



Medición y evaluación de seis criterios de sostenibilidad urbana (aspecto físico), en Bucaramanga, Colombia

Sandra Cecilia Mesa García. Arquitecta con doctorado en Historia, Arquitectura y Diseño, por la Universidad Internacional de Cataluña, España. Desarrolla actividades concernientes a la práctica académica (gestión de pregrado y posgrado, docencia e investigación) en la Universidad de San Buenaventura, Sede Cartagena. Es investigadora junior y par evaluador reconocido por Minciencias. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4920-515X>
Correo electrónico: investigacion.phd.arq@gmail.com

Recibido: 24 de noviembre de 2020

Aceptado: 28 de mayo de 2021

Publicado: 16 de septiembre de 2021

Acceso abierto: Creative Commons:

Atribución-NoComercial-

CompartirIgual 4.0 Internacional

(CC BY-NC-SA 4.0), la cual permite

a otros distribuir, remezclar,

retocar, y crear a partir de su obra,

de modo no comercial, siempre y

cuando den crédito y licencien sus

nuevas creaciones bajo las mismas

condiciones.



Conflicto de intereses: el autor ha declarado que no existe conflicto de intereses.

Resumen

La investigación propone una metodología para la medición y evaluación de seis criterios de sostenibilidad urbana y aspecto físico (morfología), como aproximación válida para la determinación de la calidad de desarrollo urbano, aplicada a una ciudad intermedia colombiana: Bucaramanga. Resulta estratégico tener como objetivo la medición a través de indicadores de sostenibilidad, con miras a determinar problemáticas ambientales particularizadas y diferentes, posiblemente, en los ámbitos nacional o latinoamericano, con un enfoque de sostenibilidad y de forma urbana (aspecto físico-morfológico). La fundamentación teórica parte de instrumentos científicos. En este sentido, los indicadores son capaces de analizar las cualidades del paisaje urbano, a partir de sus elementos morfológicos, de configuración de los espacios de la ciudad. Se trata de la realización de un producto sistémico y metodológico, una tabla de criterios (escala, accesibilidad, conectividad, densidad, diversidad y nodalidad), segmentos, unidades y referentes de evaluación que pueden aplicarse en diferentes paisajes urbanos y sirven como matriz de análisis en la comprensión de tejidos urbanos. Se analizan dieciséis muestras de tejidos urbanos. Según la medición y la evaluación de datos, cuatro de estas cumplen criterios de sostenibilidad, diez apenas cumplen y dos no cumplen, lo cual deja claro un panorama escueto en cuanto a sostenibilidad urbana, aspecto físico-morfológico en Bucaramanga.

Palabras clave: Bucaramanga, ciudad, indicador, morfología, sostenibilidad urbana.

Measurement and evaluation of six urban sustainability criteria (physical aspect) in Bucaramanga, Colombia

Medição e avaliação de seis critérios de sustentabilidade urbana (aspecto físico) em Bucaramanga, Colômbia

Abstract

The research proposes a methodology for measuring and evaluating six criteria of urban sustainability and physical appearance (morphology) as a valid approach for determining the quality of urban development applied to an intermediate Colombian city: Bucaramanga.

It is strategic to have as an objective the measurement through sustainability indicators, to determine particularized and different environmental problems, possibly, in the national or Latin American spheres, focusing on sustainability and urban form (physical-morphological aspect). In this sense, the indicators can analyze the qualities of the urban landscape based on its morphological elements, the configuration of the spaces of the city. The theoretical foundation is based on scientific instruments. It is about creating a systemic and methodological product, a table of criteria (scale, accessibility, connectivity, density, diversity, and nodality), segments, units, and evaluation references that can be applied in different urban landscapes and serve as an analysis matrix to understand urban fabrics or structures. Sixteen samples of urban fabrics were analyzed. According to the measurement and evaluation of data, four met sustainability criteria, ten barely met them, and two did not meet any criteria, which leaves a clear picture of urban sustainability regarding the physical-morphological aspect in Bucaramanga.

Keywords: Bucaramanga, city, indicator, morphology, urban sustainability.

Resumo

A pesquisa propõe uma metodologia para a medição e avaliação de seis critérios de sustentabilidade urbana e aspecto físico (morfologia), como uma abordagem válida para determinar a qualidade do desenvolvimento urbano, aplicada a uma cidade intermediária colombiana: Bucaramanga. É estratégico ter como objetivo a mensuração por meio de indicadores de sustentabilidade, com vistas a determinar problemas ambientais particulares e diferenciados, possivelmente, no âmbito nacional ou latino-americano, com foco na sustentabilidade e na forma urbana (aspecto físico-morfológico). A fundamentação teórica é baseada em instrumentos científicos. Nesse sentido, os indicadores são capazes de analisar as qualidades da paisagem urbana, a partir de seus elementos morfológicos, de configuração dos espaços da cidade. Trata-se da realização de um produto sistêmico e metodológico, uma tabela de critérios (escala, acessibilidade, conectividade, densidade, diversidade e nodalidade), segmentos, unidades e referências de avaliação que podem ser aplicadas em diferentes paisagens urbanas e servir como matriz de análise para compreender os tecidos urbanos. Dezesesseis amostras de tecidos urbanos são analisadas. De acordo com a medição e avaliação dos dados, quatro amostras atendem aos critérios de sustentabilidade, dez atendem parcialmente e duas não atendem, o que deixa um quadro claro em termos de sustentabilidade urbana, aspecto físico-morfológico em Bucaramanga.

Palavras-chave: Bucaramanga, cidade, indicador, morfologia, sustentabilidade urbana.

Introducción¹

El fenómeno urbano integra la multiplicación de ciudades y aglomeraciones urbanas en la esfera terrestre. Como consecuencia, se viven actualmente en el entorno urbano problemáticas con respecto a muchos aspectos, entre estos los ambientales, que se relacionan directamente con la crisis ambiental global. Las ciudades demandan crecientemente recursos naturales, energéticos y son fuentes emisoras de contaminación y residuos. Desde la segunda Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sustentable y Vivienda (Estambul 1996), en Latinoamérica se han vivido procesos de urbanización intensos, algunos de los cuales facilitan una mejor calidad de vida y otros que la obstruyen (Siclari, 2017).

