

Evaluación de la habitabilidad en barrios. USO DE TÉCNICAS ALTERNATIVAS¹

EVALUATION OF HABITABILITY IN NEIGHBORHOODS.

Use of alternative techniques

AVALIAÇÃO DA HABILIDADE EM BAIRROS.

Uso de técnicas alternativas

EVALUATION DE L'HABILITÉ DANS LES QUARTIERS.

Utilisation de techniques
alternatives

Julieth Viviana Alfonso-Ávila²

Ingeniera en Transporte y Vías
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
julieth.alfonso@uptc.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-1670-7444>

Adriana del Pilar León-Rodríguez³

Ingeniera en Transporte y Vías
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
adriana.leono1@uptc.edu.co
<https://orcid.org/0000-0001-7934-9907>

Sonia Esperanza Díaz-Márquez⁴

Doctora en Gestión del Territorio
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
sonia.diaz@uptc.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-9557-2815>

Jorge Enrique Quevedo-Reyes⁵

Magíster en Ingeniería de Sistemas y Computación
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
jorge.quevedo@uptc.edu.co
<https://orcid.org/0000-0001-6380-0193>

Recibido: 23 de agosto de 2017

Aprobado: 21 de mayo de 2018

Cómo citar este artículo: ALFONSO-ÁVILA, J. V., et al. (2019). "Evaluación de la habitabilidad en barrios. Uso de técnicas alternativas". *Bitácora Urbano Territorial*, 29 (3): 69-78.
<https://doi.org/10.15446/bitacora.v29n3.67227>

- ¹ Proyecto de investigación de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- ² Ingeniera en Transporte y Vías de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, miembro del Grupo de Investigación y Desarrollo en Planeación y Operación del Transporte, *GISPORT*, y coordinadora del semillero de investigación de planeación del transporte. Ha participado como ponente y asistente en diferentes eventos de divulgación científica nacionales e internacionales en el área del transporte, el tránsito y el urbanismo.
- ³ Ingeniera en Transporte y Vías de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, miembro del Grupo de Investigación y Desarrollo en Planeación y Operación del Transporte, *GISPORT* y coordinadora del semillero de investigación de transporte y territorio. Ha participado como ponente y asistente en diversos eventos académicos a nivel nacional e internacional con productos de investigación en el área del transporte y el urbanismo.
- ⁴ Ingeniera en Transporte y Vías, Especialista en Transporte Urbano, Magíster en Proyecto del Territorio y Doctora en Gestión del Territorio. Docente-investigadora de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, decana de la Facultad de Ingeniería y coordinadora del semillero de investigación transporte y territorio del Grupo de Investigación y Desarrollo en Planeación y Operación del Transporte, *GISPORT*. Autora de diversas publicaciones sobre transporte y territorio, así como ponente en eventos académicos a nivel nacional e internacional.
- ⁵ Ingeniero de Sistemas y Computación, Especialista y Magíster en Ingeniería de Sistemas y Computación. Docente de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, y miembro del grupo de Investigación en Manejo de Información, *GIMI*. Autor de diversas publicaciones en revistas científicas sobre bases de datos, sistemas operativos y tecnologías en el manejo de la información, así como ponente en eventos académicos a nivel nacional e internacional.

Resumen

En la planificación de una ciudad se debe garantizar el diseño de barrios habitables, que cuenten con una jerarquización vial ordenada, zonas verdes suficientes y un espacio público adecuado, permitiendo la integración con las demás actividades de la ciudad. Sin embargo, cuando el barrio ya está construido, la acción del planificador se dirige a determinar su nivel de habitabilidad para establecer las necesidades de intervención. Así, el propósito de este artículo es evaluar la habitabilidad de barrios, considerando indicadores de movilidad y urbanismo, por medio del uso de técnicas no tradicionales en la ingeniería de transporte como la cartografía social, la observación aérea y una aplicación móvil (Mobydick). Para ello, se tomó como caso de estudio el barrio Asís en Tunja (Colombia). Como resultado, se evidenció que el uso simultáneo de técnicas interdisciplinarias complementa la evaluación de habitabilidad en una unidad funcional como el barrio, desde el punto de vista de la movilidad.

Palabras clave: habitabilidad, indicadores, barrio, Tunja, Colombia.

Resumo

No planejamento de uma cidade se deve garantir o desenho de bairros habitáveis, que contem com uma hierarquização de via pública ordenada, zonas verdes suficientes e espaço público adequado, permitindo, ao mesmo tempo, a integração com as demais atividades da cidade. Porém, quando o bairro já está construído, o trabalho do planejador se dirige a determinar o seu nível de habitabilidade, em termos do já exposto, para poder determinar a necessidade de intervenção. Assim, o objetivo deste artigo é avaliar a habitabilidade de bairros considerando indicadores de mobilidade e urbanismo, por meio do uso de técnicas não tradicionais em engenharia de transportes, como cartografia social, observação aérea e aplicação móvel (Mobydick). Para isso, o bairro de Asís em Tunja (Colômbia) foi tomado como um estudo de caso. Como resultado, evidenciou-se que o uso simultâneo de técnicas interdisciplinares complementa a avaliação da habitabilidade em uma unidade funcional como o bairro, do ponto de vista da mobilidade.

Palavras chave: habitabilidade, indicadores, bairro, Tunja, Colômbia.

Abstract

The design of habitable neighborhoods must be guaranteed within the planning of a city; which have an orderly road hierarchy, sufficient green areas and adequate public spaces, allowing, in turn, the integration with the rest of activities of the city. However, when the neighborhood is already built, the work of the planner is aimed at determining its habitability level, in terms of what has already been stated, in order to determine the need for intervention. Thus, the purpose of this article is to assess the habitability of neighborhoods considering mobility and urbanism indicators, through the use of non-traditional techniques in transport engineering such as social cartography, aerial observation and a mobile application (Mobydick). For this, the Asís neighborhood in Tunja (Colombia) was taken as a case study. As a result, it was evidenced that the simultaneous use of interdisciplinary techniques complements the evaluation of habitability in a functional unit such as the neighborhood, from the point of view of mobility.

Keywords: habitability, indicators, neighbourhood, Tunja, Colombia.

