

ESPON (2012) propone tres tipologías de medidas que cubren las principales alternativas:

1. Coste de desplazamiento: asume que no todos los destinos posibles son relevantes para la medida de la accesibilidad de un área y selecciona un conjunto de ellos, midiendo la acumulación generalizada del coste de viaje a ese conjunto de destinos, aunque puede introducir variaciones para ponderarlos.
2. Acumulación de oportunidades: únicamente considera destinos dentro de un cierto tiempo de viaje, midiendo el número de destinos posibles que pueden ser alcanzados en dicho tiempo. Este tipo se asemeja a la accesibilidad potencial, siendo un ejemplo de ello la accesibilidad diaria de desplazamientos por trabajo, negocios, entre otros.
3. Accesibilidad potencial: la función de impedancia considera el comportamiento del desplazamiento o inclinación decreciente para recorrer largas distancias. La función de actividad puede tener en cuenta efectos de aglomeración o economías de escala.

En general, ESPON (2012) interpreta la accesibilidad como una construcción de dos funciones: una representativa de las actividades u oportunidades a alcanzar, y otra que representa el esfuerzo, el tiempo, la distancia o el coste necesario para alcanzarlas (Figura 6).

**Figura 6.** Medida de accesibilidad de ESPON

$$A_i = \sum_j g(w_j) f(c_{ij})$$

**Fuente:** ESPON (2012).

Así,  $A_i$  es la accesibilidad del área  $i$ ,  $W_j$  es la actividad  $W$  a ser alcanzada en el área  $j$ , y  $c_{ij}$  es el coste generalizado de alcanzar el área  $j$  del área  $i$ . Las funciones  $g(w_{ij})$  y  $f(c_{ij})$  son, respectivamente, funciones de actividad y funciones de impedancia, relacionadas de forma

multiplicativa, siendo pesos entre sí (ESPON, 2012). Se trata de una formulación con base en la forma general de potencial a partir de la ley de gravitación universal de Newton, interpretando  $A_i$  como las actividades que se pueden alcanzar en las áreas  $j$  ponderadas por  $i$  y  $j$ . Así, la atracción de un cuerpo es igual a su masa dividida por su distancia al cuadrado, aunque los modelos de gravedad aplicados a los estudios de accesibilidad son más generales, fijando que la atracción de una localización distante es proporcional a su tamaño ponderada por una función decreciente de su distancia –impedancia– (Rich, 1980; Geertman y van Eck, 1995; ESPON, 2012).

Una aplicación derivada de esta fórmula se emplea para la valoración del potencial de población que, aunque no es una medida de accesibilidad, es de especial interés para analizar y valorar las relaciones y las jerarquías territoriales, los asentamientos de población, las áreas funcionales, los ejes y los corredores. Considera la posición de un espacio dentro del sistema por su proximidad a los núcleos de población, que pueden ser calculados mediante la aplicación de la distancia mediante redes de infraestructuras, como las viarias o ferroviarias, empleadas de forma extendida en la medida de la accesibilidad (Pueyo, et al., 2013; Pueyo Campos, et al., 2016).

Este tipo se denomina accesibilidad orientada a destinos, donde el tamaño son las actividades u oportunidades en las áreas  $j$  (incluyendo el área  $i$ ), y la distancia es la impedancia espacial  $c_{ij}$ . Por ello, cuanto mayor es el número de destinos de atracción en las áreas  $j$  y más accesibles son las áreas  $j$  del área  $i$ , mayor es la accesibilidad del área  $i$ . Asimismo, se puede definir el modelo de accesibilidad orientada al origen, considerando que cuanto más población reside en las áreas  $j$  y mayor facilidad presentan para acceder al área  $i$ , mayor es la accesibilidad del área  $i$  (ESPON, 2012). Debido a la simetría de numerosas conexiones de transporte, la accesibilidad orientada al destino y al origen tienden a estar altamente correlacionadas y, aunque la ecuación genérica es más general que el modelo de gravedad, se pueden crear diferentes tipos de indicadores si se ajustan las formas de las funciones  $g(w_{ij})$  y  $f(c_{ij})$  (ESPON, 2012).

