

Accesibilidad caminable a servicios colectivos en el Distrito Metropolitano de Quito: una aproximación desde la geografía cuantitativa

Walkable accessibility to Quito's Metropolitan District collective services: a quantitative geography approach

EÍDOS N°16.
Revista Científica de Arquitectura y Urbanismo
ISSN: 1390-5007
revistas.ute.edu.ec/index.php/eidos

¹Geog. Felipe Valdez Gomez De la Torre

¹PhD(c) Profesor agregado. Facultad de Ciencias Humanas. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. fmvaldezg@puce.edu.ec

Resumen:

La presente investigación muestra los resultados del cálculo de un índice de accesibilidad a nivel barrial a los servicios colectivos, considerando los conceptos de equidad y eficiencia espacial, en el área urbana de la ciudad de Quito. Por la COVID-19, varios sectores académicos y técnicos relacionados con la planificación urbana han sugerido la importancia de la proximidad caminable a bienes y servicios. El propósito de este artículo es aportar con aproximaciones metodológicas que permitan cuantificar esta proximidad para la toma de decisiones informada.

Los datos de población fueron analizados a partir de la distribución de los sectores censales y de la población a nivel de manzanas para el año 2010, utilizando como medida la distancia, real e ideal, desde el centroide de cada barrio a los servicios colectivos más cercanos. Entre los principales hallazgos se destaca que la metodología empleada permite identificar áreas prioritarias para la intervención a través del diseño y la planificación urbana, en tanto que la desagregación del análisis por grupos de edad sugiere algunas fuentes de inequidad en el acceso, las cuales deben ser atendidas de manera prioritaria. Este tipo de análisis debe complementarse considerando las otras dimensiones de accesibilidad a los servicios.

Palabras clave: transporte sostenible, accesibilidad caminable, Sistemas de Información Geográfica.

Abstract:

Based on a spatial equity and efficiency concept, the present research shows the calculation of a neighborhood-level accessibility index to collective services for Quito city. Due to COVID-19, various academic and technical areas related to urban planning suggested the importance of walkable proximity to goods and services. The article purpose is to provide methodological approaches that allow quantifying this proximity for informed decision making.

The population data, at the block level, were analyzed starting from the census sectors and population distribution for 2010, using as a measure the distance, real and ideal, from the centroid of each neighborhood to the closest collective services. Among the main findings it is emphasize that the applied methodology allows identify, through design and urban planning, priority intervention areas. Also, the age group disaggregation analysis suggests some sources of inequity in access, which should be addressed as a primary's issues. This type of analysis should be complemented by considering other dimensions of services accessibility.

Keywords: sustainable transportation, walkable accessibility, Geographic Information Systems

I. INTRODUCCIÓN

Si bien el problema de la localización de la oferta y demanda -denominado “teoría de la localización”- tiene un origen remoto en el tiempo (siglo XVII) y desde disciplinas fuera de la geografía (matemáticas y economía) en las primeras décadas del siglo XIX, se genera un creciente interés por explicar las tendencias y patrones de localización de las actividades humanas, principalmente, a través de los trabajos de Johann Heinrich Von Thünen, Alfred Weber, Walter Christaller y August Lösch (Miraglia, Caloni y Buzai, 2015). A partir del siglo XX, con la irrupción del Estado de Bienestar, el objetivo de la teoría de localización pasa a centrarse en la localización óptima de los servicios públicos, en función del acceso a la demanda (Miraglia et al., 2015).

La justicia social es un concepto normativo concerniente al cuestionamiento de quién recibe qué y en dónde. Está relacionado también con la localización equitativa de los beneficios sociales. Los geógrafos urbanos buscan evaluar las distribuciones socio espaciales actuales mediante el estudio de consumo colectivo. La preocupación por la justicia espacial desde la geografía tiene varias décadas de vigencia, desde estudios territoriales de indicadores sociales y bienestar (Smith, 1973), hasta análisis actuales de injusticia urbana (Harvey, 1993). Algunos estudios de accesibilidad se relacionan con el concepto de inequidad o injusticia social y espacial, sobre todo algunos de ellos se enfocan en la distribución de estos fenómenos en las ciudades de los países en vías de desarrollo (Dadashpoor, Rostami y Alizadeh, 2016).

El concepto de “consumo colectivo” fue acuñado por Castells (1977) para ilustrar una tendencia creciente de los gobiernos en sociedades capitalistas avanzadas de intervenir en la provisión de bienes y servicios. El consumo colectivo se refiere a todos los servicios organizados y administrados colectivamente que se consumen a través de mecanismos fuera del mercado. Los individuos y las familias con recursos limitados pueden ajustar su calidad de vida en función de los bienes y servicios públicos disponibles localmente. Así, la disponibilidad y consumo de

servicios públicos varía significativamente en el espacio y en los diferentes grupos sociales en la ciudad. Esta distribución diferencial de los servicios de bienestar es un problema central en el concepto de justicia social (Pacione, 2001).

Estudios recientes utilizan metodologías de análisis de la accesibilidad en entornos informáticos de Sistemas de Información Geográfica enfocándose en diferentes áreas como: salud (Cheng et al., 2016; Neutens, 2015), centros de cuidado infantil (Fransen, Neutens, De Maeyer y Deruyter, 2015), infraestructura de deporte (Higgs, Langford y Norman, 2015), mercados (Farber, Morang y Widener, 2014), recreación (L. Brabyn y Sutton, 2013), y transporte público (Bröcker, Korzhenevych y Schürmann, 2010; Delmelle y Casas, 2012; Tribby y Zandbergen, 2012)

Este trabajo se enfoca en la accesibilidad locacional, buscando medir la accesibilidad en términos de distancia y tiempo a los equipamientos. Este trabajo plantea calcular el indicador de separación espacial y, en los casos posibles en función de la información de base de los servicios, uno de interacción espacial.

La dimensión física de la accesibilidad y su efecto en la planificación de servicios

El principal componente físico de los costos del equipamiento público está relacionado con la superación de la fricción por la distancia. La planificación de los equipamientos públicos busca localizaciones que minimicen los costos de producción y distribución y que maximicen la accesibilidad a los ciudadanos. Desde el punto de vista de los ciudadanos, el acceso a los equipamientos públicos les otorga oportunidades y opciones, mejora el valor de la propiedad residencial y minimiza los costos del transporte, permitiendo que parte del ingreso familiar sea destinado a otros consumos (Li, Wang, Shi, Deng y Wang, 2015). La falta de accesibilidad, por su parte, acarrea penalidades sobre todo relacionadas con el costo y los inconvenientes de traslado (Pacione, 2001).

Existen dos aproximaciones para abordar el problema del acceso a los servicios públicos. La primera, con un enfoque en la accesibilidad personal -cuando se identifican los patrones de actividad de los diferentes grupos urbanos- o con un enfoque en la accesibilidad locacional -cuando se consideran medidas de unidades de separación (como la distancia) frente a un número de destinos posibles (equipamientos) - (Pacione, 2001).

La Geografía como ciencia generó metodologías y técnicas que brindaron sustento al desarrollo de las tecnologías geoinformáticas y ellas son utilizadas ampliamente para lograr la resolución de problemas socioespaciales (G. Buzai y Baxendale, 2011, 2012). De estas tecnologías sobresalen los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y los Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial (SADE) (G. D. Buzai et al., 2015).

Metodológicamente, algunas investigaciones realizan un análisis cualitativo de las estrategias de las familias para acceder a determinados servicios. Tal es el caso de Hernández y Rossel (2015) quienes examinan esta dimensión real de la accesibilidad a través del estudio de 13 hogares en Montevideo, similar al caso de (Hawthorne y Kwan, 2013) en Ohio.