Résumé

Dans la planification d'une ville, la conception des quartiers habitables doit être garantie, avec une hiérarchie routière ordonnée, des espaces verts suffisants et un espace public adéquat, permettant une intégration avec les autres activités de la ville. Cependant, lorsque le quartier est déjà construit, l'action du planificateur consiste à déterminer son niveau d'habitabilité, à établir les besoins en matière d'intervention. L'objectif de cet article est donc d'évaluer l'habitabilité des quartiers en fonction d'indicateurs de mobilité et d'urbanisme, grâce à l'utilisation de techniques non traditionnelles en ingénierie des transports, telles que la cartographie sociale, l'observation aérienne et une application mobile (Mobydick). Pour cela, le quartier d'Asís à Tunja a été pris comme étude de cas. En conséquence, il a été démontré que l'utilisation simultanée de techniques interdisciplinaires complète l'évaluation de l'habitabilité dans une unité fonctionnelle telle que le voisinage, du point de vue de la mobilité.

Mots-clé: habitabilité, indicateurs, quartier, Tunja, Colombia.

Introducción

Para planificar el barrio acorde a las necesidades de los futuros residentes, con la gente y para la gente, se ha establecido que el planificador del siglo XXI otorgue prelación a la vida, luego al espacio público y, finalmente, a la infraestructura, realizando una diferenciación entre el espacio percibido y vivido por las personas que lo habitan, y el espacio concebido por los diversos planificadores que proponen e implementan las políticas. Así, el espacio público se caracteriza por la calle que configura el paisaje urbano y por los equipamientos, conformando una unidad interconectada que revitaliza diariamente la vida (Rueda, 2012).

Las estrategias de desarrollo urbano garantizan al individuo diversas alternativas para su desplazamiento, a la vez que facilitan la interacción (aceras peatonales, zonas de descanso, infraestructura para sentarse, entre otros), tal como lo plantea Jacobs (1961), quien recalca en la importancia de delimitar claramente el espacio público y el privado para garantizar el uso y la permanencia de los habitantes en cada uno. En este sentido, Gehl (2014) establece que los espacios y calles vivibles deben ser abordados como áreas multifuncionales que satisfagan la interacción social, el intercambio económico y la expresión cultural, traducidos, principalmente, en entender cómo la gente percibe y se enfrenta al entorno.

Con el fin de implementar estrategias que respondan a las necesidades de movilidad de un grupo y, por este medio, contribuir al mejoramiento de su calidad de vida es importante identificar cuáles son las actividades obligatorias y de entretenimiento que realiza, así como el modo de transporte que utiliza para desplazarse. Para el estudio de los patrones de comportamiento humano se han empleado diferentes técnicas, algunas desde el ámbito de la ingeniería del transporte, que permiten hacer un análisis cuantitativo de atributos tanto del individuo como de su entorno y caracterizar su comportamiento mediante patrones generalizables. El proceso se complementa con el uso de técnicas propias de la geografía y el urbanismo, que permiten la valoración cualitativa de atributos con respecto a la percepción del individuo.

En este marco, el objeto de la investigación es evaluar la habitabilidad en barrios con indicadores de movilidad y urbanismo, a partir de la aplicación de técnicas complementarias en el barrio Asís en Tunja (Colombia). A continuación, se presenta la revisión bibliográfica de la planificación urbana, la descripción de las técnicas alternativas utilizadas, el planteamiento metodológico, la caracterización y los resultados obtenidos a partir del caso estudio, y las conclusiones de la investigación.

Habitabilidad y movilidad urbana

La planificación urbana surgió como un mecanismo de análisis para la evaluación de las características del funcionamiento de las ciudades, con el propósito de plantear parámetros de diseño que permitan establecer una regulación urbana dinámica, atendiendo a las disparidades entre las características del desarrollo social y económico (Sánchez de Madariaga, 2009). La planificación urbana

consta de una serie de instrumentos técnicos y normativos para la regulación del uso del suelo, estableciendo su transformación o conservación en escenarios futuros. Así, se considera como una estrategia compleja de procesos en la gestión social de transformación del desarrollo urbano (Fernández, 2000).

Uno de los desafíos actualmente es la planeación de ciudades compactas orientadas al transporte público, promoviendo el uso de modos sostenibles, fomentando la conexión e interacción entre equipamientos, y los usos mixtos del suelo. Esta gestión, acompañada de políticas que estimulen la calidad y cantidad de espacios disponibles, la reducción de desplazamientos cotidianos a larga distancia y la creación de condiciones favorables para la movilidad en modos no motorizados, depende, en gran medida, de la escala de la ciudad y de la distribución espacial a nivel de barrio, comunidad o localidad. De este modo, el estudio de la relación entre el transporte, el espacio público y el desarrollo urbano es esencial (Navarro, et al., 2018).

Es importante contar con sistemas de transporte que satisfagan las necesidades de movilidad en los diferentes modos: tránsito peatonal, bicicleta, transporte público y automóvil, así como

con una infraestructura de transporte de alta calidad con accesibilidad adecuada a lugares como colegios, tiendas y lugares de trabajo (Handy y Clifton, 2001). Buchanan (1973) fue uno de los primeros urbanistas en destacar el vínculo complejo de la red de influencias interdependientes entre el transporte y la planificación urbana. Así, el transporte está interrelacionado de manera continua con el sistema económico, el entorno y el uso del suelo, lo que permite explicar, por ejemplo, cómo la dispersión de la dinámica urbana intensifica las problemáticas en el transporte, puesto que promueve viajes más largos. En este sentido, la ciudad es el lugar donde ocurren todas las relaciones sociales que el transporte restringe o promueve, según su grado de interacción en la dinámica de planificación y diseño de la misma (Borthagaray, 2009).

Por su parte, el objetivo del urbanismo es estructurar y ordenar un área de forma integral y funcional a partir de cambios sociales, económicos y culturales (Ornés, 2009), al igual que caracterizar las actividades en el espacio, la interacción de la persona con su entorno, la conexión a través de los sistemas de transporte y la distribución de los diversos equipamientos, considerando los aspectos de zonificación, movilidad, actividad residencial y desvinculamiento social en la planificación urbana (Lusry-Abulatif, 2017). Por consiguiente, será conveniente entender el desarrollo de la ciudad y el comportamiento de las personas que la habitan, teniendo en cuenta los recursos disponibles, la provisión de dotaciones, los espacios públicos, los equipamientos complementarios, el crecimiento urbano, el desarrollo de la infraestructura, la gestión del transporte y la planificación de la movilidad.

La ciudad es una de las escalas de planificación urbana a nivel macro, en este sentido, el barrio es una unidad de urbanismo menor que tiene una dinámica de interrelación entre los individuos más notable. A continuación, se presenta una descripción tanto de los barrios habitables, como de los indicadores que permiten evaluar esta condición.