Finalmente, es importante indicar que en la valoración y comparación de los indicadores de accesibilidad deben considerarse las diferentes dimensiones que afectan al cálculo de los mismos como: origen, destino, impedancia, restricciones, barreras, tipos de transporte, modos, escala espacial, equidad y dinámicas (ESPON, 2012).

## Discusión

Una vez revisados los enfoques principales sobre la medida y valoración de la accesibilidad territorial siguiendo un orden cronológico de aparición, así como lógico en su complejidad, esta sección plantea una discusión crítica donde se exponen las ventajas e inconvenientes de las medidas revisadas.

Como se ha visto a lo largo del texto, la valoración de la accesibilidad no es un ejercicio sencillo de aplicar dadas las diversas características y factores que intervienen en el territorio, más allá de la complejidad que aporta trabajar a diferentes escalas o tiempos.

Por ello, los conceptos y definiciones sobre la accesibilidad han incorporado nuevas dimensiones con el objetivo de satisfacer las cada vez más complejas relaciones entre territorio, infraestructuras de transporte, actividades económicas y población. En este sentido, una de las aportaciones más valiosas, desde el punto de vista de los autores de este trabajo, es la realizada por Batty (2009), quien define la accesibilidad como una medida entre un lugar y otro, y que es explicada gracias a un índice que asocia la medida de una oportunidad en un lugar concreto con el coste de poder realizarla. Esta definición sintetiza la complejidad de las relaciones territoriales y explicita la necesidad de crear un indicador para comprender su valoración.

Por otra parte, el cuerpo bibliográfico sobre el tema es muy importante, destacando los aportes de Bruinsma y Rietveld (1998), Rietveld y Bruinsma (1998), García Palomares (2000), Baradaran y Ramjerdi (2001), Geurs y Ritsema van Eck (2001), van Wee, Hagoort y Annema (2001), y Geurs y van Wee (2004), aun no llegando estas referencias a encontrar un consenso en torno a la medida y la valoración de la accesibilidad territorial.

En lo referente a la utilidad de las medidas revisadas con anterioridad, los autores del presente artículo están de acuerdo con la clasificación básica entre medidas de accesibilidad topológica y accesibilidad contigua expuestas por Rodrigue, Comtois y Slack (2017), gracias a la sencillez con que ellos abordan el tema. Las primeras resultan de interés en modelos más conceptuales o teóricos, sin embargo, la segunda tipología es de mayor utilidad para modelos más acordes con la realidad espacial, en particular, para escalas de trabajo intermedias –metropolitanas, regionales o nacionales–. Estas son las escalas propias de la accesibilidad territorial, ya que la de escala local o micro debe desarrollarse mediante modelos con base en el tiempo de desplazamiento, que incorporan cuestiones como la fricción y las restricciones propias de la escala urbana –atascos en el viario urbano, tiempos añadidos de transbordo entre medios de transporte, entre otros–.

Así, las fórmulas de accesibilidad geográfica y de accesibilidad potencial desarrolladas por Rodrigue, Comtois y Slack (2017) se consideran como las medidas básicas de referencia para este tipo de estudios, ya que sintetizan los factores de situación de un lugar sobre los demás con base en la distancia y, en el caso de la accesibilidad potencial, de determinados atributos territoriales como la población o las actividades.

Con respecto a la formulación empleada por Reilly (1931), quien aborda el concepto de accesibilidad como una medida de la proximidad relativa, o proximidad de un lugar o de una persona a todos los demás lugares y personas resulta de especial utilidad para aquellos estudios donde es necesario evaluar interacciones más complejas entre diferentes fenómenos sociales (Pueyo Campos, et al., 2016). Sin embargo, se trata de una propuesta que no considera a la población o a la distancia entre nodos ante espacios homogéneos (Wilson, 1967; Bruinsma y Rietveld, 1998; Reggiani, 2012).

En cambio, la propuesta de ESPON (2012) sintetiza el análisis de la accesibilidad territorial de forma global mediante el cálculo del área cubierta por las infraestructuras o de las redes de transporte

y, por lo tanto, es de especial interés para valorar las cuestiones más sociales y subjetivas en torno a la accesibilidad.