Ante la realidad de nuestras ciudades, donde se manifiesta agotamiento de la capacidad de carga, acelerado cambio climático, imposibilidad de regeneración de ecosistemas o su biodiversidad, es necesario buscar alternativas a las formas de urbanización empleadas, a fin de asegurarle a las generaciones futuras un bienestar.

Contextualmente, en respuesta a las señales de alerta descritas y en consideración al paradigma de la sostenibilidad, es indispensable en el estudio de las escalas regional y local el empleo de instrumentos de cuantificación y cualificación que incluyan las particularidades de cada territorio. Los estudios que consideran estas temáticas son escasos e incompletos, en lo referido, principalmente, al sistema urbano físico de ciudades intermedias en Colombia.

Resulta estratégica la oportunidad de medir, por medio de indicadores de sostenibilidad, las ciudades intermedias colombianas (en este caso Bucaramanga), en la búsqueda de determinar problemáticas ambientales particularizadas, diferentes, posiblemente, de otros ámbitos

en los niveles nacional o latinoamericano, con un enfoque de sostenibilidad y forma urbana (aspecto físico-morfológico).

Si bien la mirada analítica sobre la configuración de equilibrio urbano-ambiental requiere una metodología que supone indicadores interdisciplinarios en diferentes campos de conocimiento, en razón a la formación disciplinar de los investigadores y los recursos disponibles, esta investigación trabaja solo en la percepción morfológica de los tejidos urbanos y el paisaje intraurbano correlacionados, bajo la mirada de la calidad. Lo anterior, con constataciones urbanas tales como el uso del suelo y la infraestructura urbana, en cuanto son parte constitutiva de un camino que aporta a la calidad urbana de una fracción territorial. Es un desafío la interpretación de la dinámica urbana en la esencia del urbanismo sostenible. La ciudad se convierte en un laboratorio de estudio, de modo que se busca transformar la concepción: de la calificación y cuantificación en números o en datos estadísticos a una visión de calidad ambiental en una de sus dimensiones (aspecto físico), además de interpretaciones como expresiones de ciudad (sus características esenciales, sus necesidades, sus potencialidades).

Este trabajo investigó esos datos espaciales para transformarlos en objetos comprensibles al saber científico, con miras a posibles y futuras alternativas de uso y ocupación del suelo, modelos de gestión y planificación urbana frente a las necesidades de calidad de vida y equidad socioespacial.

Ciudad sostenible

La ciudad es un sistema de producción económica y espacial de satisfacción personal y comunitaria, en el cual los lugares y las personas se identifican en una dinámica cotidiana.

1 La investigación corresponde a la convocatoria interna de la Vicerrectoría de Ciencia, Tecnología e Innovación (VCTI) de la Universidad Antonio Nariño, Colombia, 2017. El nombre del proyecto completo es "Determinación de indicadores de sostenibilidad urbana (aspecto físico) en ciudades intermedias de Colombia (Bucaramanga, Ibagué, Neiva y Villavicencio)", código 2017133, el cual ha sido desarrollado entre 2017 y 2018. El semillero de investigación estuvo liderado por la autora y conformado por los estudiantes Jonny Díaz, Cristian Arguello y Julián Albarracín.

La relación con el entorno exige una eficiencia de integración física y perceptiva que proporciona un sentimiento de bienestar y seguridad. A fin de que sea sustentable es necesario que el desarrollo no menoscabe las bases sociales y ambientales sobre las que se establece la vida humana. La dimensión de la sustentabilidad debe reconocerse en periodos amplios de tiempo, velando por la continuidad a largo plazo de los procesos de desarrollo (Calvo, 2009).

A partir de esa comprensión, se inicia el interés por la medición y evaluación de la sostenibilidad urbana con enfoque en el aspecto físico. Las ciudades han sido objeto de preocupaciones ecológicas, ambientales, culturales, históricas y socioeconómicas. El crecimiento ilimitado de estas conlleva a pronósticos futuros de escasez de recursos, energía y limitación espacial.

En este contexto, las ciudades sustentables se hacen esenciales para la permanencia del hombre y su calidad de vida futura (Da Silva, 2010), por lo cual nace el interés de realizar el análisis urbano como ciencia que verifica la calidad urbana con numerosos aspectos de su dinámica cotidiana. La magnitud de un análisis de sustentabilidad urbana comprende aspectos multidisciplinarios inabarcables en esta investigación, razón por la que, como estrategia tangible, se ha enfocado el estudio solo bajo la óptica de la sostenibilidad y la forma urbana por medio de seis criterios: escala, accesibilidad, conectividad, densidad, diversidad y nodalidad.

Luego de la revisión de la literatura en el ámbito latinoamericano, se evidencian estudios de caso realizados en Chile. Antonio Zumelzu utiliza la sostenibilidad como concepto operativo para afrontar los problemas urbanos, en los que la fuerza del concepto consiste en integración de diferentes aspectos: económico, social, movilidad, accesibilidad, uso del suelo y medio ambiente, entre otros (Zumelzu, Gruehn y Hosni, 2019). Se adoptan métodos de investigación tanto cuantitativos como cualitativos con el fin de probar los resultados de sostenibilidad asociados, teniendo como base de estudio la Isla de Teja, distrito ubicado en Valdivia, en el sur de Chile; cinco barrios son identificados

y evaluados. Otro referente es la exploración de los procesos de transformación en los barrios de Temuco, Villa Llaima y Banco Estado 1-Carabineros. Desde la óptica de la forma urbana se comprende el pluralismo inclusivo de las dimensiones sociales y espaciales del espacio urbano, y cómo el proceso es fundamental en el propósito de lograr una forma urbana sostenible (Asuah y Zumelzu, 2020).