Barrios habitables en torno a la movilidad

La Agencia de Ecología Urbana de Barcelona y la Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible (Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, 2009) plantean que el modelo que mejor se ajusta al principio de habitabilidad urbana es la ciudad compacta en su morfología, compleja en su distribución, eficiente, densificada y cohesionada socialmente, todo esto con el propósito de establecer estrategias que transformen los lugares en espacios habitables. Es decir, entornos que garanticen la apropiación e interacción del individuo, con dotaciones, servicios accesibles y modos de transporte sostenibles, integrando aspectos urbano ambientales, servicios y equipamientos (Discoli, et al., 2010). En este sentido, Jacobs (1961) considera que la habitabilidad radica en promover la diversidad y la comunicación de la comunidad mediante usos mixtos del suelo y espacios públicos agradables que otorguen zonas verdes, las cuales no solo influyen en la configuración y habitabilidad de los espacios públicos, sino en el incremento de la calidad de vida de los habitantes de una ciudad (Navarro, et al., 2018).

De acuerdo con Lynch (1998), el barrio es una zona urbana en la que el caminante puede transitar de forma segura, cómoda, confiable y visible, un elemento fundamental en la experiencia de la vida en la ciudad. También lo describe como una unidad temática homogénea (textura, espacios, actividades, entre otros) que contrasta con la urbe circundante, reconocido e interpretado por los habitantes a partir de la apariencia, la legibilidad y la imagen. Masterman y Heritage-Brand (2017) definen el barrio como aquel espacio con garantías de acceso a la infraestructura social (colegios, estaciones de transporte público, hospitales, lugares de trabajo, entre otros), y con usos de suelo mixto y equilibrados (zonas verdes, transporte, espacios públicos, servicios, entre otros). De otra parte, el barrio también se conceptualiza como un territorio de identificación cultural, social y familiar que se transforma en un punto de anclaje desde el cual los individuos perciben y viven la ciudad (Lazo y Calderón, 2014), y se enmarca en una unidad de un kilómetro cuadrado, garantizando la caminata del centro a los extremos en un tiempo máximo de cinco minutos (Gehl, 2014; Project for Public Spaces, 2012). En términos urbanísticos y de movilidad, Perry (1929) planteó que el barrio es una unidad vecinal, partiendo del concepto de un área residencial con 5.000 a 6.000 habitantes, capaz de necesitar un equipamiento educativo, y con una extensión y configuración en la que los estudiantes realizan desplazamientos inferiores a los 400 metros. El 10% de su superficie está destinada a zonas verdes y de recreación, las calles internas son para uso exclusivo de los residentes del barrio y la circulación vehicular ocurre en la periferia.

Para que esta unidad funcional de la ciudad pueda satisfacer las necesidades de sus residentes, se esperaría que la infraestructura urbana responda a las expectativas de las personas. Project for Public Spaces (2012) establece que algunas de las características que hacen a un barrio habitable son la presencia de equipamientos comerciales, educativos y de salud, mobiliario urbano, espacios públicos y zonas verdes agradables que promuevan la sociabilidad, y proporcionen diversas actividades de educación, cultura y entretenimiento. Así mismo, el barrio debe contar con infraestructuras y sistemas que permitan la movilidad (infraestructura vial, paraderos

del transporte público, entre otros), por lo tanto, el desarrollo del barrio está estrechamente ligado a los atributos que vinculan al sistema de transporte con la satisfacción de la necesidad de movilidad, la cual es generada por el sistema de actividades y este, a su vez, por la estructuración de los usos del suelo.

La infraestructura de un barrio se compone de unidades residenciales, red vial, espacios públicos, áreas de comercio, zonas de integración de la comunidad, instituciones educativas, instalaciones de salud, entre otros (Huang, et al., 2015). Estos últimos, son espacios abiertos al público que generan interacción social, presentan múltiples usos y promueven diversidad de actividades (Gehl, 2014).

Indicadores de habitabilidad

A partir de la evaluación de indicadores se han propuesto enfoques nuevos de planificación y gestión en movilidad, transporte y urbanismo que, según Hermida, et al. (2015), garantizan a los usuarios compartir una base común de información explicada, procesada y contextualizada, permitiendo la definición de estrategias con relación al grado de intervención, apropiación y participación en el entorno. Estos también facilitan el proceso de medición de componentes como la infraestructura para el transporte, la logística de la movilidad, el espacio público, los usos del suelo, entre otros. Así, la evaluación del comportamiento, el nivel de calidad de vida y la satisfacción de las necesidades de movilidad alcanzados por los individuos ponen de manifiesto la relevancia de implementar mecanismos de medición que validen las condiciones de habitabilidad en las que se encuentran (Hernández-Carrillo y Velásquez-Rodríguez, 2014).

Con relación a la valoración del sistema de transporte, los equipamientos urbanos, los servicios y los espacios, Hermida, et al. (2015) plantean los siguientes indicadores: densidad residencial y porcentaje de espacio público, accesibilidad y proximidad al transporte no motorizado, continuidad de los tramos viales, accesibilidad a superficie verde y proximidad entre equipamientos. Así mismo, el Gobierno Vasco (2003) establece la importancia de los espacios públicos utilizando indicadores, tales como: proximidad y accesibilidad a espacios públicos, en función del tiempo de viaje requerido, respecto al centro geográfico del barrio, cantidad de mobiliario urbano, extensión de la zona verde y compacidad urbana. De esta forma, la evaluación de un barrio desde el punto de vista de la movilidad y el urbanismo debe contemplar aspectos de la morfología urbana, los servicios, la biodiversidad y la cohesión social, promoviendo un equilibrio entre la economía, la sociedad y el medio ambiente.

La Agencia de Ecología Urbana de Barcelona (2009) menciona que la habitabilidad en los barrios considera una cohesión entre el espacio urbanizado, el espacio no urbanizado, el espacio verde y las diferentes conexiones, estableciendo los siguientes criterios para su medición: la densidad y la compacidad de las viviendas, el reparto viario, el espacio para peatones y ciclistas, la proximidad a infraestructura de transporte, la continuidad espacial y funcional de la calle, los impactos energéticos del medio ambiente, y la proximidad a equipamientos y servicios básicos. En este sentido, la National Association of City Transportation

Officials (2013) y el Project for Public Spaces (2012) postulan aspectos para evaluar la habitabilidad en las ciudades como: la seguridad vial, la cantidad y calidad de espacios disponibles, los recursos necesarios para promover el desarrollo de actividades cívicas, sociales y comerciales, el medio ambiente para incorporar actividades como caminar o utilizar una bicicleta, la productividad económica vinculada al flujo de peatones por zonas comerciales e industriales, la eficiencia del sistema de transporte, el nivel de uso de la infraestructura de transporte, la conexión entre equipamientos urbanos y la sociabilidad.