A partir de la asociación del análisis geográfico con herramientas informáticas y del repunte de la geografía cuantitativa dentro de los campos disciplinarios, surge como una de las técnicas privilegiadas para el estudio de la accesibilidad el análisis de redes en entornos de Sistemas de Información Geográfica (Mavoa, Witten, McCreanor y O'Sullivan, 2012; Neutens, Delafontaine, Scott y De Maeyer, 2012). Estudios como los de Olivet (2008) y Rosero-Bixby (2004) presentan metodologías basadas en Sistemas de Información Geográfica para medir la accesibilidad, mientras que en los últimos años, dado la incursión de estas técnicas como ayuda a la toma de decisiones espaciales, autores como Moreno Jiménez y Buzai (2008) y Braby (Lars Brabyn y Gower, 2004) presentan compilados o comparaciones teórico-metodológicas para el cálculo de accesibilidad y proximidad a servicios colectivos.

Autores como Garrocho (2006) y Correa Parra (2012) plantean una definición operativa de accesibilidad con la finalidad de ser cuantificada a través de SIG. Accesibilidad se concibe entonces como la facilidad con la que se puede alcanzar un cierto sitio (destino), desde otros puntos en el territorio (orígenes), por lo que sintetiza las oportunidades de contacto e interacción entre determinados orígenes y destinos. A este tipo de definiciones de accesibilidad, que se centran en la posibilidad de interacción entre orígenes y destinos y no en el uso efectivo del servicio se las conoce también como accesibilidad potencial (Gregory y Jhonton, 2011).

Los indicadores de accesibilidad, según Garrocho (2006), pueden clasificarse en cinco categorías: de separación espacial, de oportunidades acumulativas, de interacción espacial, de utilidad y espacio-temporales. Todos comparten al menos dos elementos básicos: los costos de transporte entre los orígenes y los destinos y la magnitud de la oferta del servicio.

La forma urbana de Quito y las implicaciones en la accesibilidad

La provisión de servicios públicos es uno de los mayores determinantes del bienestar en diferentes grupos sociales en la ciudad (Pacione, 2001). Los principales factores que inciden en la provisión de estos servicios responden a la naturaleza geográfica. Puede darse por una fragmentación jurisdiccional (cuando existen unidades político administrativas con recursos financieros distintos en una misma ciudad) o por reducción. Dado que muchos de los servicios tienen una localización puntual, los individuos deben cubrir un costo de transporte para abastecerse del servicio. En general, el uso declina en función de la distancia, llegando a existir casos en los que el servicio deja de ser utilizado. El efecto de fricción por distancia socava el criterio de no exclusión en la provisión de servicios públicos (Pacione, 2001).

Algunos subgrupos en la ciudad (adultos mayores, discapacitados, minorías étnicas, jóvenes y mujeres) presentan dificultades particulares relacionadas

con la accesibilidad. Existen estudios desde la geografía que abordan estos problemas de accesibilidad para servicios particulares, incluyendo equipamientos de comercio, protección policial, cuidados a la salud, odontológicos, servicios sociales, equipamientos recreativos, recursos educacionales y bibliotecas públicas (Horner, Duncan, Wood, Valdez-Torres y Stansbury, 2015; Pacione, 2001).

Otros estudios sugieren que los grupos desventajados económicamente en las ciudades son discriminados en términos de provisión de servicios (Lineberry, 1977; Mladenka y Hill, 1977; Pacione, 1989). Según Lineberry (1977) las reglas de decisión adoptadas por la burocracia local son el factor más importante en la distribución de los servicios públicos locales.

Si bien, la decisión final sobre la localización de los servicios es política, los modelos de localización óptima pueden aportar criterios para evaluar las mejores localizaciones. Para alcanzar esto, es necesario partir de la evaluación de la situación actual.

Las medidas de accesibilidad pueden proveer información importante a los planificadores urbanos, ya sea si es utilizada para describir el patrón actual de la provisión de servicios, o para evaluar una propuesta de restructuración del sistema de servicios (Curtis y Scheurer, 2010; Pacione, 2001). En algunos casos se llega a relacionar la distribución de equipamientos colectivos con la sustentabilidad de la ciudad (Larco, 2016; Marquet y Miralles-Guasch, 2015), considerando que estos causan un impacto en el consumo de energía, sobre todo para transporte (Kang, 2015).

El uso de los modelos de localización óptima, a partir de la década de los setenta, como una herramienta de resolución de problemas de ordenamiento territorial permitió, entre otras cuestiones, determinar en una misma fase las localizaciones óptimas y valorar la distribución real en relación con la ideal. Asimismo, se mejoró el conocimiento de las áreas mejor y peor servidas y de la ubicación de equipamientos o instalaciones en sitios que no eran

considerados los óptimos (Miraglia *et al.*, 2015).

La ciudad de Quito, al igual que otras ciudades latinoamericanas, presenta una estructura urbana que evidencia una segregación espacial resultado de una distribución inequitativa de beneficios y grupos de la sociedad (Benedicto, Stadel y Borges, 2003; Carrión, 1980; Vergara *et al.*, 2015).

En el entorno local no existen aproximaciones de este tipo para medir la accesibilidad espacial y relacionarla con los conceptos de justicia. Pocos ejemplos consideran el aspecto de la movilidad en Quito y lo hacen en términos específicos del transporte (Remache Robayo, 2012) y no desde la proximidad a servicios colectivos. En la segunda mitad de la década de los años noventa se realizaron algunos estudios en el marco de la gestión de riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito. Dos de ellos (D'Ercole y Metzger, 2009; Demoraes, 2004) consideran en cierta medida la movilidad como factor influyente en la determinación de la vulnerabilidad, nuevamente desde la infraestructura de transporte.

II. METODOLOGÍA

Este trabajo realiza una aproximación a la accesibilidad considerando la dimensión física de esta. Por ello se utilizan las herramientas de medición de la distancia presentes en los Sistemas de Información Geográfica. A continuación, se explica cómo se determinó la accesibilidad a los servicios colectivos a nivel barrial, comenzando por la unidad espacial mínima de análisis, la clasificación de los servicios colectivos, las herramientas de cálculo de distancia, los índices de accesibilidad utilizados y, finalmente, la agregación y lectura de estos índices a nivel barrial.

Unidad mínima de análisis y fuentes de información

Para analizar la accesibilidad a los servicios colectivos, desde su dimensión física, se consideran orígenes y destinos como elementos discretos y puntuales. En el caso de los servicios es sencillo utilizar puntos con la ubicación de estos

elementos para ser considerados como destinos. No obstante, en el caso de la demanda, esta no representa un elemento puntual ni un fenómeno discreto. Esta es móvil en tiempo y espacio.

Por esta razón, para realizar el cálculo de la distancia que separa la demanda de la oferta es necesario realizar una reducción de la naturaleza de la demanda y considerarla como un elemento puntual y discreto. En este escenario, cuanto más grande sea la escala de análisis, el resultado será mejor, puesto que no se cae en una generalización exagerada de las características de la demanda.

Para conocer la distribución espacial de la población es necesario utilizar un instrumento que permita cuantificarla en un momento específico en el espacio y el tiempo. Los censos resultan ser el instrumento por excelencia que permite realizar esta cuantificación. En el VII Censo Nacional de Población y Vivienda (INEC, 2010), la información de base puede ser desagregada a nivel de manzana en las áreas urbanas.