Un enfoque más particularizado sobre el concepto de *accesibilidad* y su relación con la sostenibilidad es el evaluado también en la ciudad intermedia de Temuco, Chile, en los barrios de Monteverde y Llaima (Zumelzu, Estrada, Jara y Peña, 2020). En una investigación más amplia, en la que se tuvo como casos de estudio a los mismos barrios, se analizan los seis criterios de forma urbana sostenible que, en su conjunto, constituyen una metodología para hacer frente al complejo proceso de las transformaciones en ciudades de escala intermedia, abordando la sostenibilidad como un concepto holístico y operacional desde la morfología urbana (Espinoza y Zumelzu, 2019).

Otro caso de estudio de referencia utiliza el concepto de *nodalidad* como una dimensión de la forma urbana sostenible que se define por su tamaño, nivel y tipo, aplicado a Rahue Bajo, Osorno, Chile (Hosni y Zumelzu, 2019).

Estudios de las Naciones Unidas han pronosticado que más de la mitad de la población mundial vivirá en áreas urbanas en los próximos años. Se comprende la necesidad de la humanidad por buscar la convivencia social; lo que anteriormente era una forma de supervivencia, ahora se convierte para las personas en anhelo: vivir en las ciudades por las diversas posibilidades y oportunidades que estas presentan en la contemporaneidad global. Sin embargo, lo que se sabe es sobre las perspectivas caóticas para los nuevos habitantes urbanos, en su mayoría pobre, que vislumbran un futuro cuestionable a la calidad de vida urbana, principalmente en los países en desarrollo que tienden a crecer demográficamente y económicamente en las próximas décadas, de modo que cambian el orden global y ambiental. Es necesario construir un

mundo sustentable. Las ciudades podrían constituirse en lugares apacibles y confortables, en los que las personas tengan oportunidades de obtener el bienestar cotidiano y una calidad de vida equilibrada y equitativa con una convivencia solidaria.

Para Romero (2003), la calidad de vida significa, entre otras cosas,

[...] ser capaz de elegir entre un lugar y otro, entre un estilo de vida y otro, la percepción del sitio es, por lo tanto un modo de escoger, de poner en evidencia y de tomar conciencia de las cualidades presentes en un lugar determinado. (p. 243)

Bajo un enfoque sistémico y ambiental, Rogers y Gumuchdjian (2000, p. 30) expresan que las propias ciudades deben ser vistas como sistemas ecológicos cuyas huellas ecológicas cubren virtualmente todo el globo. El metabolismo lineal de las ciudades que consumen y contaminan en alto grado deberá ser sustituido por el metabolismo circular que minimiza nuevas entradas de energía y maximiza el reciclado de materiales, reduce la producción de la basura, conserva los recursos no renovables y utiliza los renovables.

Bajo la comprensión necesaria de pensar y proponer ciudades más sostenibles (o menos insostenibles) para el futuro, investigadores en todo el mundo se han centrado en la creación o formulación de teorías que proporcionen modos de vida y de ocupación territorial que impacten menos el medio ambiente, conceptos multidisciplinarios que incorporan en el urbanismo sostenible:

[...] ciudad sostenible es el asentamiento humano constituido por una sociedad con conciencia de su papel de agente transformador de los espacios y cuya relación no se da por la razón naturaleza-objeto y sí por una acción sinérgica entre prudencia ecológica, eficiencia energética y equidad socio espacial. (Ribeiro, De Holanda, Romero, Baptista y Bias, 2007)

Los estudios atestiguan que en las ciudades más pequeñas o en crecimiento es aún posible

atenuar los impactos negativos y dirigir actitudes hacia un urbanismo sostenible. La expansión espacial y demográfica de la urbe es uno de los cuellos de botella de sostenibilidad actual y futura, pues transformar en calidad un espacio urbano extremadamente dinámico y en expansión continua es un desafío singular, y debe ser encarado por la sociedad como una necesidad de emergencia de inserción, equidad y control social.

Análisis de la ciudad

Entender a las ciudades es un ejercicio cotidiano de quienes las proyectan y de los que las habitan. El registro de una ciudad está definido por su identidad morfológica y cultural, aunados a muchos aspectos que la componen. La percepción espacial puede ayudar a la comprensión del espacio, sus escalas, sus marcos referenciales, su dinámica morfológica atada al ambiente, a los condicionantes locales, la comunidad, su historia y cultura.

En las principales ciudades de Colombia se evidencian problemáticas urbanísticas asociadas, en gran parte, a la falta de conocimiento del territorio, a la forma de ocupación y sus modelos de desarrollo urbano, a las densidades poblacionales en zonas de periferia, a los sistemas de movilidad, a los modelos tradicionales de construcción y a la ausencia de equipamientos. Todo esto contribuye a que exista la tendencia de expansión de manera dispersa, ocasionando así la demanda en el sistema de transporte y los servicios públicos, al ser estos de difícil acceso proyectados a futuro.

En el informe de Brundtland (1987) se retoma como alternativa importante el análisis del crecimiento demográfico desde la relación con el medio ambiente y las necesidades que están asociadas con la alimentación, los recursos energéticos, el agua, la infraestructura técnica, la vivienda y el territorio.

En este contexto, se realiza una aproximación a la ciudad en estudio considerando impactos al suelo, su geografía y demografía, por medio de acciones cuantitativas y cualitativas

referidas a la planificación urbana y los factores ambientales, todo lo cual se considera fuente principal para la medición y el cálculo de indicadores.

Es posible medir y evaluar el territorio a través de indicadores de sostenibilidad urbana. Si bien existen diversos modelos implementados desde el concepto de la *sostenibilidad ambiental*, el enfoque para este análisis se basa en los seis criterios de estudio que establece el texto “Forma urbana y sostenibilidad: Pasado, presente y desafíos”, escrito por el Arquitecto Antonio Zumelzu (2016). El sistema de indicadores y segmentos se articula en estos seis criterios de sostenibilidad (aspecto físico): 1) escala, 2) accesibilidad, 3) conectividad, 4) densidad, 5) diversidad y 6) nodalidad.

En consonancia con Hernández (2009), las condiciones de utilidad que deben tener los indicadores son: ser exactos, que no den lugar a dudas y específicos del tema a tratar; ser fácilmente comprensibles; y ser accesibles. Adicionalmente, son básicas tres condiciones: comunicabilidad, accesibilidad (disponer de los medios, que no se supere un umbral lógico de costos) y publicidad, de forma que todos tengan acceso a la información (Rueda, 1999).