Estos indicadores se estiman a partir de estudios en ingeniería de transporte, que incluyen conteos vehiculares y peatonales, encuestas, inventarios de usos de suelo, entre otros (Gobierno Vasco, 2003), y del análisis de la habitabilidad del barrio, como censos poblacionales, entrevistas y trabajo de campo (Zulaica y Rampoldi Aguilar, 2009), los cuales permiten pronosticar las condiciones futuras con base en las características actuales (Torres, Greene y Ortúzar, 2013). Sin embargo, esas técnicas requieren altas inversiones monetarias y humanas (Pineda, Schwarz y Godoy, 2015), y tiempos prolongados para el tratamiento de los datos, con la limitante de que la información pierde vigencia rápidamente (Hernández y Witter, 2011), lo que las hacen ineficiente para la medición de la habitabilidad.

Técnicas alternativas en ingeniería de transporte

Como técnicas alternativas, esta investigación propone la observación aérea con drones, las aplicaciones móviles y la cartografía social. Esta última resulta muy valiosa para comprender la movilidad desde el grado de apropiación territorial del individuo y su vínculo con la proximidad (Lazo y Calderón, 2014).

Observación aérea

La observación aérea con dron, una aeronave no tripulada, se usa en diferentes ámbitos de la ingeniería y otras áreas del conocimiento como: la arquitectura (Serna Prieto, 2015), la biología (Schiffman, 2014), la logística de mercancías (Romero Campos, 2015), el comportamiento peatonal (Legua Landeo y Sabino González, 2016), la agricultura (Kavoosi, et al., 2018), las operaciones de rescate (Rabta, Wankmüller y Reiner, 2018; Karaca, et al., 2018), entre otras. La funcionalidad del dron está dada por su tamaño y peso reducido, su facilidad de manejo, y la versatilidad y diversidad en el mercado, siendo una herramienta no intrusiva con el entorno que permite la evaluación de las características del territorio y del comportamiento humano.

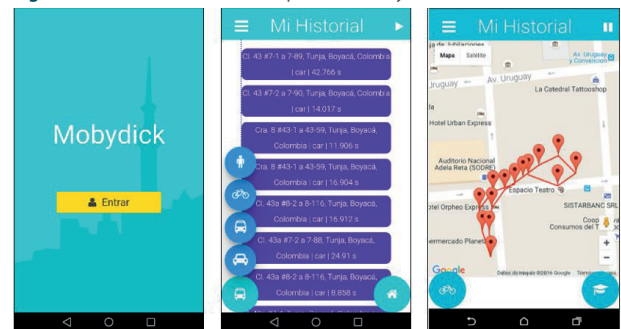
Aplicación móvil

Anapolsky, Ponieman y Lang (2014) plantean que el desarrollo de nuevas tecnologías en la planificación urbana y el transporte genera nuevas oportunidades para analizar y comprender eficazmente las ciudades. Entre ellas, se destacan los teléfonos celulares,

dotados con herramientas como GPS (posición geográfica), acelerómetro (velocidad del usuario), podómetro (número de pasos), entre otros (Asakura, Hato y Maruyama, 2014; Goel, Findlater y Wobbrock, 2012). En los estudios de movilidad, la telefonía móvil permite establecer la ruta más corta entre un punto y otro, y la duración del viaje, proveer información acerca de las eventualidades en el tránsito, la disponibilidad de líneas del transporte público, la trazabilidad del viaje y el cálculo de la velocidad de desplazamiento (Akin y Sisiopiku, 2002).

Quevedo Reyes, Vega Báez y Fonseca Barinas (2017a, 2017b) desarrollaron una aplicación móvil, Mobydick, que permite obtener información de tránsito y transporte haciendo uso del acelerómetro y el GPS, garantizando la marcación de tiempo (fecha, hora, minuto), posición (latitud, longitud), modo de transporte (peatonal, bicicleta, bus, taxi, automóvil) y motivo de viaje (trabajo, trámites, compras, recreación, salud, estudio), así como nombre, edad, género, rango salarial, formación académica, actividad principal (estudiante, empleado, independiente, ama de casa, jubilado, otro), información brindada por el portador del dispositivo, quien tiene una interacción sencilla con la aplicación móvil. De esta manera, durante un recorrido, la aplicación del teléfono reconoce automáticamente la posición del usuario cada 20 metros y lo registra sin necesidad de su manipulación (Figura 1).

Figura 1. Interfaz de usuario de la aplicación Mobydick



Fuente: Quevedo Reyes, Vega Báez y Fonseca Barinas (2017a).

Cartografía social

La cartografía social es un instrumento de participación ciudadana para representar percepciones sobre el territorio, basadas en las vivencias cotidianas de los individuos. Se enfoca en la identificación de un territorio mediante la interacción visual, escrita y oral con un mapa, permitiendo la evaluación de parámetros como la movilidad, los espacios públicos, los equipamientos urbanos, entre otros. Appleyard y Lintell (1972) fueron pioneros en el uso del mapeo como herramienta de investigación en transporte y planificación, identificando que los mapas son efectivos para que las personas expresen libremente su opinión.

La cartografía se vale de coremas y narraciones que permiten caracterizar las sensaciones y percepciones sociales sobre un espacio geográfico dado, constituyéndose como un elemento imprescindible para la valoración del territorio, ya que, como lo destacó Martínez Valle (2012: 6), "una buena lectura del territorio

requiere disponer de un lente social adecuado que permita mirar los procesos sociales en su dinámica, es decir, dentro del campo social en el que se desenvuelven". En este sentido, la cartografía social es un método donde la ciudad se configura en imágenes a través de la descripción de los diferentes espacios (Lynch, 1998), por lo que incorpora a la comunidad en la transformación del entorno y permite la definición de pilares esenciales en la planificación (Niño Orjuela y Vargas Montañez, 2016).

Metodología

Esta investigación evalúa por medio de un enfoque cualitativo y cuantitativo la habitabilidad de un barrio, proporcionada por el sistema de transporte, los equipamientos urbanos, los servicios y los espacios públicos. Para eso, la metodología implementada incluyó:

- Observación aérea, con la cual se debe garantizar un número de vuelos que permita una cobertura de toda el área analizada, identificando las condiciones de su espacio físico.
- Aplicación para teléfonos móviles o instrumentos similares que brinden una caracterización del individuo y sus viajes, siendo relevante la representatividad de la muestra.
- Cartografía social aplicada de manera individual o grupal para discernir sobre el comportamiento de los residentes del barrio, enmarcados en el análisis de la habitabilidad urbana.