La manzana agrupa entonces el conteo de población residente al momento de efectuarse el censo en esta unidad y, en términos generales, no altera los resultados al considerar la distancia hacia los servicios colectivos cercanos. No obstante, las manzanas, en el entorno de los SIG pueden ser graficadas como elementos poligonales (áreas) o lineales. Si bien algunas herramientas de cálculo de la distancia (euclidiana) permiten utilizar elementos poligonales como origen o destino del cálculo, estas presentan cierto error a ser considerado. La distancia desde o hacia un elemento poligonal en el entorno de los SIG puede ser medida al punto más cercano en el borde del elemento poligonal. Considerando esto, en función del tamaño y la forma del polígono, habrá sectores dentro de este que presenten una variación importante en la distancia medida de manera automática por el programa.

Este es el caso de algunas manzanas dentro del Distrito Metropolitano de Quito que, debido principalmente a la configuración topográfica, presentan formas alargadas que suben desde el

área central más plana hacia las partes más altas al borde del volcán Pichincha. Considerando que los servicios colectivos muestran una mayor concentración en el área central, de medirse la distancia al punto más cercano de estos polígonos, se estaría desestimando una mayor distancia hacia los lugares dentro de la manzana que están las áreas más altas de la urbe.

Una alternativa de rápida solución para este problema es considerar la distancia al centroide de los polígonos de las manzanas. En este trabajo de investigación se calcularon los centroides para las 16 325 manzanas dentro del área urbana de Quito y se traspasó la información de la base de datos censal de los polígonos a los elementos puntuales de los centroides de manzana para medir las distancias a estos puntos.

Clasificación de los servicios colectivos

Para este análisis de accesibilidad se consideran únicamente cuatro servicios colectivos: comercialización de alimentos, educación, salud y recreación. Si bien la definición de este tipo de servicios abarca un mayor número de facilidades de comercio, infraestructura, bienestar social, telecomunicaciones, entre otros, se han considerado únicamente estos cuatro debido a la disponibilidad de información actualizada y porque se considera que estos constituyen la base de la satisfacción colectiva de las necesidades a un nivel intraurbano.

La información de estos cuatro servicios proviene de fuentes oficiales correspondientes a los ministerios e instituciones de cada ramo. En este sentido, la base de datos del Ministerio de Salud, del Ministerio de Educación del Ecuador y del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, registran establecimientos del sector público y privado. Estas bases están georreferenciadas y además cuentan con algunos atributos adicionales para los establecimientos. Cada institución correspondiente tiene su propio sistema de clasificación de los establecimientos en función del tipo de servicio que ofrece. A continuación, se muestra el número de establecimientos de cada tipo según cada institución.

Como se observa en las tablas 1 y 2 en el área de investigación existen un total de 830 establecimientos educativos de 13 tipos identificados y 178 establecimientos de salud de 4 tipos identificados. No todos los tipos fueron considerados para este análisis de la accesibilidad. Para lograr hacer un acercamiento a un análisis que considere la interacción espacial, fue necesario realizar el cálculo de distancia para cada tipo por separado. De esta manera se puede discriminar aquellos tipos de servicios que no son de proximidad y que por la especialización del servicio que se provee tienen un área de influencia mayor. Para los servicios de comercialización de alimentos se utilizan únicamente los mercados administrados por el MDMQ y, para los servicios de recreación, únicamente canchas y áreas deportivas.

Debido a que el objetivo del presente trabajo es cuantificar el grado de accesibilidad caminando a los servicios colectivos, se han seleccionado únicamente los servicios que por su naturaleza podrían ser alcanzados caminando. Se considera que los servicios especializados, por estar presentes en un menor número, serán menos demandados en términos de frecuencia y, por tanto, menos accesibles caminando para la población.

| Nivel atención salud | Número |
|--------------------------------------|--------|
| Nivel 1 | 126 |
| Nivel 2 | 41 |
| Nivel 3 | 9 |
| Servicios de atención de salud móvil | 2 |
| Total servicios de salud | 178 |

Tabla 1. Tipología de establecimientos de salud
Fuente: MSP. 2013

| Tipo Centro Educativo | Número |
|---|--------|
| Artesanal P.P | 1 |
| Bachillerato | 2 |
| Bachillerato y Artesanal P.P. | 1 |
| Educación Básica | 130 |
| Educación Básica y Artesanal P.P | 10 |
| Educación Básica, Bachillerato y Artesanal P.P. | 6 |
| Educación Básica, Bachillerato, Alfabetización y Artesanal P.P. | 1 |
| EGB y Bachillerato | 185 |
| Formación Artística | 4 |
| Inicial | 71 |
| Inicial y EGB | 244 |
| Inicial, Educación Básica y Bachillerato | 145 |
| No escolarizado | 30 |
| Total de centros educativos | 830 |

Tabla 2. Tipología de establecimientos educativos
Fuente: Ministerio de Educación. 2015

De esta manera, para el cálculo de accesibilidad a los servicios colectivos se consideraron los niveles 1 y 2 de los establecimientos de salud que corresponden a:

El Primer Nivel de Atención son los más cercanos a la población y son la puerta de entrada para el Sistema Nacional de Salud. De acuerdo a lo niveles de complejidad se clasifican en: Puesto de Salud, Consultorio General, Centro de Salud A, Centro de Salud B y Centro de Salud C-Materno Infantil y Emergencia.

El Segundo Nivel de Atención corresponde a los establecimientos que prestan servicios de atención ambulatoria especializada y aquellas que requieran hospitalización. De acuerdo a los niveles de complejidad se clasifican en Ambulatorio: Consultorio de Especialidad, Centro de Especialidades, Centro clínico-quirúrgico ambulatorio (Hospital del Día); Hospitalario: Hospital Básico y Hospital General. En el caso de los establecimientos educativos se seleccionaron todos aquellos que cuentan con educación básica, educación inicial y EGB. La educación inicial comprende infantes de hasta 5 años de edad, la EGB (Educación General Básica) hasta los 14 años, es decir hasta el 10mo grado de escolaridad.

Esto da un total de 792 establecimientos de educación y 167 establecimientos de salud. Es importante considerar que, en el caso de los establecimientos educativos, aparecen algunos como se ve en la tabla 2, que ofertan los servicios de educación inicial, básica y bachillerato, al mismo tiempo. Estos son considerados únicamente por proveer del servicio de educación inicial y básica, aunque su radio de influencia sería mayor que aquellos que no tienen bachillerato.

Herramientas de cálculo de distancia

Una vez seleccionados los puntos de origen (centroide de manzana) y de destino (servicios colectivos), es posible medir la distancia y el tiempo que separa la oferta de la demanda como principal indicador de la accesibilidad física y de la interacción espacial.

Se calcularon dos tipos de distancia a ser utilizados en los índices de accesibilidad, la distancia ideal y la distancia real. La primera, la distancia real, considera la separación en metros entre dos elementos en línea recta, es decir sin considerar los movimientos reales en una red, también conocida como crow-fly distance. La distancia real, por su parte, considera el movimiento a través de la red de infraestructura que lo permite. En este caso, la principal infraestructura por la que se desarrollan los movimientos a pie es la infraestructura vial. Algunos estudios (Reneland, 2000) muestran que no existe mayor variación entre estos dos tipos de distancia, no obstante, para calcular los índices de accesibilidad en este caso es necesario contar con los dos tipos de distancia calculadas.

En una primera instancia se calcularon las distancias ideal y real desde cada centroide de manzana a cada uno de los tipos de servicios colectivos seleccionados más cercanos. Para el cálculo de la distancia se consideró únicamente el equipamiento más cercano por cada tipo de servicio colectivo. En otros ejemplos, se sugiere considerar hasta tres para contemplar el comportamiento real de la demanda. Dado que el objetivo es identificar los barrios menos provistos en términos de accesibilidad, se utiliza únicamente un servicio colectivo de cada tipo como el más cercano (Wang, 2013).