Finalmente, cabe añadir que la complejidad del mundo real y la configuración de los sistemas de transporte ejercen una influencia destacable, como resulta lógico, en los costes reales de los desplazamientos, que son cada vez menos dependientes de la distancia física (Salas-Olmedo, García-Alonso y Gutiérrez, 2015), haciéndose imperante avanzar hacia el diseño de nuevas medidas que incorporen estas realidades, así como la hibridación de las realidades físicas y digitales (Pueyo Campos, López Escolano y Hernández Navarro, 2018).

## Conclusiones

Este trabajo considera la accesibilidad como una de las variables fundamentales en la significación, funcionalidad social, productiva y de cohesión de los territorios, ante la cual existe una multiplicidad de puntos de vista diferentes de cara a su definición y cuantificación.

En esta reflexión se ha aportado una revisión de algunos casos de investigaciones realizadas sobre el enfoque conceptual y la medición de la accesibilidad territorial. Estos se han diferenciados de acuerdo con los enfoques disponibles, que consideran el objetivo a evaluar y analizar, así como la escala y modo de transporte. No obstante, existe un conjunto de elementos comunes en torno a cualquier formulación de accesibilidad, como es la necesidad de contar con localizaciones de origen y destino para su evaluación, y la inclusión generalizada de la distancia a través de redes.

A pesar de las diferentes definiciones de la accesibilidad, la mayor parte de ellas incorporan los patrones territoriales y las características del sistema de transporte, considerando la capacidad, la facilidad o el potencial de un lugar de alcanzar otras localizaciones, cuestión que puede abordarse desde la evaluación de su separación espacial, de la distancia, del tiempo o del coste de los desplazamientos.

Algo común es su expresión de forma normalizada y estandarizada mediante la formulación de diferentes medidas e indicadores de accesibilidad, los cuales ofrecen información que interpreta la conectividad otorgada por las infraestructuras de transporte. En el presente trabajo se revisaron un total de seis medidas que atienden a diferentes enfoques y que deben ser valoradas para su implementación de acuerdo con los objetivos, las escalas de análisis y las necesidades de cada caso. Estas medidas generales pueden aplicarse en diversos ámbitos y contextos, tanto urbanos como metropolitanos, y regionales o nacionales al tratarse de medidas generales de la accesibilidad, siempre que se cuente con las variables y los modelos apropiados para su cálculo y valoración.

Por último, cabe indicar que la finalidad de los indicadores de accesibilidad debe superar y ampliar su uso descriptivo tradicional, deben valorarse como instrumentos que ayuden a la formulación de planes y a la toma de decisiones territoriales, como la localización de infraestructuras y equipamientos a todas las escalas. 