Para la valoración de la habitabilidad se utilizaron seis indicadores de movilidad y urbanismo:

- Movilidad local y transporte de pasajeros. Caracteriza la movilidad y el transporte de las personas, estableciendo la proporción de viajes en modos de transporte sostenibles (indicador evaluado con la aplicación móvil).
- Distribución de la superficie dedicada a infraestructura de transporte. Evalúa la equidad en la dotación de la infraestructura para los diversos modos de transporte a partir de la proporción de la superficie destinada a cada modo (indicador evaluado con la cartografía social y la observación aérea).
- Accesibilidad al espacio de tránsito peatonal. Valora las condiciones de las aceras para el tránsito peatonal, considerando parámetros de evaluación óptimos como el ancho efectivo de la acera (mínimo de 2 metros) y la pendiente longitudinal (inferior a 5%) (indicador evaluado con la cartografía social y mediciones en campo).
- Continuidad espacial y funcional de la calle. Mide la interacción en tramos viales mediante el espacio destinado al desplazamiento peatonal y la densidad de actividades, posee una escala de interacción con niveles alto, medio y baja (indicador evaluado con la cartografía social y la observación aérea).
- Proximidad a redes de transporte alternativo. Evalúa la accesibilidad de los habitantes del barrio, en un radio de 250 metros, a dos o más redes de transporte (indicador evaluado con la observación aérea y la cartografía social).
- Accesibilidad de equipamientos. Determina la equidad en el acceso a diversos servicios en un radio de 500 metros (indicador evaluado con la cartografía social).

Tabla 1. Indicadores de movilidad y urbanismo, y parámetro de cálculo para la valoración de la habitabilidad

INDICADOR	PARÁMETRO DE CÁLCULO
Movilidad local y transporte de pasajeros	Número de desplazamientos diarios por habitante. Distancia media de viaje. Duración media del viaje. Motivo de desplazamiento. Modo de transporte empleado.
Distribución de la superficie dedicada a las infraestructuras de transporte	Modos de transporte: peatón, bicicleta, transporte público colectivo urbano, automóvil.
Accesibilidad al espacio de tránsito peatonal	Nivel de satisfacción del residente con las aceras del barrio. Ancho efectivo y la pendiente longitudinal de aceras.
Continuidad espacial y funcional de la calle	En tramos de 100 metros de calle se mide: Porcentaje de la calle destinado al peatón. Interacción alta: $x > 75\%$ Interacción media: $25\% < x < 75\%$ Interacción baja: $x < 25\%$ Cantidad de actividades o equipamientos por tramo. Mínimo 5 1 0
Proximidad a redes de transporte alternativo	(*) Hay acceso si la red del modo de transporte está a máximo 250 metros del lugar de residencia
Accesibilidad de equipamientos	(*) Hay acceso si el residente, en un radio de 500 metros desde su lugar de residencia, consideró la presencia del equipamiento

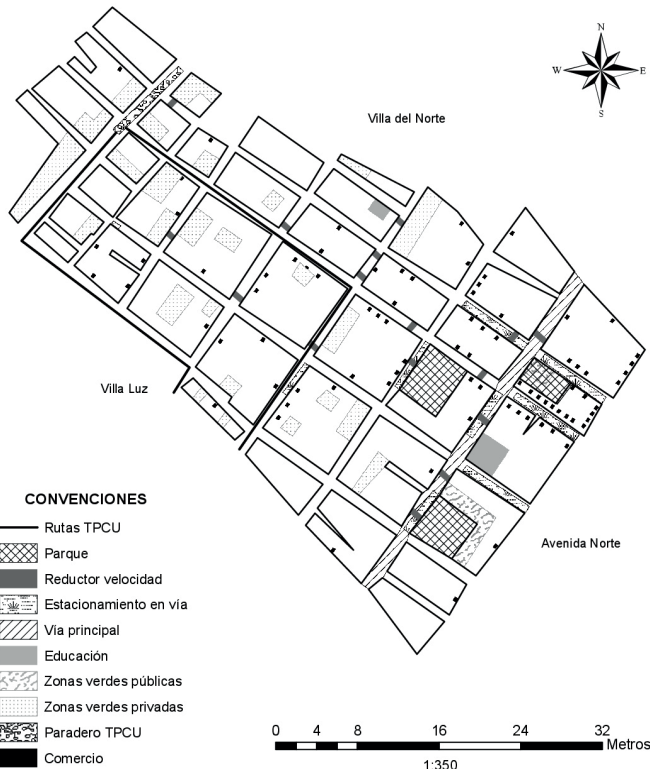
Fuente: elaboración propia a partir de Hermida, et al. (2015).

Caso de estudio: barrio Asís en Tunja (Colombia)

El área geográfica considerada para evaluar la habitabilidad fue el barrio Asís, localizado en la zona noroccidental de Tunja (Colombia), y construido en 1968 con una parcelación rectangular estricta que permanece vigente en la actualidad (Universidad Nacional de Colombia, 2013). Según Hidalgo Guerrero (2010), el barrio Asís cuenta con 416 viviendas para el año 2005, con una densidad promedio de 24 viviendas por hectárea, siendo la vivienda unifamiliar de dos plantas con espacio destinado a zona comercial o garaje la más representativa en el barrio. Cerca del 97% de los predios tiene un avalúo inferior a USD \$34.000. La edad predominante de los habitantes del barrio está en un rango de 25 a 50 años (42%), seguido por los individuos entre 17 y 24 años (15%). Las actividades principales de los residentes del barrio son el estudio (40%) y el trabajo (30%). El 51% de los hogares tiene ingresos mensuales bajos, entre USD \$170 y USD \$340.

El 60% del uso del suelo en el barrio corresponde a parcelas unifamiliares, el 21% a red vial, el 12% a equipamiento público, el 5% a aceras y sólo el 2% a zonas verdes públicas. El 33% de la malla vial tiene pavimento asfáltico bueno, el 26% tiene pavimento asfáltico regular, el 14% tiene pavimento de adoquín regular, el 6% concreto regular y el 21% está sin pavimentar. El barrio limita con la avenida Norte, arteria principal de la ciudad, la cual tiene dos carriles por calzada y un separador central, y presenta un alto flujo tanto vehicular como peatonal (Figura 2).

Figura 2. Morfología urbana del barrio Asís en Tunja



Fuente: elaboración propia con base en Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (2012) y resultados de la observación aérea.