Índices de accesibilidad

Para estimar y comparar la accesibilidad se utilizan cuatro índices que permiten identificar esta situación a nivel de toda la ciudad. En primer lugar, se utilizan las distancias ideal y real para calcular dos índices relacionados con la accesibilidad, el Índice de Calidad de la Comunicación (ICC) y el Índice de Trayectoria (IT). Estos índices miden de acuerdo a las siguientes fórmulas definidas por Buzai (2012):

$$ICC = A_i / A_r$$

Donde, ICC es el Índice de Calidad de la Comunicación, A_i es la accesibilidad ideal, resultado de la sumatoria de las distancias ideales y A_r , es la accesibilidad

real, resultado de la sumatoria de las distancias reales.

$$IT = A_r / A_i$$

Donde, IT es el Índice de Trayectoria, A_i es la accesibilidad ideal, resultado de la sumatoria de las distancias ideales y A_r , es la accesibilidad real, resultado de la sumatoria de las distancias reales.

El ICC, resultado de la relación entre la accesibilidad ideal y la real, arroja como resultados valores entre 0 y 1. Cuanto más cercano es el resultado a 1 significa que hay una mejor comunicación porque hay una coincidencia total entre la distancia en línea recta y la distancia de movimiento real por la red vial.

El IT, por su parte, expresa el porcentaje de longitud extra que debe recorrerse en el total de manzanas a los servicios colectivos identificados como los más próximos. En este caso, cuanto mayor sea el valor del indicador, mayor es la distancia extra que debe recorrerse.

Los dos índices se calcularon a nivel barrial, en el siguiente apartado se explica la manera en la que se agregan y suman los datos de las distancias a nivel de barrio.

El tercer índice que se utiliza corresponde al creado por Wang (2013), que considera un umbral de accesibilidad caminando que está determinada por la distancia y el tiempo que le toma a una persona llegar hasta un destino específico. Este índice considera cinco tipos de servicios para los cuales establece una ponderación y realiza un cálculo de la accesibilidad total definido en la tabla 3.

| Distancia (d_{ij}) | 0-300 | 301-600 | 601-900 | 901-1200 | 1201-1500 | >1500 |
|---|-------------|---------|-----------|-----------|----------------|---------|
| Tiempo caminando (minutos) | < 5 | 5-10 | 10-15 | 15-20 | 20-25 | >25 |
| Evaluación de la accesibilidad caminando a_{ij} | 100 | 80 | 60 | 40 | 20 | 0 |
| Estatus de accesibilidad caminando | Confortable | Fácil | Buena | Tolerable | Poco accesible | Difícil |
| Accesibilidad caminable total A_i | >90 | 71-90 | 51-70 | 31-50 | 11-30 | 0-10 |
| Nivel de evaluación | Muy buena | Buena | Aceptable | Tolerable | Pobre | Mala |

Tabla 3. Correspondencia entre distancia real, tiempo caminando, evaluación de la accesibilidad caminando y el estatus de la accesibilidad caminando
Fuente: (Wang, 2013). Traducción libre.

En este caso, la accesibilidad caminable total a los servicios colectivos (*overall walking accessibility to urban facilities*) A_i , es el resultado de la sumatoria de la distancia a cada tipo de servicio ponderada, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$A_i = \sum_{j=1}^m W_j a_{ij}$$

Así, W_j es un coeficiente ponderado para cada tipo de servicio derivado de una encuesta de frecuencia de uso de cada tipo. El índice a_{ij} es la accesibilidad individual del sector i al tipo de servicio j . Está relacionado directamente con la distancia que separa estos dos elementos. Finalmente, el resultado esperado de A_i varía entre 0 y 100, cuanto más alto sea mayor es la accesibilidad de dicho sector a los servicios urbanos. De igual manera, según Wang (2013, p. 257), el caso inverso también es verdadero, cuanto menor es el valor de A_i mayor es la demanda potencial de transportes motorizados.

Para realizar el cálculo combinado de accesibilidad caminando, se realizó un ajuste a la ponderación derivada de la consulta a expertos propuesta por Wang (2013). Así, se juntaron los coeficientes de ponderación de W_2 y W_3 correspondientes a educación inicial y educación primaria. La ponderación utilizada en este caso corresponde a la tabla 4.

Agregación de índices a nivel barrial

Tanto para los índices de la distancia ICC e IT, como para los índices de accesibilidad caminable A_i se realizó

| | Servicio | Coeficiente |
|----|----------------------------------|-------------|
| W1 | Mercados | 0.4174 |
| W2 | Educación básica y secundaria | 0.4239 |
| W4 | Servicios de Salud (nivel 1 y 2) | 0.0975 |
| W5 | Equipamiento recreativo | 0.0612 |

Tabla 4. Ponderación de accesibilidad por tipo de servicio Adaptado de Wang (2013)¹

¹ En la propuesta original del autor, se contemplan 5 servicios. En este caso los servicios W_2 y W_3 de la propuesta original son agrupados en uno solo W_2 .

una agregación de los valores a nivel de barrio. Esto reduce significativamente el volumen de información a analizar. En el caso de los indicadores de distancia, una vez que se calculó esta medida hacia los centroides de las manzanas, estos fueron identificados por sobre posición espacial al barrio al que pertenecen. Una vez identificado el barrio al que pertenece cada centroide de manzana, se realizó una suma de las distancias ideales y reales de cada barrio. Esto, en la metodología propuesta por Buzai (G. Buzai y Baxendale, 2012; G. D. Buzai, 2011), se reconoce como el cálculo de la accesibilidad real e ideal.

En el caso de los índices de accesibilidad caminable, se realizó un proceso similar, pero en este caso, en lugar de realizar una sumatoria de los valores, se utilizó el valor promedio de la evaluación de la accesibilidad.

En los dos casos el volumen de la información se reduce de alrededor de 16 325 manzanas a 454 barrios. Esto además permite evaluar la validez de los barrios como unidades de planificación urbana, considerando que cada uno de estos debería estar en una situación de accesibilidad aceptable a los servicios colectivos. Otra ventaja de esta agregación es que permite evaluar la homogeneidad interna de los barrios y, así, hacer aproximaciones al análisis de la equidad espacial en cuanto a la accesibilidad a los servicios colectivos.

III. RESULTADOS

Aplicando la metodología mencionada, se obtienen algunos resultados a nivel de barrios que llaman la atención y que, parcialmente, son opuestos a la idea de que en el área centro-norte de la capital del Ecuador existe una mayor concentración de servicios colectivos. Los resultados de los índices calculados fueron mapeados para observar las áreas de mayor y menor accesibilidad a los servicios.

La diferencia entre la distancia real y la distancia ideal

Como se muestra en la tabla 5 los resultados del ICC e IT para toda el área

de estudio muestra que hay diferencias significativas entre la distancia ideal (en línea recta) y la distancia real.

El ICC muestra que no hay una variación significativa en función de los diferentes servicios. En términos generales la ciudad de Quito no tiene una buena calidad de comunicación, determinada por la configuración de la infraestructura vial. La calidad de la comunicación promedio para todos los tipos de servicios contemplados es de alrededor de 0.55, lo que indica que se tienen una calidad media.

Por otro lado, las variaciones internas, como se muestran en la figura 1, sí son importantes. De manera paradójica, los barrios ubicados en las áreas centrales de la ciudad son los que presentan una menor calidad de la comunicación. Mientras los servicios están más cercanos en términos de distancia ideal, el trazado vial hace que esta distancia llegue a duplicarse en algunos casos.