## Bibliografía

- ARRANZ-LÓPEZ, A., et al. (2017). "Retail mobility environments: a methodological framework for integrating retail activity and non-motorised accessibility in Zaragoza, Spain". *Journal of Transport Geography*, 58: 92-103. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.11.010>
- BARADARAN, S. y RAMJERDI, F. (2001). "Performance of Accessibility Measures in Europe". *Journal of Transportation and Statistics*, 4 (2/3): 31-48. Consultado en: [https://www.bts.gov/archive/publications/journal\\_of\\_transportation\\_and\\_statistics/volume\\_04\\_number\\_23/paper\\_03/index](https://www.bts.gov/archive/publications/journal_of_transportation_and_statistics/volume_04_number_23/paper_03/index)
- BATTY, M. (2009). "Accessibility: in search of a unified theory. Editorial". *Environment and Planning B: Planning and Design*, 36: 191-194. <https://doi.org/10.1068/b3602ed>
- BAVOUX, J. J., et al. (2005). *Géographie des transports*. París: Armand Colin.
- BRUINSMA, F. y RIETVELD, P. (1998). "The accessibility of the European cities: theoretical framework and comparison of approaches". *Environment and Planning A*, 30 (3): 499-521. <https://doi.org/10.1068/a300499>
- CALVO PALACIOS, J. L., et al. (1993). "Matización de los valores cartográficos de accesibilidad por carretera de la España Peninsular en función de la variable demográfica". *IV Jornadas de la Población Española*. San Cristóbal de la Laguna: Universidad de la Laguna, pp. 191-200.
- CASS, N., SHOVE, E. y URRY, J. (2005). "Social exclusion, mobility and access". *The Sociological Review*, 53 (3): 539-555. <https://doi.org/10.1111/j.1467-954X.2005.00565.x>
- CHESSAIS, M. (1997). "Le transport, élément d'une stratégie complexe". En: J. Marcadon, et al. (eds.), *Les transports*. París: Armand Colin, pp. 7-35.
- COMISIÓN EUROPEA. (1999). *Estrategia Territorial Europea. Hacia un desarrollo equilibrado y sostenible del territorio de la UE*. Potsdam: Comisión Europea. Consultado en: [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docoffic/official/reports/pdf/sum\\_es.pdf](https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docoffic/official/reports/pdf/sum_es.pdf)
- CONVERSE, P. D. (1949). "New laws of retail gravitation". *Journal of Marketing*, 14: 379-384. <https://doi.org/10.2307/1248191>
- EL-GENEIDY, A. y LEVINSON, D. (2011). "Place rank: valuing spatial interactions". *Networks and Spatial Economics*, 11 (4): 643-659. <https://doi.org/10.1007/s11067-011-9153-z>
- ELLEGÅRD, K. y SVEDIN, U. (2012). "Torsten Hägerstrand's time-geography as the cradle of the activity approach in transport geography". *Journal of Transport Geography*, 23: 17-25. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.03.023>
- ESCALONA ORCAO, A. I. (1989). "Tendencias actuales de la geografía del transporte: el análisis de la movilidad". *Geographicalia*, 26: 83-90. [https://doi.org/10.26754/ojs\\_geoph/geoph.1989261908](https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.1989261908)
- ESPON. (2012). *TRACC Transport Accessibility at Regional/Local Scale and Patterns in Europe*. Consultado en: <https://www.espon.eu/tracc>
- FARRINGTON, J. H. (2007). "The new narrative of accessibility: its potential contribution to discourses in (transport) geography". *Journal of Transport Geography*, 15 (5): 319-330. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2006.11.007>
- FARRINGTON, J. y FARRINGTON, C. (2005). "Rural accessibility, social inclusion and social justice: towards conceptualization". *Journal of Transport Geography*, 13: 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2004.10.002>
- GARCÍA PALOMARES, J. C. (2000). "La medida de la accesibilidad". *Revistas del Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones*, 88: 95-110.
- GEERTMAN, S. C. M. y VAN ECK, J. R. R. (1995). "GIS and models of accessibility potential: an application in planning". *International Journal of Geographical Information Systems*, 9 (1): 67-80. <https://doi.org/10.1080/02693799508902025>