Aplicación de técnicas

En la observación aérea se utilizó el dron DJI Phantom 2, que tiene una cámara GoPro Hero 4 para la captura de videos panorámicos en tiempo real. La aeronave fue controlada por un operario a una distancia máxima de 1000 metros y se desarrollaron dos vuelos en el barrio, con una duración de 15 minutos cada uno.

Se capacitó a 308 residentes del barrio (muestra con un nivel de confianza del 95%) en el manejo de la aplicación móvil, con lo cual se registró información de 4100 viajes durante cinco días hábiles.

El ejercicio de cartografía social se realizó a nivel individual con las mismas personas que utilizaron la aplicación móvil. Para ello, se utilizó el mapa de morfología urbana construido a partir de los videos capturados por el dron, sobre el cual los individuos disponían de una serie de coremas o símbolos correlacionados con las necesidades, percepciones, atributos del sistema de transporte y equipamientos urbanos de Asís (Figura 3).

Resultados

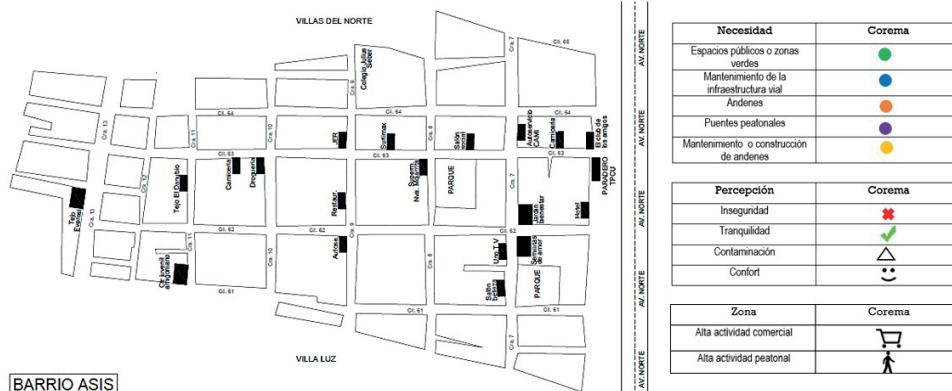
A partir de la evaluación de los indicadores (Tabla 1) se obtuvieron los siguientes resultados: un residente del barrio Asís realiza en promedio 2.89 viajes en un día hábil, con una distancia media recorrida de 3.85 kilómetros y una duración media de 19.13 minutos. La preferencia de los residentes por modos de transporte son el transporte público colectivo urbano y a pie, con una proporción de 41% y 36%, respectivamente, y los motivos predominantes de los viajes son estudio y trabajo.

En la distribución de la superficie por modo de transporte se identificó que la bicicleta cuenta con un 0%, el transporte público colectivo urbano con 14.3%, el peatón con 21.4% y el automóvil con 64.3%.

Por otra parte, los residentes perciben las condiciones de accesibilidad al espacio de tránsito peatonal como aceptables en cercanías a la avenida Norte y destacan deficiencia en las condiciones de mantenimiento de las aceras en la zona occidental del barrio. Alrededor del 80% de los peatones no hacen uso de las aceras, realizando sus desplazamientos por la calzada vehicular. Mediante una observación directa, se identificó que ninguna acera cuenta con un ancho efectivo igual o superior a 2 metros, y predominan tramos con pendiente longitudinal igual o inferior a 5%.

En la continuidad espacial y funcional de la calle, los residentes perciben una alta actividad comercial y peatonal en todo el barrio, sin embargo, algunos mencionan mayor densificación comercial en la zona colindante con la avenida Norte. La interacción entre el tránsito peatonal y la presencia de actividades es alta en cercanías a la Avenida con un 76.4%, mientras que en zonas apartadas a esta se

Figura 3. Esquema empleado en el estudio de cartografía social



Fuente: elaboración propia.

identificó una interacción media con tan sólo 26.2%. El barrio tiene una o más actividades cada 20 metros, y un flujo peatonal alto.

En la proximidad a las redes de transporte alternativo (transporte público, infraestructura para bicicletas y aceras), considerando un radio de cobertura de 250 metros, el 100% de la población cuenta con acceso tanto a aceras como a la red de transporte público colectivo, aunque no existe infraestructura para bicicletas. Sin embargo, los residentes prefieren utilizar las rutas que circulan por la avenida Norte debido a la alta frecuencia y a la diversidad de itinerarios, ubicada a 500 metros del centro geográfico del barrio. También, se identifica que la infraestructura vial utilizada por el transporte público urbano no es adecuada, debido, en parte, a la inexistencia de paraderos señalizados dentro del barrio.

La percepción de accesibilidad a equipamientos se evaluó en un radio de 500 metros, en función de la localización de la residencia de cada habitante, encontrando que los encuestados percibieron accesibles los equipamientos de educación y comercio, y no accesibles los equipamientos de salud, recreación y la estación de policía.

De acuerdo con lo anterior, se deduce que el barrio Asís no cuenta con las características adecuadas para ser considerado habitable. A pesar de que existen espacios públicos y equipamientos (educación y comercio) accesibles, como afirman los residentes, no se observa vida social en las calles, ni permanencia de personas en los espacios públicos, algo relevante en la dinámica de barrio (Jacobs, 1961). Por otra parte, aunque el barrio cuenta con la accesibilidad recomendada para la infraestructura del transporte público y peatonal (máximo 500 metros), los habitantes perciben inequidad en la dotación de infraestructura para los diversos modos de transporte, con una mayor superficie destinada al desplazamiento de autos, deficiencia en la calidad de la infraestructura de la red peatonal e inexistencia de infraestructura para bicicletas.

Conclusiones

Con cada una de las técnicas usadas se obtiene información particular para la medición de los indicadores de movilidad y urbanismo, identificando que el uso simultáneo de diferentes técnicas alternativas brinda un aporte significativo a los estudios de habitabilidad desde el punto de vista de la movilidad.

La cartografía social facilitó el estudio y análisis del comportamiento a escala humana, identificando percepciones valiosas de los residentes con relación a su entorno. Al respecto, en futuros proyectos es válido hacer uso de la técnica de forma grupal, esperando obtener mayor información con el planteamiento de temáticas diferentes a las presentadas en el mapeo, ya que, al hacer el ejercicio de forma individual, las personas se limitan a responder lo cuestionado.

La observación aérea permitió reconocer el espacio concebido y vivido, otorgando la posibilidad de identificar situaciones dinámicas (peatones y estado operacional de intersecciones) y estáticas (localización de actividades), siendo la principal ventaja permitir el análisis en tiempo real de los movimientos y de las actividades que se desarrollan en un lugar. Sin embargo, el uso del dron presenta restricciones para el análisis de un área geográfica extensa debido a su autonomía limitada y al tiempo de vuelo reducido.