La eficiencia del sistema urbano sintetiza la función guía de la sostenibilidad. Se han tomado los siguientes referentes para ser adaptados al contexto territorial: 1) espacio, lugar y medio ambiente (área verde total); 2) prioridad a la movilidad peatonal y ciclista sobre la movilidad en automóvil (infraestructura de movilidad peatonal, infraestructura movilidad ciclista); 3) acceso peatonal a servicios y equipamientos; 4) evaluar los problemas de la cotidianidad (manzanas de gran longitud o escala, calles sin salida y sistema de calles detríticas); 5) habitantes; 6) viviendas; 7) vitalidad económica (uso residencial, comercial e institucional); 8) diversidad cultural (estratos socioeconómicos); 9) diversidad tipológica (asentamientos informales, tipología unifamiliar aislada, adosada, pareada y multifamiliar); 10) pautas y jerarquías (nodos internos del barrio, equipamientos en educación, recreación,

seguridad, salud y nodo de espacio público físico consolidado).

Las muestras y la caracterización que se presentan en la investigación pretenden ilustrar la asociación existente entre la geografía y los aspectos asociados al contexto socioeconómico y ambiental de evidente trascendencia por cada sector escogido.

Indicadores de sostenibilidad urbana

Con el objetivo de evaluar la interacción entre las actividades humanas y el medio ambiente en la ciudad, se calculan los indicadores de sostenibilidad. De esta manera, se obtiene un soporte estadístico importante, el cual data de varias décadas atrás.

La Escuela de Chicago aparece en el panorama de la ecología urbana en los años treinta, con el desarrollo de teorías en torno a indicadores de sostenibilidad y aspectos sociales. Posteriormente, en los años setenta, se hacen relevantes los indicadores ambientales (Alberti y Bettini, 1996).

En 1977, las Naciones Unidas realizan una publicación sobre indicadores de medioambiente urbano. Por la misma época, la OMS promueve las ciudades saludables, centradas en condiciones de vivienda, servicios, indicadores sanitarios y mercado de trabajo, en cuanto variables de calidad de vida urbana (Doyle, Brunning, Cryer, Hedley y Hodgson, 1997).

En la misma década (1978), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) realiza el primer informe de indicadores Medio ambientales urbanos, el cual consideraba la calidad urbana involucrando el ambiente sociocultural, la calidad de los servicios, las construcciones, las instalaciones, los equipamientos.

A nivel mundial, es importante el índice de sostenibilidad medio ambiental, desarrollado por el World Economic Forum (WEF, 2000). Este es una guía base, ya que, como indicador sintético, se propone medir la sostenibilidad medioambiental de 122 países, empleando 67

variables ambientales y socioeconómicas, reunidas en 22 indicadores centrales.

Por otra parte, el Observatorio Global Urbano desarrolla el Índice Global Urbano (UNCHS, 1996). Este índice sintético lo componen veintidós indicadores en cinco componentes (sistemas medioambientales, reducción de estrés medioambiental, reducción de vulnerabilidad humana (satisfacción de necesidades básicas), capacidad social e institucional, y cooperación global).

En cuanto a la construcción de indicadores, Rueda (1999, p. 11) afirma que un indicador urbano “es una variable dotada de significado agregado con relación a un fenómeno, además de su propia representatividad”. La ventaja del empleo de un sistema de indicadores urbanos es la síntesis de información relevante de la que se dispone a la hora de la toma de decisiones. Estos reflejan las relaciones sociales y medioambientales dentro del sistema urbano.

Según Adolphe *et al.* (2002, p. 2), los indicadores deben deducirse de una relación teórica y empírica entre el ambiente/fenomenología y su carácter morfológico.

Con relación al carácter morfológico se evidencian conceptos importantes, sujetos de estudio en la ciudad: 1) densidad-construcción/área, densidad humana; 2) porosidad-volumen construido/volumen de vacíos; 3) perfiles viales-relación w/h, ancho de la calle/altura de la barrera construida; 4) compacidad-media de la masa construida; 5) morfología-aberturas, cerramientos, concavidades, convexidades.

Los indicadores de sostenibilidad urbana exigen una visión global, definición de escalas, selección de atributos y niveles de caracterización. Son instrumentos flexibles en su interpretación, en la medida en que se avanza en el análisis propuesto según las situaciones en las que se encuentran, pues el tejido urbano es vivo, dinámico y mutante; posee su sinergia propia en el marco de las comunidades residentes.

La investigación propone una acción comparativa entre las unidades territoriales analizadas en la escala urbana de Bucaramanga, por medio de la expresión de datos basados en la

morfología y la composición espacial de los mapas producidos. Se configura una matriz de análisis cuantitativo con seis criterios de sostenibilidad, conformados por diez segmentos que contienen elementos cuantitativos con sus correspondientes unidades de evaluación. Adicionalmente, se trabaja con una matriz de análisis cualitativo con tres criterios, conformados por cinco segmentos que contienen elementos cualitativos y de valoración.

La relación entre el ambiente y la comunidad conforma el eje estructural de este trabajo, lo cual se refiere al espacio urbano con todos los matices morfológicos y urbano-ambientales que lo constituyen, así como en las necesidades de confort urbano de la comunidad.

Plataforma de Ciudades Sostenibles y Competitivas (CSC)

Desde hace varios años se implementa en Colombia la Plataforma de Ciudades Sostenibles y Competitivas (CSC), cuyo objetivo es impulsar el desarrollo sostenible de las ciudades intermedias con una visión de largo plazo. La labor es realizada por la Financiera de Desarrollo Territorial S. A. (Findeter), en asocio con el Banco Interamericano de Desarrollo (BIS).

Desde el 2011, en más de veinte ciudades de América Latina y el Caribe, se ha aplicado una metodología para un ágil diagnóstico, un análisis de las principales problemáticas y la propuesta de acciones en las ciudades. Esta metodología es promovida por el Banco Interamericano de Desarrollo con la Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles (Ices).