- GEURS, K. T. y RITSEMA VAN ECK, J. R. (2001). *Accessibility measures: review and applications. RIVM report 408505 006*. Bilthoven: National Institute of Public Health and the Environment.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005>
- GUTIÉRREZ PUEBLA, J., (2001). "Location, economic potential and daily accessibility: an analysis of the accessibility impact of the high-speed line Madrid-Barcelona-French border". *Journal of Transport Geography*, 9 (4): 229-242. [https://doi.org/10.1016/S0966-6923\(01\)00017-5](https://doi.org/10.1016/S0966-6923(01)00017-5)
- HÄGERSTRAND, T. (1967). *Innovation diffusion as a spatial process*. Chicago: University of Chicago Press.
- HALDEN, D. (2002). "Using accessibility measures to integrate land use and transport policy in Edinburgh and the Lothians". *Transport Policy*, 9: 313-324. [https://doi.org/10.1016/S0967-070X\(02\)00017-3](https://doi.org/10.1016/S0967-070X(02)00017-3)
- HANSEN, W. B. (1959). "How accessibility shapes land use". *Journal of the American Institute of Planners*, 25 (2): 73-76. <https://doi.org/10.1080/01944365908978307>
- HARRIS, B. (2001). "Accessibility: concepts and applications". *Journal of Transportation and Statistics*, 4 (2/3): 15-30.
- HARRIS, C. D. (1954). "The market as a factor in the localization of industry in the United States". *Annals of the Association of American Geographers*, 44: 315-348. <https://doi.org/10.2307/2561395>
- HINE, J. (2009). "Transport and Social Exclusion". En: R. Kitchin y N. Thrift (eds.), *International Encyclopedia of Human Geography*. Oxford: Elsevier Science, pp. 429-434.
- HOLL, A. (2011). "Mejoras de accesibilidad viaria: un estudio retrospectivo para la España peninsular". *Papeles de Geografía*, 53-54: 171-183. Consultado en: <https://revistas.um.es/geografia/article/view/143511>
- HOUET, T. y GOURMELON, F. (2014). "La géoprospective - Apport de la dimension spatiale aux démarches prospectives". *Cybergeo: European Journal of Geography, Systèmes, Modélisation, Géostatistiques*, 667. <https://doi.org/10.4000/cybergeo.26194>
- KENYON, S., LYONS, G. y RAFFERTY, J. (2002). "Transport and social exclusion. Investigating the possibility of promoting inclusion through virtual mobility". *Journal of Transport Geography*, 10 (3): 207-219. [https://doi.org/10.1016/S0966-6923\(02\)00012-1](https://doi.org/10.1016/S0966-6923(02)00012-1)
- KRUGMAN, P. (1992). "A dynamic spatial model". *Working Paper Series of National Bureau of Economic Research*, 4219: 1-43. <https://doi.org/10.3386/w4219>
- LÓPEZ, E., GUTIÉRREZ, J. y GÓMEZ, G. (2008). "Measuring regional cohesion effects of large-scale transport infrastructure investments: an accessibility approach". *European Planning Studies*, 16 (2): 277-301. <https://doi.org/10.1080/09654310701814629>
- LÓPEZ-ESCOLANO, C. y PUEYO CAMPOS, Á. (2018). "Medida y valoración de la accesibilidad viaria en España: revisión de casos". *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, 197: 473-486. Consultado en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6685394>
- LÓPEZ-ESCOLANO, C., et al. (2016). "Valoración y representación cartográfica de la accesibilidad viaria en la España peninsular: 1960-2014". *GeoFocus*, 18: 169-189. <http://dx.doi.org/10.21138/GF.486>
- MARTELLATO, D., NIJKAMP, P. y REGGIANI, A. (1998). "Measurement and measures of network accessibility: economic perspectives". En: K. Button, P. Nijkamp, y H. Priemus (eds.), *Transport networks in Europe: concepts, analysis and policies*. Cheltenham: Edward Elgar, pp. 161-179.
- MÉRENNE-SCHOUMAKER, E. (2008). *Géographie des transports*. Rennes: Presses Universitaires de Rennes.
- MONZÓN DE CÁCERES, A. (1988). "Los indicadores de accesibilidad y la planificación del transporte: Concepto y clasificación". *Revistas del Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones*, 35: 11-18.
- MORRIS, J. M., DUMBLE, P. L. y WIGAN, M. R. (1979). "Accessibility indicators in transport planning". *Transportation Research A*, 13: 91-109. [https://doi.org/10.1016/0191-2607\(79\)90012-8](https://doi.org/10.1016/0191-2607(79)90012-8)
- MOSELEY, M. J. (1979). *Accessibility: the rural challenge*. Londres: Methuen.