La telefonía móvil facilitó la identificación de la información relacionada con los patrones de viaje y las características de los usuarios, simplificando la labor de recolección de datos al ser un mecanismo no intrusivo y de fácil manejo. Por otra parte, en lo que respecta a la usabilidad de la aplicación móvil, es importante brindar una asesoría adecuada con respecto al manejo y reconocimiento de la interfaz, encontrando como limitante la segregación de la muestra, ya que el estudio sólo puede realizarse con usuarios que posean un teléfono inteligente.

En la determinación de la habitabilidad de un barrio es importante analizar el espacio en sus tres acepciones: percibido, vivido y concebido, ya que está directamente relacionado con atributos del transporte y del urbanismo como la accesibilidad, la distribución y la proximidad a equipamientos e infraestructura de transporte, la funcionalidad de los tramos viales y, en general, las características de movilidad de los residentes, porque, como afirma Moreno (2008), la habitabilidad condiciona la calidad de vida en el espacio urbano. De esta forma, es importante mencionar que se deben incluir tres factores básicos en el análisis integral de un barrio: las percepciones y necesidades de los individuos, la infraestructura adecuada para sus desplazamientos y la localización de actividades, equipamientos y dotaciones que satisfagan esas necesidades. **IB**

Bibliografía

- AGENCIA DE ECOLOGÍA URBANA DE BARCELONA. (2009). *Indicadores de urbanismo*. Barcelona: Agencia de Ecología Urbana de Barcelona.
- AKIN, D. y SISOPIKU, V. P. (2002). "Estimating origin-destination matrices using location information from cell phones". Puerto Rico, ponencia presentada en el 49th Annual North America Meetings of the Regional Science Association International.
- ANAPOLSKY, S., PONIEMAN, N. y LANG, C. (2014). "Exploración y análisis de datos de telefonía celular para estudiar comportamientos de movilidad en la ciudad de Buenos Aires". Rosario, ponencia presentada en el XVIII Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano (CLATPU).
- APPLEYARD, D. y LINTELL, M. (1972). "The environmental quality of city streets: the residents' viewpoint". *Journal of the American Planning Association*, 35: 84-101. <https://doi.org/10.1080/01944367208977410>
- ASAKURA, Y., HATO, E. y MARUYAMA, T. (2014). "Behavioural data collection using mobile phones". En: S. Rasouli y H. Timmermans (eds.), *Mobile technologies for Activity-travel data collection and analysis*. Hershey: IGI Global, pp. 17-35. <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-4666-6170-7.ch002>
- BORTHAGARAY, A. (2009). *Ganar la calle. Compartir sin dividir*. Buenos Aires: Infinito.
- BUCHANAN, C. (1973). *El tráfico en las ciudades*. Madrid: Tecnos.
- DISCOLI, C., et al. (2010). "Metodología para la evaluación de la calidad de vida urbana". *Bitácora Urbano Territorial*, 2 (17): 95-112. Consultado en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/articulo/view/18895>
- FERNÁNDEZ, J. (2000). *Valladolid, de la ciudad a la aglomeración*. Barcelona: Ariel.
- GEHL, J. (2014). *Ciudades para la gente*. Buenos Aires: Infinito.
- GOBIERNO VASCO. (2003). *Indicadores de agenda local 21: guía metodológica para el cálculo de indicadores de sostenibilidad local en la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Vitoria: Gobierno Vasco, IHOBE - Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Consultado en: <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0652438.pdf>
- GOEL, M., FINDLATER, L. y WOBROCK, J. (2012). "WalkType: using accelerometer data to accommodate situational impairments in mobile touch screen text entry". Austin, ponencia presentada en Annual Conference on Human Factors in Computing Systems. <https://doi.org/10.1145/2207676.2208662>
- HANDY, S. y CLIFTON, K. (2001). "Evaluating neighborhood accessibility: possibilities and practicalities". *Journal of Transportation and Statistics*, 4: 67-78. Consultado en: http://www.des.ucdavis.edu/faculty/handy/JTS_paper.pdf
- HERMIDA, A., et al. (2015). *La ciudad es esto. Medición y representación espacial para ciudades compactas y sustentables*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- HERNÁNDEZ, D. y WITTER, R. (2011). "Entre la ingeniería y la antropología: Hacia un sistema de indicadores integrado sobre transporte público y movilidad". *Transporte y Territorio*, 4: 29-46. Consultado en: <http://revistascientificas.filo.uba.ar/index.php/rtt/article/view/255>
- HERNÁNDEZ-CARRILLO, G. y VELÁSQUEZ-RODRÍGUEZ, S. (2014). "Vivienda y calidad de vida. Medición del hábitat social en el México Occidental". *Bitácora Urbano Territorial*, 24 (1): 142-158. Consultado en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/view/31463>
- HIDALGO GUERRERO, A. (2010). *Morfología y actores urbanos, formas de crecimiento en la periferia urbana, caso Tunja-Boyacá*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, tesis para optar al grado de Doctor del programa Periferia, Sostenibilidad y Vitalidad Urbana.
- HUANG, C. C., et al. (2015). *12 green guidelines. CDBC'S green and smart urban development guidelines*. Beijing: China Development Bank Capital. Consultado en: <https://energyinnovation.org/wp-content/uploads/2015/12/12-Green-Guidelines.pdf>
- JACOBS, J. (1961). *The death and life of great American cities*. New York: Random House.
- KARACA, Y., et al. (2018). "The potential use of unmanned aircraft systems (drones) in mountain search and rescue operations". *The American Journal of Emergency Medicine*, 36 (4): 583-588. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2017.09.025>
- KAVOOSI, Z., et al. (2018). "Feasibility of satellite and drone images for monitoring soil residue cover". *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2018.06.001>
- LAZO, A. y CALDERÓN, R. (2014). "Los anclajes en la proximidad y la movilidad cotidiana. Retrato de tres barrios de la ciudad de Santiago de Chile". *Eure*, 40 (121): 121-140. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612014000300006>
- LEGUA LANDEO, G. S. y SABINO GONZÁLEZ, M. G. (2016). *Estudio de vida pública y microsimulación peatonal en la vía PUCP, mediante observación directa, drones y Viswalk*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, tesis para optar al título de Ingeniero civil. Consultado en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7607>
- LUSRY-ABULATIF, L. (2017). "A transformação urbana de Bogotá: análise de processos de planejamento e gestão urbana". *Bitácora Urbano Territorial*, 27 (1): 17-26. <http://dx.doi.org/10.15446/bitacora.v27n1.49734>
- LYNCH, K. (1998). *The image of the city*. Londres: MIT Press.
- MARTÍNEZ VALLE, L. (2012). "Apuntes para pensar el territorio desde una dimensión social". *Ciencias Sociales Unisinos*, 48 (1): 12-18. <http://dx.doi.org/10.4013/csu.2012.48.1.02>
- MASTERMAN, V. y HERITAGE-BRAND, L. (2017). "Urban Oasis: an integrated water shelter and city-scape beacon". *The Journal of Public Space*, 2 (1): 135-146. <https://doi.org/10.5204/jps.v2i1.56>
- MORENO, S. (2008). "La habitabilidad urbana como condición de calidad de vida". *Palapa*, 3 (2): 47-54. Consultado en: <https://www.redalyc.org/pdf/948/94814774007.pdf>
- NATIONAL ASSOCIATION OF CITY TRANSPORTATION OFFICIALS. (2013). *Urban street design guide*. Nueva York: NACTO.
- NAVARRO, I., et al. (2018). "Transporte y su integración con el entorno urbano: ¿cómo incorporamos los beneficios de elementos urbanos en la evaluación de proyectos de transporte?". *Eure*, 44 (132): 133-151. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612018000200135>
- NIÑO ORJUELA, Y. y VARGAS MONTAÑEZ, E. (2016). *El mapeo colectivo como estrategia pedagógica y cartográfica para el conocimiento territorial*. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, trabajo de grado para optar al título de Licenciado en Ciencias Sociales.
- ORNÉS, S. (2009). "El urbanismo, la planificación urbana y el ordenamiento territorial desde la perspectiva del derecho urbanístico venezolano". *Politeia*, 42 (32): 197-225. Consultado en: <https://www.redalyc.org/html/1700/170014942008/>
- PERRY, C. (1929). *The neighborhood unit, a scheme of arrangement for the family-life community*. New York: Regional New York and its Environs.
- PINEDA, C., SCHWARZ, D. y GODOY, E. (2015). "Comparación y validación de matrices origen-destino de viajes en Metro de Santiago obtenidos a partir de encuestas y de transacciones de pago". *Ingeniería de Transporte*, 19 (1): 55-72. Consultado en: <http://www.ingenieriadetransporte.org/index.php/sochitrn/article/view/143/83>
- PROJECT FOR PUBLIC SPACES. (2012). *Placemaking and the future of Cities*. UN-HABITAT. Consultado en: https://daks2k3a4ib2z.cloudfront.net/5810e16fb876cec6bcbd86e/59f1fb530aad1d00010a6186_PPS-Placemaking-and-the-Future-of-Cities.pdf
- QUEVEDO REYES, J. E., VEGA BÁEZ, L. A. y FONSECA BARINAS, I. F. (2017b). "Tecnologías CDR y teléfonos inteligentes para la captura de datos de movilidad". *Ventana informática*, 36. <https://doi.org/10.30554/ventanainform.36.2386.2017>
- QUEVEDO REYES, J. E., VEGA BÁEZ, L. A. y FONSECA BARINAS, I. F. (2017a). "Desarrollo de una aplicación móvil para recolección de datos de movilidad urbana".