Particularmente en Colombia, en el marco de plataforma CSC se ha adaptado la metodología Ices, proponiendo una propia, aplicada de manera inicial en Barranquilla, Bucaramanga, Manizales y Pereira.

Las dimensiones de sostenibilidad que contempla la plataforma CSC son:

- *Sostenibilidad ambiental y cambio climático.* Gestión ambiental y control de la contaminación local, mitigación de gases de efecto

invernadero, eficiencia energética y energía renovable, reducción de la vulnerabilidad a desastres naturales y adaptación.

- *Sostenibilidad urbana.* Control del crecimiento y mejora del hábitat urbano, equidad urbana y movilidad urbana sostenible.
- *Sostenibilidad económica y social.* Competitividad local, seguridad y convivencia ciudadana.
- *Sostenibilidad fiscal y gobernabilidad.* Gestión de ingresos, gestión de gastos, gobernabilidad de los procesos de decisión política, planificación, presupuestación y ejecución. Se observa que en la dimensión de sostenibilidad urbana solo se contemplan tres indicadores.

Se incluye a Bucaramanga en la plataforma CSC, por su rápido crecimiento poblacional, por su dinámica económica compuesta, principalmente, por sectores como salud, hidrocarburos y metalmecánica. Para el 2013, en términos de población era la novena ciudad de Colombia con aproximadamente 526 000 habitantes.

Como resultado del ejercicio, se evidenció que la ciudad tiene grandes retos urbanos para lograr su desarrollo sostenible. Fue posible identificar prioridades con respecto a la ciudad de Bucaramanga en el corto y el largo plazo. Se analizaron 146 indicadores bajo estándares internacionales, incluyendo la asesoría de expertos y contando con la opinión de la población. Los principales desafíos se relacionan con el acelerado crecimiento de la ciudad y la falta de planificación (asentamientos en áreas de riesgo, déficit de vivienda y espacio público). Otras falencias tienen que ver con el transporte y la movilidad, la gestión de residuos sólidos, la adaptación al cambio climático, la prevención de la violencia y la generación de empleo para la población joven (Findeter, 2013).

Construcción de un sistema de medición y evaluación

Los indicadores de sostenibilidad urbana propuestos para este trabajo son producto de

investigación y de investigadores estudiados frente a sus enfoques y teorías urbanas dirigidos a la morfología (aspecto físico).

El centro son las consideraciones teóricas y prácticas de la Dra. Marta Romero. Adicionalmente, se estudia el sistema de indicadores de sostenibilidad urbana planteado por Salvador Rueda, y, como se ha expresado, el enfoque del arquitecto. Ph. D. chileno Antonio Zumelzu-Scheel.

Otros autores referentes son Philippe Panerai, Luc Adolphe, Kevin Lynch, Denis Duarte, Richard Register y Richard Rogers.

Se contempla un rol fundamental de la morfología urbana, configurando seis criterios que se enlistan y describen a continuación.

1. *Escala.* Hace referencia al tamaño y nivel desde el punto de vista geográfico, teniendo presente que cada muestra se corresponde con una escala local de barrio. El espacio, lugar y medio ambiente se relaciona con el área verde. (Howit, 2002)
2. *Accesibilidad.* Prioriza la movilidad peatonal y ciclista sobre la movilidad del automóvil. Caracteriza la movilidad para personas con limitaciones (embarazadas, adulto mayor, en condición de discapacidad, hogares sin automóvil). Se da especial relevancia al acceso peatonal para los equipamientos y las calles de uso exclusivo peatonal. Durante las últimas seis décadas, la accesibilidad se ha constituido en un tema jerárquico de la teoría urbana y una dimensión de sostenibilidad indispensable (Jacobs, 1961; Lynch, 1981; Stenberg, 2000).
3. *Conectividad.* Identifica los puntos de conexión de personas y recursos, en dos escalas: dentro de la muestra y en el contexto inmediato. A nivel social, se refiere a las calles peatonales interconectadas y accesos internos de la muestra (Talen, 2011). La calidad de la conectividad se asocia con la longitud o escala adecuada de las manzanas, las calles sin salida y los sistemas de calles dendríticas (Sevtsuk, Kalvo y Ekmekci, 2016).
4. *Densidad.* Relaciona los habitantes por hectárea, clasificando tres niveles de den-

sidad: baja ($50 \geq$), media (50-58), y alta (≥ 58). Adicionalmente, relaciona las viviendas por hectárea, clasificando también tres niveles: baja ($55 \geq$), media (55-72), y alta (≥ 72) (Frey y Bagaen, 2010; Dempsey *et al.*, 2010). La densidad es esencial en la sostenibilidad de la forma urbana porque relaciona el acceso de los peatones a los servicios y equipamientos básicos de los barrios.

5. *Diversidad*. Propone vitalidad económica, la cual identifica los usos del suelo (residencial, comercial, institucional); diversidad cultural, que engloba aspectos tales como el ingreso económico (estrato socioeconómico) y los grupos étnicos; y diversidad tipológica: asentamientos de origen informal, unifamiliares (aislados, pareados, adosados) y multifamiliares. Varios autores han destacado de gran relevancia —en el contexto de la diversidad— como dimensión de la forma urbana sostenible (Talen, 2008) la diversidad del uso del suelo, (Tarbatt, 2012), la diversidad social como esencial para la equidad y el bienestar de la comunidad (Ruiz-Tagle, 2016).
6. *Nodalidad*. Identifica jerarquías y pautas que organizan el espacio, las cuales se consideran nodos internos del barrio, de las manzanas o del espacio público. Se caracterizan los nodos sociales y los nodos correspondientes al equipamiento (educación, salud, recreación, seguridad, espacio público). En la forma urbana, la idea de nodalidad sugiere que el desarrollo urbano debe organizarse en torno a nodos de varios niveles y tamaños (Frey, 1999; Kärholm, 2011).

Metodología

El estudio se enfoca en la ciudad intermedia Bucaramanga, en razón al escaso estudio de esta en los aspectos particulares que se han enunciado, así como por la importancia que está adquiriendo esta escala de ciudad, dado su paulatino crecimiento y la urgencia de guiar acertadamente su desarrollo sostenible.