Es importante aclarar que un ICC bajo no implica que los servicios estén inaccesibles o alejados, por el contrario, en la mayor parte de los casos, los barrios con los menores valores en el ICC son aquellos con servicios más cercanos. Un ICC bajo simplemente indica que hay una diferencia importante entre la distancia en línea recta y la real. Esto puede incidir en la posibilidad de caminar hacia estos servicios porque se percibe una mayor distancia por parte de los usuarios. Asimismo puede sugerir realizar cambios en el trazado vial que acerquen estos servicios sin la necesidad de desviar el movimiento natural como se sugiere en el estudio de Aultman-Hall (1997).

Esta diferencia entre la distancia ideal y la real, se ilustra de mejor manera

con el Índice de Trayectoria que, muestra el exceso de distancia que debe ser recorrida para alcanzar el servicio en cuestión. En este caso, cuanto mayor es el valor del IT mayor es el exceso de distancia, en comparación con la distancia en línea recta.

Los resultados del IT promedio para todos los servicios muestran que la distancia que se debe recorrer en la realidad, a través del sistema vial, resulta ser el doble de la distancia en línea recta. Esto puede afectar gravemente la disposición de las personas para movilizarse a pie hacia los servicios. En la figura 2 se muestra que esta distancia adicional que se debe recorrer es más grave en los barrios ubicados en el centro-norte de la urbe. En estos barrios, el excedente de distancia que se debe recorrer es de al menos 4 veces más que la distancia en línea recta.

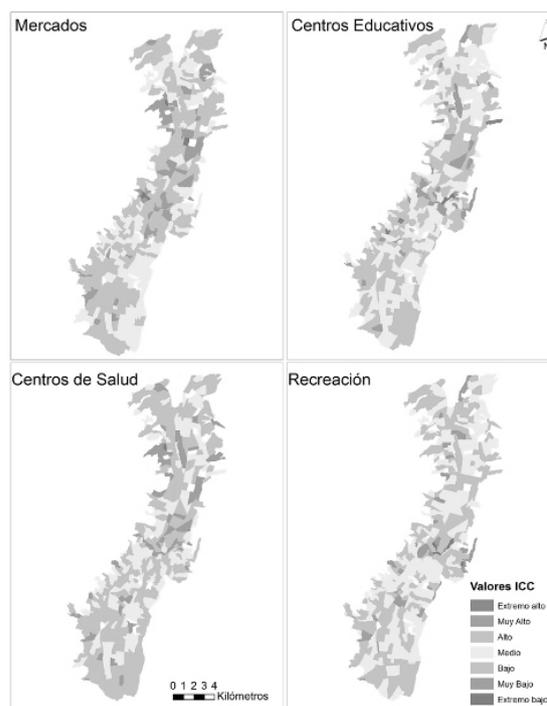


Figura 1. Distribución del ICC por barrios y tipo de servicio

| Servicio | Índice de Calidad de la Comunicación | | | | Índice de Trayectoria | | | |
|------------|--------------------------------------|--------|--------|---------------------|-----------------------|--------|--------|---------------------|
| | Promedio | Mínimo | Máximo | Desviación Estándar | Promedio | Mínimo | Máximo | Desviación Estándar |
| Mercados | 0.58 | 0.06 | 0.89 | 0.19 | 2.1 | 1.11 | 15.79 | 1.5 |
| Educación | 0.55 | 0.08 | 0.99 | 0.15 | 2.01 | 0.66 | 12.07 | 0.95 |
| Salud | 0.53 | 0.06 | 0.9 | 0.18 | 2.27 | 1.11 | 14.8 | 1.38 |
| Recreación | 0.53 | 0.09 | 0.95 | 0.15 | 2.1 | 0.56 | 10.88 | 1.03 |

Tabla 5. Índices promedio de Calidad de la Comunicación y Trayectoria a nivel barrial para la ciudad de Quito.

Lo observado en los valores y la distribución espacial de los índices ICC e IT muestra que, al menos en el caso del área urbana de Quito, la diferencia entre las distancias real e ideal es mayor que el factor de 1.33 expresado en Wang (2013). Por esta razón, se decidió que para el cálculo del índice de accesibilidad caminable A_i se mida la distancia real,

a través de la red vial, utilizando las herramientas de análisis de red de los SIG.

Accesibilidad caminando por tipos de servicios colectivos

Como se mencionó con anterioridad, el índice de accesibilidad caminando a los diferentes tipos de servicio expresa la facilidad, considerando la distancia y el tiempo, para acceder caminando desde un origen (manzanas) a un servicio.

En este caso de estudio se realizaron los cálculos de distancia en red (distancia real) utilizando las herramientas de análisis de red de los Sistemas de Información Geográfica. Los orígenes corresponden a los centroides de alrededor de 16 325 manzanas localizadas dentro del área urbana de la ciudad de Quito.

En primer lugar se calcularon estas distancias para cada uno de los servicios colectivos contemplados, a saber: mercados, centros educativos, centros de salud y servicios de recreación. La figura 3 muestra los resultados de las distancias agregadas a nivel de barrios para los 4 tipos de servicios colectivos.

Lo primero que destaca en los resultados es que los servicios de educación y recreación cuentan en el mayor número de barrios con una accesibilidad buena o superior. Estos dos servicios son los que presentan una distribución más homogénea en el territorio estudiado. Al contrario de lo que se podría esperar para una estructura de tipo centro-periferia, los barrios con una accesibilidad pobre o mala no son necesariamente aquellos situados en el margen del área estudiada sino que, algunos de ellos, se ubican en áreas centrales.

El caso de los servicios de salud muestra una evidente división entre el norte, con una menor proporción de barrios con accesibilidades superiores a la aceptable, y el sur donde la mayor parte de los barrios muestran una accesibilidad aceptable o buena. En este caso el área central de la ciudad es la que mejores condiciones tienen en