- Ingenio Magno*, 8 (1): 76-90. Consultado en: <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingeniomagno/article/view/1390>
- RABTA, B., WANKMÜLLER, C. y REINER, G. (2018). "A drone fleet model for last-mile distribution in a disaster relief operations". *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 28: 107-112. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.02.020>
- ROMERO CAMPOS, J. A. (2015). *Uso de drones en logística para entrega de mercancías. Ensayo de grado en la especialización en administración aeronáutica y aeroespacial*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, trabajo de grado para optar al título de Especialista en Administración Aeronáutica y Aeroespacial. Consultado en: <https://pdfs.semanticscholar.org/59e4/6cd264db2060570c7dd816140c6468a65644.pdf>
- RUEDA, S. (2012). *El urbanismo ecológico: su aplicación en el diseño de un ecobarrio en Figueras*. Barcelona: Agencia de Ecología Urbana de Barcelona.
- SÁNCHEZ DE MADARIAGA, I. (2009). "Vivienda, movilidad y urbanismo para la igualdad en la diversidad: ciudades, género y dependencia". *Ciudad y Territorio*, 161: 581 - 598.
- SCHIFFMAN, R. (2014). "Drones flying high as new tool for field biologists". *Science*, 344 (6183): 459. <http://doi.org/10.1126/science.344.6183.459>
- SERNA PRIETO, M. (2015). *Uso de aeronaves no tripuladas (RPAS) en la conservación preventiva de bienes culturales. Aplicaciones y tipo de registro*. Valencia: Universidad de Valencia, trabajo de grado para optar al título en Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Consultado en: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/61914/SERNA%20-%20USO%20DE%20AERONAVES%20NO%20TRIPULADAS%20\(RPAS\)%20EN%20LA%20CONSERVACI%3%93N%20PREVENTIVA%20DE%20BIENES%20CULTURALES.....pdf?sequence=2](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/61914/SERNA%20-%20USO%20DE%20AERONAVES%20NO%20TRIPULADAS%20(RPAS)%20EN%20LA%20CONSERVACI%3%93N%20PREVENTIVA%20DE%20BIENES%20CULTURALES.....pdf?sequence=2)
- TORRES, I., GREENE, M. y ORTÚZAR, J. D. D. (2013). "Valuation of housing and neighborhood attributes for city centre location: a case study in Santiago". *Habitat International*, 39: 62-74. <http://doi.org/10.1016/j.habitatint.2012.10.007>
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. (2013). "Propuesta modificación excepcional POTTUNJA 2012". Convenio interadministrativo 039 de 2012. Tunja, documento inédito.
- UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA. (2012). "Herramienta de transporte terrestre urbano de pasajeros y carga. Simulación del efecto de proyectos de infraestructura y políticas de transporte". Convenio interadministrativo 010 de 2012. Tunja, documento inédito.
- ZULAICA, L. y RAMPOLDI AGUILAR, R. (2009). "Habitabilidad y calidad de vida en tres barrios del límite urbano-rural de la ciudad de Mar del Plata (Provincia de Buenos Aires, Argentina)". *Hologramática*, 1 (10): 27-58. Consultado en: http://www.cienciared.com.ar/ra/usr/3/587/hologramatica_n10_vol1pp27_58.pdf