- NUTLEY, S. (1998). "Rural areas: the accessibility problem". En: B. Hoyle y R. Knowles (eds.), *Modern transport geography*. Chichester: Wiley, pp. 185-215.
- PÁEZ, A., SCOTT, D. M. y MORENCY, C. (2012). "Measuring accessibility: positive and normative implementations of various accessibility indicators". *Journal of Transport Geography*, 25: 141-153. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.03.016>
- PRESTON, J. y RAJÉ, F. (2007). "Accessibility, mobility and transport-related social exclusion". *Journal of Transport Geography*, 15 (3): 151-160. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2006.05.002>
- PUEYO CAMPOS, Á., et al. (2016). "Los mapas de potenciales de población: una herramienta para el estudio de la organización territorial del Sur de Europa". En: R. García Marín, et al. (eds.), *Actas XV Coloquio Ibérico de Geografía. Retos y tendencias de la Geografía Ibérica*. Murcia: Asociación de Geógrafos Españoles, pp. 1222-1235.
- PUEYO CAMPOS, Á., LÓPEZ ESCOLANO, C. y HERNÁNDEZ NAVARRO, M. L. (2018). "Nuevos espacios y realidades a partir del análisis espacial: un territorio distinto de ideas preconcebidas". En: J. Farinós Dasí (coord.) y J. Farinós y E. Peiro (eds.), *Territorio y Estado. Elementos para la coordinación de las políticas de ordenación del territorio en el siglo XXI*. Valencia: Tirant, pp. 785-828.
- PUEYO, Á., et al. (2013). "Supranational study of population potential: Spain and France". *Journal of Maps*, 9 (1): 29-35. <https://doi.org/10.1080/17445647.2013.764831>
- PUEYO, Á., JOVER, J. M. y ZÚÑIGA, M. (2012). "Accessibility evaluation of the transportation network in Spain during the first decade of the twenty-first century". En: J. M. de Ureña (ed.), *Territorial implications of high speed rail. A Spanish perspective*. London: Ashgate, pp. 83-104.
- REGGIANI, A. (2012). "Accessibility, connectivity and resilience in complex networks". En: K. T. Geurs, K. J. Krizek y A. Reggiani (eds.), *Accessibility analysis and transport planning. Challenges for Europe and North America*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, pp. 15-36.
- REILLY, W. J. (1931). *The law of retail gravitation*. Nueva York: Knickerbocker Press.
- RICH, D. C. (1980). *Potential models in human geography*. Norwich: Geo Abstracts.
- RIETVELD, P. y BRUINSMA, F. (1998). *Is transport infrastructure effective? Transport infrastructure and accessibility: impacts on the space economy*. Berlín: Springer.
- RODRIGUE, J. P., COMTOIS, C. y SLACK, B. (2017). *The geography of transport systems*. Abingdon: Routledge.
- SALAS-OLMEDO, M. H., GARCÍA-ALONSO, P. y GUTIÉRREZ, J. (2015). "Accessibility and transport infrastructure improvement assessment: the role of borders and multilateral resistance". *Transportation Research Part A*, 82: 110-129. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.09.009>
- SEGÚJ, J. M. y MARTÍNEZ, M. R. (2004). *Geografía de los transportes*. Palma: Universitat de les Illes Balears.
- SHAW, J., KNOWLES, R. D. y DOHERTY, I. (2008). "Introducing transport geographies". En: R. D. Knowles, J. Shaw e I. Doherty (eds.), *Transport geographies: mobilities, flows and spaces*. Oxford: Blackwell, pp. 3-9.
- STELDER, D. (2014). "Regional accessibility trends in Europe: road infrastructure, 1957-2012". *Regional Studies*, 48: 1-13. <https://doi.org/10.1080/00343404.2014.952721>
- STEWART, J. Q. (1947). "Empirical mathematical rules concerning distribution and equilibrium of population". *Geographical Review*, 37 (3): 461-85. <https://doi.org/10.2307/211132>
- TALAVERA-GARCÍA, R. y VALENZUELA-MONTES, L. M. (2012). "La accesibilidad peatonal en la integración espacial de las paradas de transporte público". *Bitácora Urbano Territorial*, 21 (2): 97-109. Consultado en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/view/28532>
- VAN WEE, B., HAGOORT, M. y ANNEMA, J. A. (2001). "Accessibility measures in competition". *Journal of Transport Geography*, 9: 199-208. [https://doi.org/10.1016/S0966-6923\(01\)00010-2](https://doi.org/10.1016/S0966-6923(01)00010-2)
- VULEVIC, A. (2016). "Accessibility concepts and indicators in transportation strategic planning issues: theoretical framework and literature review". *Logistics & Sustainable Transport*, 7 (1): 58-67. <https://doi.org/10.1515/jlst-2016-0006>
- WEGENER, M. (1995). "Accessibility and development impacts". En: D. Banister (ed.), *Transport and urban development*. London: E&F N Spon, pp. 157-161.
- WILSON, A. G. (1967). "A statistical theory of spatial distribution models". *Transportation Research*, 1: 253-269. [https://doi.org/10.1016/0041-1647\(67\)90035-4](https://doi.org/10.1016/0041-1647(67)90035-4)
- XUAN, Z. y SUXIA, L. (2004). "Analysis of the impact of the MRT system on accessibility in Singapore using an integrated GIS tool". *Journal of Transport Geography*, 12 (2): 89-101. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.003>
- ZIPF, G. K. (1949). *Human behavior and the principle of least effort: an introduction to human ecology*. Cambridge: Addison-Wesley.