Para la medición y evaluación de la sostenibilidad urbana (aspecto físico), de la ciudad caso: Bucaramanga, lo primero que se realiza es el análisis de información disponible. Se revisan archivos municipales de la Secretaría de Planeación y del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Igac). Por otra parte, se indaga sobre bibliografía en cuanto a investigaciones o trabajos académicos de los programas de arquitectura que existen en la ciudad.

Posteriormente, se analiza la propuesta metodológica implementada por la URPB, Arq. Ph. D. Geovany J. Da Silva. Esta metodología se selecciona por su singular cercanía, ya que se aplica en el estudio de ciudades intermedias brasileñas, así como comparte características con las colombianas, en un contexto latinoamericano. Sin embargo, es importante recalcar que aun cuando se propone la validación del instrumento para un contexto latinoamericano, es insoslayable definir claramente las características del ámbito objeto de estudio, a fin de que posibles comparaciones puedan ser referenciadas con fundamento y no por generalización (Von Breyermann, 2019).

Adicionalmente, se estudia el sistema de indicadores de sostenibilidad urbana planteado por Salvador Rueda y el enfoque del arquitecto Ph. D. Chileno Antonio Zumelzu-Scheel, el cual contempla un rol fundamental de la morfología urbana, de modo que configura los seis criterios mencionados más arriba (escala, accesibilidad, conectividad, densidad, diversidad, nodalidad), como base para influenciar la sostenibilidad y el comportamiento humano en la ciudad.

Se consideró para este trabajo de construcción de indicadores una gama de posibilidades en torno a parámetros que consigan identificar una ciudad en el lugar y en el conjunto. Así, se construyó la matriz generadora de atributos medibles cualitativamente y cuantitativamente que posibilite su aplicación en diferentes morfologías y tejidos urbanos. El objetivo fue el de conseguir un formato adecuado y relativamente simple, capaz de proporcionar niveles de calidad de las fracciones urbanas en su descomposición analítica y en su composición

como un todo urbano. En general, el enfoque es de aplicación de una metodología empírica, estudio de las muestras basado en el aspecto físico, teniendo en cuenta criterios y segmentos como indicadores de sostenibilidad urbana (aspecto físico).

El desarrollo de la investigación contempla tres etapas que se describen a continuación.

Etapa 1

Determinar zonas particulares de estudio en la ciudad que ayuden a configurar representativamente su realidad física, identidades morfológicas y muestras de tejidos urbanos. Se llevan a cabo los siguientes pasos: estudio de la malla urbana de la ciudad, identificación de muestras de tejidos urbanos, levantamiento de información primaria y secundaria, y elaboración de fichas.

Se estudia la malla urbana de Bucaramanga para determinar *muestras de tejidos urbanos*, las cuales dan cuenta de la identidad morfológica y, a su vez, diferenciada de las partes de la ciudad. Se realiza un paneo de las diferentes zonas y sus características comunes, con el propósito de definir identidades urbanas y realizar la toma de datos. Las diferentes muestras de tejido urbano de la ciudad permitirán analizarla desde la complejidad de su forma. Se realizaron lecturas de información geográfica (Google Maps), lecturas de planos del Igac y recorridos urbanos.

Se adoptó para el análisis la escala de ciudad, en general; así, a partir del todo se realizó la selección de muestras de tejidos urbanos (se excluyeron los asentamientos informales,

los cuales hacen parte de otro estudio por su carácter). Adicionalmente, se identifica la microescala, definida dentro de 25 ha (500 m x 500 m) según los estudios de Duarte (2000), para la percepción y cuantificación de elementos ambientales.

Se identificaron dieciséis muestras de tejidos urbanos diferenciados en la malla de Bucaramanga: Bavaria II, Kennedy, El Diviso, San Francisco, Alfonso López, Centro, Chimita, Cabcera, Sotomayor, San Miguel, Real de Minas, Ciudad Bolívar, Provenza, Diamante II, Caldas, y Lagos del Cacique.

En el estudio de cada muestra y la recolección de información se siguió un modelo de ficha en el que se caracterizaron los siguientes puntos: nombre del sector o barrio y comuna, identificación de la zona a través de la herramienta aerofotografía, elaboración de plano de llenos y vacíos, tipo de trama (identificando su forma urbana, regular o irregular), localización espacial (las coordenadas geográficas), y plano de localización en la ciudad.

Posterior a la creación de fichas de recolección de información, se elaboran modelos bidimensionales y tridimensionales, relacionados directamente con la morfología urbana de las zonas determinadas de estudio. La elaboración de elementos bidimensionales y tridimensionales incluyen datos cuantitativos, de manera que expresan el estado actual de la muestra evaluada (figuras 1 y 2).

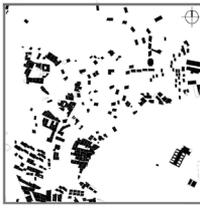
Figura 1. Muestras de tejidos urbanos. Morfología urbana en dos dimensiones



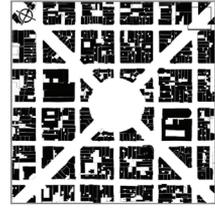
MUESTRA 1. Bavaria II



MUESTRA 2. Kennedy



MUESTRA 3. El Diviso



MUESTRA 4. San Francisco



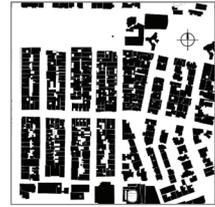
MUESTRA 5. Alfonso López



MUESTRA 6. Centro



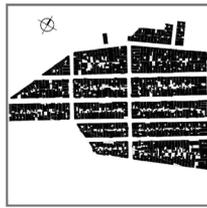
MUESTRA 7. Chimitá



MUESTRA 8. Cabecera



MUESTRA 9. Sotomayor



MUESTRA 10. San Miguel



MUESTRA 11. Real de Minas



MUESTRA 12. Ciudad Bolívar



MUESTRA 13. Provenza



MUESTRA 14. Diamante II



MUESTRA 15. Caldas



MUESTRA 16. Lagos del Cacique

Fuente. Elaborado por el semillero de investigación liderado por la autora y conformado por los estudiantes de pregrado en Arquitectura Jonny Díaz, Cristian Arguello y Julián Albarracín.