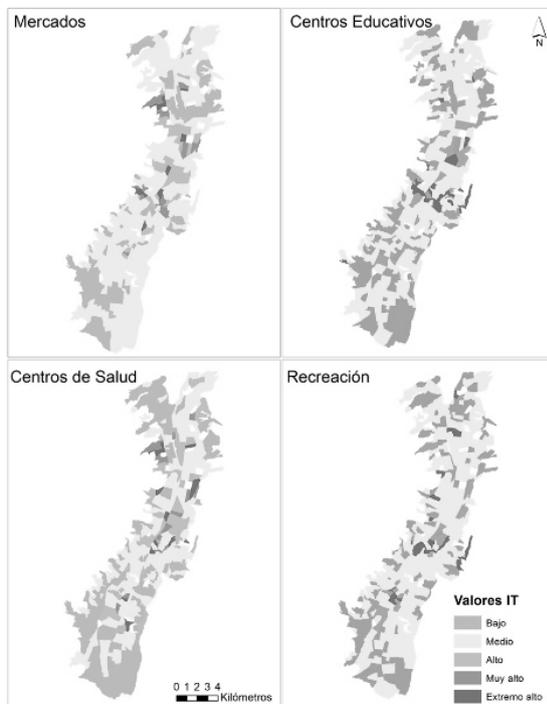


Figura 2. Distribución del Índice de Trayectoria por barrio y tipo de servicio

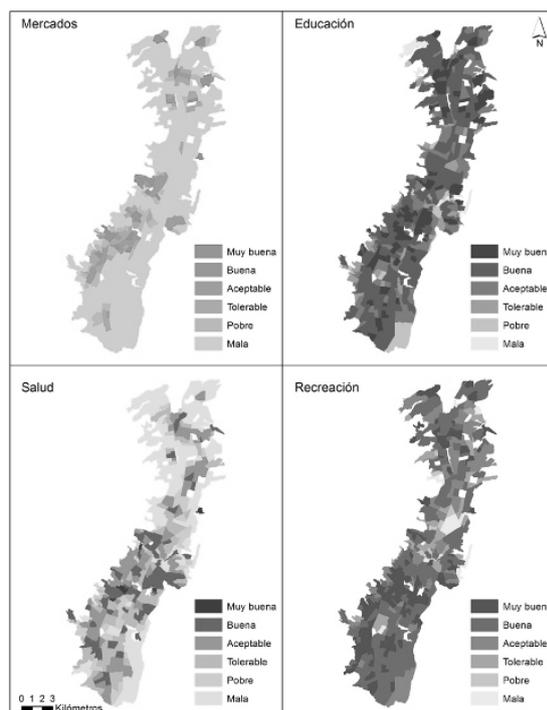


Figura 3. Índice de accesibilidad caminando por tipo de servicio colectivo

cuanto a la accesibilidad. Los barrios de margen ubicados al norte muestran una tendencia a una accesibilidad mala. En el sur esta situación es algo mejor ya que únicamente los barrios del borde oriental tienen una accesibilidad mala mientras que los del borde occidental y sur tienen una accesibilidad tolerable.

El caso más extremo es el de la accesibilidad a los servicios de comercialización de alimentos. Estos servicios son los menos numerosos y muestran una clara concentración en las áreas de centro-occidente y del nororiente de la ciudad. Se debe recalcar que para el análisis se consideraron únicamente los mercados que están bajo la administración municipal, no se han incluido otros lugares de comercialización de alimentos, y que podrían generar atracción de población importante, como los centros comerciales o los supermercados.

Para el caso de los mercados, se observa que son pocos barrios los que poseen una accesibilidad muy buena y buena, y estos muestran una mayor concentración en el centro occidente de la ciudad con algunos barrios más dispersos en el sector norte. La mayoría de los barrios tienen una accesibilidad mala a este tipo de servicios.

Accesibilidad total caminando a los servicios colectivos

Para calcular la accesibilidad a todos los servicios colectivos de manera combinada se realizó una suma ponderada de las distancias a cada tipo. Así, se obtuvieron valores únicos para cada manzana en términos de accesibilidad a los servicios colectivos. En este punto, es importante mencionar que no todas las manzanas pudieron ser contempladas en el análisis, principalmente por errores de localización en la red, se calcularon las distancias para un total de 14 247 manzanas, que equivalen a un 87 % de total de manzanas en el área de estudio.

Lo primero que cabe destacar es que existe una diferencia significativa en los resultados a nivel de manzana y a nivel de barrio. En el caso de las manzanas, se obtienen algunos valores de accesibilidad muy buena (2.6 %) aunque representan

una minoría. Para los barrios, ninguno alcanza una accesibilidad muy buena. En la tabla 6 se observa que la mayor parte de las manzanas (44 %) presentan una accesibilidad tolerable, mientras que en la tabla 7 se observa que en el caso de los barrios corresponde al 50 % de estos.

Analizando el porcentaje acumulado, a nivel de manzanas se tiene que el 16 % tienen una accesibilidad buena o superior, mientras que para el caso de los barrios este porcentaje es solamente del 8.8 %. En el caso de la accesibilidad considerada como aceptable -10 a 15 minutos caminando- el porcentaje de manzanas y de barrios con este valor es muy similar (24 %), no obstante, el porcentaje acumulado sigue siendo superior en el caso de las manzanas con un 40 % con accesibilidad aceptable o mejor, frente a un 33 % en el caso de los barrios.

La mitad de los barrios del área urbana de Quito posee una accesibilidad tolerable, entre 15 y 20 minutos caminando. Esta situación es similar para el análisis a nivel de manzanas donde el 44 % presenta esta situación. En cuanto a los valores de accesibilidad pobre, la situación de los barrios es más importante que en el caso de las manzanas y, únicamente se observa que esta situación es peor en el caso de la accesibilidad mala donde el porcentaje de manzanas (4%) supera ampliamente al de los barrios (1.7 %).

En términos generales se observa que, aunque el análisis a nivel de manzanas muestra una situación mejor que a nivel de barrios, el tamaño y la proporción de las manzanas en situación

| Accesibilidad caminando | Número manzanas | Porcentaje | Acumulado |
|-------------------------|-----------------|------------|-----------|
| Muy buena | 378 | 2.65 | 2.65 |
| Buena | 1957 | 13.74 | 16.39 |
| Aceptable | 3422 | 24.02 | 40.41 |
| Tolerable | 6288 | 44.14 | 84.54 |
| Pobre | 1634 | 11.47 | 96.01 |
| Mala | 568 | 3.99 | 100.00 |
| Total manzanas | 14247 | | |

Tabla 6. Resumen de accesibilidad a nivel de manzanas

| Accesibilidad caminando | Número de barrios | Porcentaje | Acumulado |
|-------------------------|-------------------|------------|-----------|
| Buena | 40 | 8.81 | 8.81 |
| Aceptable | 110 | 24.23 | 33.04 |
| Tolerable | 230 | 50.66 | 83.70 |
| Pobre | 66 | 14.54 | 98.24 |
| Mala | 8 | 1.76 | 100.00 |
| Total barrios | 454 | | |

Tabla 7. Resumen de accesibilidad a nivel de barrios

de buena y muy buena accesibilidad es poco representativo y, consecuentemente, los resultados a nivel barrial expresan situaciones deficitarias mayores.

En cuanto a la distribución espacial de la accesibilidad caminando a los servicios colectivos a nivel barrial, la figura 4 muestra que los barrios con accesibilidad