Figura 2. Muestras de tejidos urbanos. Morfología urbana en tres dimensiones



MUESTRA 1. Bavaria II



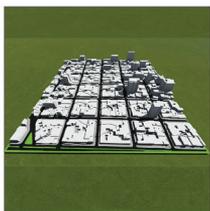
MUESTRA 2. Kennedy



MUESTRA 3. El Diviso



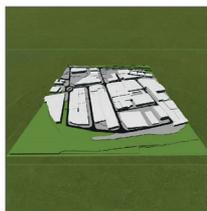
MUESTRA 4. San Francisco



MUESTRA 5. Alfonso López



MUESTRA 6. Centro



MUESTRA 7. Chimitá



MUESTRA 8. Cabecera



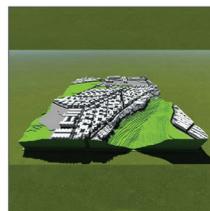
MUESTRA 9. Sotomayor



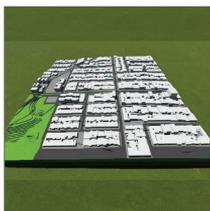
MUESTRA 10. San Miguel



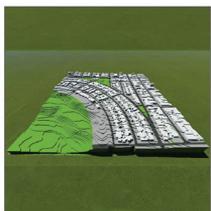
MUESTRA 11. Real de Minas



MUESTRA 12. Ciudad Bolívar



MUESTRA 13. Provenza



MUESTRA 14. Diamante II



MUESTRA 15. Caldas



MUESTRA 16. Lagos del Cacique

Fuente. Elaborado por el semillero de investigación liderado por la autora y conformado por los estudiantes de pregrado en Arquitectura Jonny Díaz, Cristian Arguello y Julián Albarracín.

Etapa 2

Esta etapa contempla la configuración del conjunto de parámetros susceptibles de medición y evaluación en el contexto de la sostenibilidad urbana (aspecto físico), conducentes a la determinación de las falencias o las potencialidades de desarrollo sostenible (aspecto físico) en la ciudad objeto de estudio.

A partir de seis criterios, escala, accesibilidad, conectividad, densidad, diversidad y nodalidad, se estructura una matriz de análisis, la cual considera tanto segmentos como aspectos cualitativos y cuantitativos. Un abordaje cuantitativo se realiza en la etapa inicial de la investigación y otro de carácter cualitativo para algunos de los segmentos según su relevancia.

Es importante destacar que los abordajes cuantitativos y cualitativos son influyentes en el desarrollo del territorio, de tal manera que se logra una diversidad de datos y características en los análisis relacionados con las áreas de exploración.

Los datos requeridos para la medición en la matriz se estructuran según las tablas 1 y 2. El levantamiento de información primaria y secundaria se da a partir del trabajo de campo en la ciudad y en la búsqueda de estudios complementarios a la investigación. Se crearon tablas en Excel para el ingreso de datos cuantitativos y cualitativos, de modo que cada muestra tiene su correspondiente hoja de cálculo de ingreso de información y para cada elemento se propone una unidad de medición según su pertinencia.

Tabla 1. Matriz de análisis. Elementos cuantitativos y unidad de medición

Criterio	Segmento	Elementos	Medición
		Cualitativos	
Escala	Espacio, lugar y medio ambiente	Área verde total	%
Accesibilidad	Prioridad a la movilidad peatonal y ciclista sobre movilidad en automóvil	Infraestructura para la movilidad peatonal	Área (m ²)
		Infraestructura para la movilidad ciclista	Área (m ²)
	Acceso peatonal a servicios y equipamientos	Acceso peatonal a los equipamientos	und
Conectividad	Evaluar los problemas en la calidad de la conectividad	Manzanas de gran longitud o escala	Área (m ²)
		Calles sin salida	Área (m ²)
		Sistemas de calles dendríticas	und
Densidad	Habitantes	Habitantes	und / hectárea
	Vivienda	Viviendas	und / hectárea

continúa en la siguiente página

Criterio	Segmento	Elementos		Medición	
		Cualitativos			
Diversidad	Vitalidad económica	Uso residencial		%	
		Uso comercial		%	
		Uso institucional		%	
	Diversidad cultural	Estratos socioeconómicos		und.	
	Diversidad tipológica	Asentamientos ilegales		Área (m ²)	
		Tipologías	Unifamiliar	Aislada	Sí / No
Adosada				Sí / No	
Pareada				Sí / No	
Multifamiliar		Sí / No			
Nodalidad	Pautas / Jerarquías	Nodos internos del barrio (sociales)		und. Área (m ²)	
		Equipamientos	Educación		und. Área (m ²)
			Salud		und. Área (m ²)
			Recreación		und. Área (m ²)
			Seguridad (Policía)		und.
	Nodos de espacio público (físicos-consolidados)		und. Área (m ²)		

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 2. Matriz de análisis. Elementos cualitativos y medición

Criterio	Segmento	Elementos		Medición
		Cualitativos		
Escala	Espacio, lugar y medio ambiente	Área verde apta para el uso público		Adecuación de zonas verdes
	Microestructura	Morfología urbana definida		Existencia
Accesibilidad	Prioridad a la movilidad peatonal y ciclista sobre movilidad en automóvil	Infraestructura para la movilidad peatonal		Adecuación de aceras, cruces y accesos
		Infraestructura para la movilidad ciclista		Adecuación de aceras, cruces y accesos
	Movilidad para personas en condición de discapacidad	Paso peatonal marcado en vías vehiculares		Adecuación cruces
		Rampas para acceso a andenes		Existencia y estado físico
		Tratamiento de piso		Existencia y estado físico
Diversidad	Diversidad tipológica	Tipologías compatibles y equilibradas		Existencia
		Existencia de asentamientos ilegales		Existencia

Fuente. Elaboración propia.