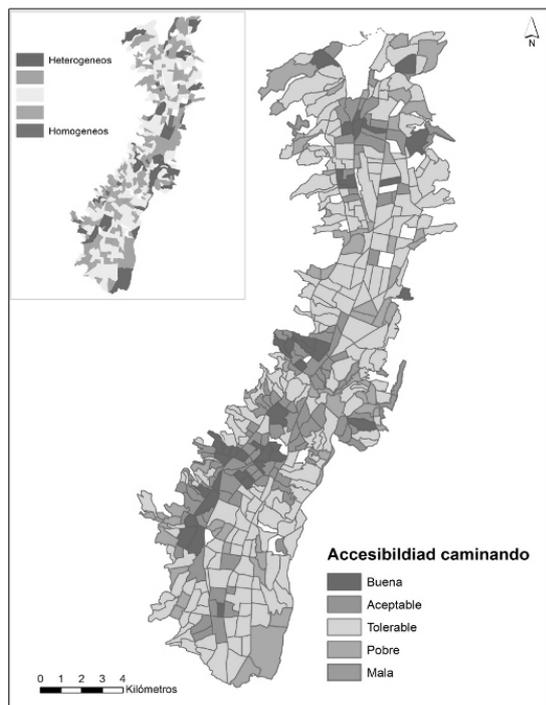


Figura 4. Distribución de la accesibilidad caminando a nivel barrial

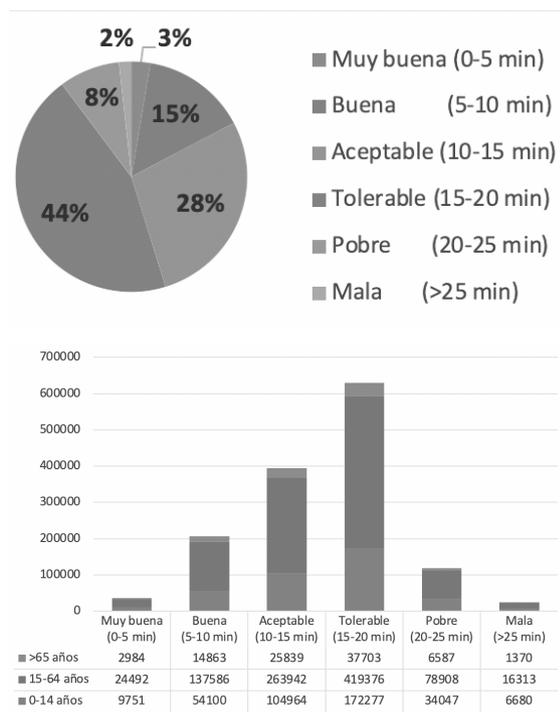


Figura 5. Distribución de la población por rangos de accesibilidad

buena se localizan en el sector centro sur-occidental de la ciudad y, algunos en el sector norte. La mayor parte de los barrios tienen una accesibilidad tolerable -entre 15 y 20 minutos caminando- al conjunto de los servicios colectivos.

Es importante observar que los barrios con accesibilidades pobre y mala tienen una distribución aleatoria y se ubican tanto en el centro como en el norte y sur de la ciudad. Tampoco su ubicación corresponde a los márgenes del área urbana. La distribución de los barrios en función de la accesibilidad muestra claramente el efecto que tiene la ponderación otorgada a los mercados, ya que estos tienen una distribución que muestra una concentración en el área centro-occidental y una ausencia relativa en el área centro-norte.

Otro de los objetivos de esta aproximación, y la razón por la que se maneja el análisis en dos escalas, es identificar la homogeneidad interna de los barrios en términos de accesibilidad. Dado que los valores de accesibilidad agregados a nivel de barrio provienen de una sumatoria de los valores a nivel de manzana, es importante observar los barrios donde estos valores muestran variaciones importantes. Es decir, aquellos en los que hay manzanas con una accesibilidad buena y, al mismo tiempo, manzanas con una accesibilidad pobre o mala.

Aunque no se trata de una regla, en términos generales se observa que los barrios de mayor tamaño son menos homogéneos en su interior que aquellos de menor tamaño. Este resultado se podía prever dado las características de la forma de los barrios. Sin embargo, se manejaba la hipótesis que los barrios ubicados en el área occidental presentarían menor homogeneidad por el incremento de la altitud hacia esta zona y su consecuente disminución de la accesibilidad. Esta situación, al menos para los servicios colectivos seleccionados en este estudio, no se cumple. Son, sobre todo, los barrios del margen oriental los que se muestran más heterogéneos. De igual manera, se puede observar que los barrios con accesibilidad pobre y mala muestran mayor heterogeneidad interna.

Población residente y accesibilidad a servicios colectivos

Utilizando la información censal a nivel de manzanas, se realizó un cálculo de la población residente que se encuentra dentro de los diferentes rangos de accesibilidad a los servicios colectivos. Así, se observa que la población que tiene una accesibilidad muy buena a los servicios representa alrededor del 3 % de la población total. En la figura 5 se muestra la distribución porcentual de la población por los rangos de accesibilidad y la distribución de estas por grandes grupos de edad.

La mayor parte de la población, cerca del 54 % (773 261 personas) se encuentran en rangos de accesibilidad de tolerables a malos. Esto significa que ese volumen de población reside en áreas que, para Wang (2013) presentan una alta dependencia a transportes motorizados. El 28 % que están a una distancia aceptable se puede considerar que su movimiento a pie estará determinado por otras causas; seguridad, equipamiento, entre otras. Únicamente un 18 % podría realmente realizar estos desplazamientos a pie.

IV. REFERENCIAS

- An, L., Tsou, M.-H., Crook, S. E. S., Chun, Y., Spitzberg, B., Gawron, J. M. y Gupta, D. K. (2015). Space-Time Analysis: Concepts, Quantitative Methods, and Future Directions. *Annals of the Association of American Geographers*, 105(5): 891-914. <http://doi.org/10.1080/00045608.2015.1064510>
- Aultman-Hall, L., Roorda, M. y Baetz, B. W. (1997). Using GIS for Evaluation of Neighborhood Pedestrian Accessibility. *Journal of Urban Planning and Development*, 123(1): 10-17. [http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9488\(1997\)123:1\(10\)](http://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488(1997)123:1(10))
- Benedicto, J. L. L., Stadel, C. y Borges, C. (2003). *Transformaciones regionales y urbanas en Europa y América Latina*. Recuperado de <https://bit.ly/3mhM1ER>
- Brabyn, L. y Gower, P. (2004). Comparing three GIS techniques for modelling geographical access to general practitioners. *Cartographica*, 39(2): 41-50. Recuperado de <https://bit.ly/3qc451R>
- Brabyn, L. y Sutton, S. (2013). A population based assessment of the geographical accessibility of outdoor recreation opportunities in New Zealand. *Applied Geography*, 41: 124-131. <http://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.03.013>
- Bröcker, J., Korzhenevych, A. y Schürmann, C. (2010). Assessing spatial equity and efficiency impacts of transport infrastructure projects. *Transportation Research Part B: Methodological*, 44(7): 795-811. <http://doi.org/10.1016/j.trb.2009.12.008>
- Buzai, G. y Baxendale, C. (2011). *Análisis socioespacial con sistemas de información geográfica*. Buenos Aires: Lugar.
- Buzai, G. y Baxendale, C. (2012). *Análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica. Ordenamiento Territorial. Temáticas de base vectorial* (1st ed.). Buenos Aires: Lugar.
- Buzai, G. D. (2011). Modelos de localización-asignación aplicados a servicios públicos urbanos: *Análisis espacial de Centros de Atención Primaria de Salud en la ciudad de Luján, Argentina. Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana de Geografía*, 20(2): 111-123.
- Buzai, G. D., Baxendale, C. A., Caloni, N., Cruz, R., Delfino, H. y Mora, G. (2015). Sistemas de información geográficas aplicados en salud líneas de investigación. *Revista Ciencias Espaciales*, 8(1): 395-410.
- Carrión, F. (1980). Ecología urbana en Quito durante la década de los setenta. In F. Saavedra, V. Ibarra y S. Puente (eds.), *La ciudad y el medio ambiente en América Latina* (pp. 151-195). El Colegio de Mexico. Recuperado de http://works.bepress.com/fernando_carrion/35/
- Castells, M. (1977). *The urban question: A Marxist approach*. Cambridge: MIT Press.
- Cheng, G., Zeng, X., Duan, L., Lu, X., Sun, H., Jiang, T. Li, Y. (2016). Spatial difference analysis for accessibility to high level hospitals based on travel time in Shenzhen, China. *Habitat International*, 53: 485-494. <http://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.12.023>

- Curtis, C. y Scheurer, J. (2010). Planning for sustainable accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making. *Progress in Planning*, 74(2): 53-106. <http://doi.org/10.1016/j.progress.2010.05.001>
- D'Ercole, R. y Metzger, P. (2009). La vulnérabilité territoriale: une nouvelle approche des risques en milieu urbain. *Cybergeo*. <http://doi.org/10.4000/cybergeo.22022>
- Dadashpoor, H., Rostami, F. y Alizadeh, B. (2016). Is inequality in the distribution of urban facilities inequitable? Exploring a method for identifying spatial inequity in an Iranian city. *Cities*, 52: 159-172. <http://doi.org/10.1016/j.cities.2015.12.007>
- Delmelle, E. C. y Casas, I. (2012). Evaluating the spatial equity of bus rapid transit-based accessibility patterns in a developing country: The case of Cali, Colombia. *Transport Policy*, 20: 36-46. <http://doi.org/10.1016/j.tranpol.2011.12.001>
- Demoraes, F. (2004, July 5). Mobilité, enjeux et risques dans le District Métropolitain de Quito (Equateur). Université de Savoie. Recuperado de <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00007025/>
- Farber, S., Morang, M. Z. y Widener, M. J. (2014). Temporal variability in transit-based accessibility to supermarkets. *Applied Geography*, 53: 149-159. <http://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.06.012>
- Fransen, K., Neutens, T., De Maeyer, P. y Deruyter, G. (2015). A commuter-based two-step floating catchment area method for measuring spatial accessibility of daycare centers. *Health & Place*, 32: 65-73. <http://doi.org/10.1016/j.healthplace.2015.01.002>
- Garrocho, C. y Campos, J. (2006). Un indicador de accesibilidad a unidades de servicios clave para ciudades mexicanas: fundamentos, diseño y aplicación. *Economía, Sociedad y Territorio*, VI, 61. Recuperado de <http://core.kmi.open.ac.uk/download/pdf/5767109.pdf>
- Gregory, D. y Jhonton, R. (2011). *The Dictionary of Human Geography*. John Wiley & Sons. Recuperado de <https://bit.ly/3q9WxA5>
- Harvey, D. (1993). Class relations, social justice and the politics of difference. *Place and the Politics of Identity*, 41-66.
- Hawthorne, T. L. y Kwan, M.-P. (2013). Exploring the unequal landscapes of healthcare accessibility in lower-income urban neighborhoods through qualitative inquiry. *Geoforum*, 50: 97-106. <http://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.08.002>
- Hernandez, D. y Rossel, C. (2015). Inequality and access to social services in Latin America: space-time constraints of child health checkups and prenatal care in Montevideo. *Journal of Transport Geography*, 44: 24-32. <http://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.02.007>
- Higgs, G., Langford, M., y Norman, P. (2015). Accessibility to sport facilities in Wales: A GIS-based analysis of socio-economic variations in provision. *Geoforum*, 62: 105-120. <http://doi.org/10.1016/j.geoforum.2015.04.010>
- Horner, M. W., Duncan, M. D., Wood, B. S., Valdez-Torres, Y. y Stansbury, C. (2015). Do aging populations have differential accessibility to activities? Analyzing the spatial structure of social, professional, and business opportunities. *Travel Behaviour and Society*, 2(3): 182-191. <http://doi.org/10.1016/j.tbs.2015.03.002>
- INEC. (2010). VII Censo de Población y Vivienda 2010. Recuperado de www.ecuadorencifras.gob.ec
- Juan Gabriel Correa Parra. (2012). Metodología para determinar la accesibilidad de campamentos a equipamientos de educación, salud y seguridad en la Región Metropolitana.
- Kang, C.-D. (2015). The effects of spatial accessibility and centrality to land use on walking in Seoul, Korea. *Cities*, 46: 94-103. <http://doi.org/10.1016/j.cities.2015.05.006>
- Larco, N. (2016). Sustainable urban design - a (draft) framework. *Journal of Urban Design*, 21(1): 1-29. <http://doi.org/10.1080/13574809.2015.1071649>
- Li, H., Wang, Q., Shi, W., Deng, Z. y Wang, H. (2015). Residential clustering and spatial access to public services in Shanghai. *Habitat International*, 46: 119-129. <http://doi.org/10.1016/j.habitatint.2014.11.003>

- Lineberry, R. (1977). *Equality and urban policy : the distribution of municipal public services*. Beverly Hills: SAGE Publications.
- Marquet, O., & Miralles-Guasch, C. (2015). The Walkable city and the importance of the proximity environments for Barcelona's everyday mobility. *Cities*, 42: 258-266. <http://doi.org/10.1016/j.cities.2014.10.012>
- Mavoa, S., Witten, K., McCreanor, T. y O'Sullivan, D. (2012). GIS based destination accessibility via public transit and walking in Auckland, New Zealand. *Journal of Transport Geography*, 20(1): 15-22. <http://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.10.001>
- Miraglia, M., Caloni, N. y Buzai, G. (2015). *Sistemas de Información Geográfica en la investigación científica actual*.
- Mladenka, K. R. y Hill, K. Q. (1977). The Distribution of Benefits in an Urban Environment: Parks and Libraries in Houston. *Urban Affairs Review*, 13(1): 73-94. <http://doi.org/10.1177/107808747701300104>
- Moreno Jiménez, A. y Buzai, G. (2008). *Análisis y planificación de servicios colectivos con siste de información geográfica* (1st ed.). Madrid.
- Neutens, T. (2015). Accessibility, equity and health care: review and research directions for transport geographers. *Journal of Transport Geography*, 43: 14-27. <http://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.12.006>
- Neutens, T., Delafontaine, M., Scott, D. M., & De Maeyer, P. (2012). A GIS-based method to identify spatiotemporal gaps in public service delivery. *Applied Geography*, 32(2): 253-264. <http://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.05.006>
- Olivet, M., Aloy, J., Prat, E., & Pons, X. (2008). Oferta de servicios de salud y accesibilidad geográfica. *Medicina Clínica*, 131: 16-22. [http://doi.org/10.1016/S0025-7753\(08\)76470-4](http://doi.org/10.1016/S0025-7753(08)76470-4)
- Pacione, M. (1989). Access to urban services - the case of secondary schools in Glasgow. *Scottish Geographical Magazine*, 105(1): 12-18. <http://doi.org/10.1080/00369228918736746>
- Pacione, M. (2001). *Urban Geography*. (M. Pacione, Ed.) (3.a ed.). New York: Routledge.
- Remache Robayo, F. J. (2012, noviembre 1). Movilidad en el Distrito Metropolitano de Quito : análisis de la accesibilidad en la ciudad y su papel en el retorno al centro histórico. Quito : FLACSO Sede Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/5307>
- Reneland, M. (2000). Accessibility in Swedish towns. In K. Williams, E. Burton y M. Jenks (Eds.), *Achieving sustainable urban form* (pp. 131-138). London: Taylor & Francis Group.
- Rosero-Bixby, L. (2004). Spatial access to health care in Costa Rica and its equity: a GIS-based study. *Social Science & Medicine* (1982), 58(7): 1271-84. [http://doi.org/10.1016/S0277-9536\(03\)00322-8](http://doi.org/10.1016/S0277-9536(03)00322-8)
- Smith, D. (1973). *The geography of social well-being in the United States: An introduction to territorial social indicators*. McGrawHill.
- Tribby, C. P. y Zandbergen, P. A. (2012). High-resolution spatio-temporal modeling of public transit accessibility. *Applied Geography*, 34: 345-355. <http://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.12.008>
- Vergara, A., Gierhake, K., Jardón, C., Hernández Garcia, J., Vidal, A. y Carranza, E. (2015). Espacio público en Latinoamérica: de la fragmentación espacial y la segregación social hacia la cohesión territorial. Nuevos retos a viejos problemas. Recuperado de <http://www.econstor.eu/handle/10419/119871>
- Wang, H. (2013). Mapping Walking Accessibility, Bus Availability, and Car Dependence: A Case Study of Xiamen, China. In M. Kawakami (ed.), *Spatial Planning and Sustainable Development: Approaches for Achieving Sustainable Urban Form in Asian Cities, Strategies for Sustainability*. Springer Science+ Business Media Dordrecht. http://doi.org/10.1007/978-94-007-5922-0_14