Etapa 3. Sistema de evaluación

Se implementa en Excel una matriz de evaluación que incluye los criterios y segmentos del sistema de medición. Se adicionan dos columnas: indicadores y evaluación (tabla 3).

Con los datos ingresados en la matriz de medición, se realiza el cálculo del indicador respectivo, operación que resulta de la formulación en la celda pertinente.

Para consolidar un sistema de evaluación de los *elementos cuantitativos*, se determinan tres niveles de calificación por cada indicador. Los

niveles son: 5 (para datos que cumplen con estándares nacionales e internacionales), 3 (para datos que apenas cumplen con estándares nacionales e internacionales), 1 (para datos que no cumplen con estándares nacionales e internacionales). Cada celda tiene la formulación pertinente al indicador que evalúa, de modo que arroja resultados en alguno de los tres niveles de cumplimiento. Adicionalmente, para mejor visualización de los niveles de cumplimiento se han asociado a colores (tipo semáforo) de la siguiente manera: 5: verde, 3: amarillo, 1: rojo.

Tabla 3. Matriz de análisis cuantitativo. Indicadores y sistema de evaluación

criterio	Segmento	Indicador	Evaluación
Escala	Espacio, lugar y medio ambiente	% de área verde total	> = 50% = 5 > 20% ; < 50% = 3 < = 20% = 1
Accesibilidad	Prioridad a la movilidad peatonal y ciclista sobre movilidad en automóvil	% de infraestructura para la movilidad peatonal	> = 4% = 5 > 2% ; < 4% = 3 < = 2% = 1
		% de infraestructura para la movilidad ciclista	> = 4% = 5 > 2% ; < 4% = 3 < = 2% = 1
	Acceso peatonal a servicios y equipamientos	% de accesos peatonales a los equipamientos	> = 90% = 5 > 30% ; < 90% = 3 < = 30% = 1
Conectividad	Evaluar los problemas en la calidad de la conectividad	% de manzanas de gran longitud o escala	< = 1% = 5 > 1% ; < 4% = 3 > = 4% = 1
		% de calles sin salida	< = 0.2% = 5 > 0.2% ; < 1% = 3 > = 1% = 1
		# de sistemas de calles dendríticas	< 1 = 5 > 1 = 1
Densidad	Habitantes	# de habitantes/hectárea	> = 58 = 5 > 50 ; < 58 = 3 < = 50 = 1
	Vivienda	# de viviendas/hectárea	> = 72 = 5 > 50 ; < 72 = 3 < = 50 = 1

continúa en la siguiente página

criterio	Segmento	Indicador	Evaluación
Diversidad	Vitalidad económica	Uso residencial	> = 50% = 5 > 10% ; < 50% = 3 < = 10% = 1
		Uso comercial	>=25% = 5 > 10% ; < 25% = 3 < = 10% = 1
		Uso institucional	> = 25% = 5 > 10% ; < 25% = 3 < = 10% = 1
	Diversidad cultural	# Estratos socioeconómicos	> 2 = 5 Igual a 2 = 3 < 2 = 1
		% de asentamientos ilegales	< 3% = 5 > 3% = 1
			# de tipologías existentes (unifamiliar, multifamiliar)
Nodalidad	Pautas/jerarquías	# nodos internos del barrio (sociales)	> = 5 = 5 > 5 ; < 1 = 3 < = 1 = 1
		Área (m ²) de nodos internos del barrio (sociales)	> = 3500 = 5 > 1500 ; < 3500 = 3 < = 1500 = 1
		# de equipamientos de educación	> = 4 = 5 > 2 ; < 4 = 3 < = 2 = 1
		Área (m ²) de equipamientos de educación	> = 6000 = 5 > 3000 ; < 6000 = 3 < = 3000 = 1
		# de equipamientos de salud	> = 1 = 5 < 1 = 1
		Área (m ²) de equipamientos de salud	> = 500 = 5 > 200 ; < 500 = 3 < = 200 = 1
		# de equipamientos de recreación	> = 2 = 5 < 2 = 1
		Área (m ²) de equipamientos de recreación	> = 2500 = 5 > 1000 ; < 2500 = 3 < = 1000 = 1
		# de equipamientos de seguridad (Policía)	> = 1 = 5 < 1 = 1
		# de nodos de espacio público	> = 4 = 5 2 ; < 4 = 3 < = 2 = 1
		Área (m ²) de nodos de espacio público	> = 10000 = 5 > 4000 ; < 10000 = 3 < = 4000 = 1

Fuente. Elaboración propia.

Para la evaluación de los elementos cualitativos se determinan tres niveles de calificación

por cada indicador (tabla 4). Los niveles son: 5: buena calidad, 3: regular calidad, 1: mala calidad.

Tabla 4. Matriz de análisis cualitativo. Indicadores y sistema de evaluación

criterio	Segmento	Indicador	Evaluación
Escala	Espacio, lugar y medio ambiente	Calidad de zonas verdes	Buena = 5 Regular = 3 Mala = 1
	Microestructura	Definición de morfología urbana	Sí = 5 No = 1
Accesibilidad	Prioridad a la movilidad peatonal y ciclista sobre movilidad en automóvil	Calidad de la infraestructura para la movilidad peatonal y en bicicleta	Buena = 5 Regular = 3 Mala = 1
	Movilidad para personas en condición de discapacidad	Calidad de la movilidad para personas en condición de discapacidad	Buena = 5 Regular = 3 Mala = 1
Diversidad	Diversidad tipológica	Existencia de diversidad tipológica	Sí = 5 No = 1

Fuente. Elaboración propia.

Finalmente, la matriz promedia los puntajes de los segmentos de cada criterio y determina su nivel de cumplimiento de sostenibilidad urbana, de la siguiente forma: puntaje 1-2.9: no cumple, 3-4: apenas cumple y 4.1-5: cumple plenamente.

Se obtiene de manera sistémica una matriz con colores de niveles de cumplimiento de sostenibilidad urbana (aspecto físico) para cada muestra de la ciudad, lo cual permite determinar un panorama claro acerca de los problemas que presenta el sector, bajo el contexto evaluado.

Resultados

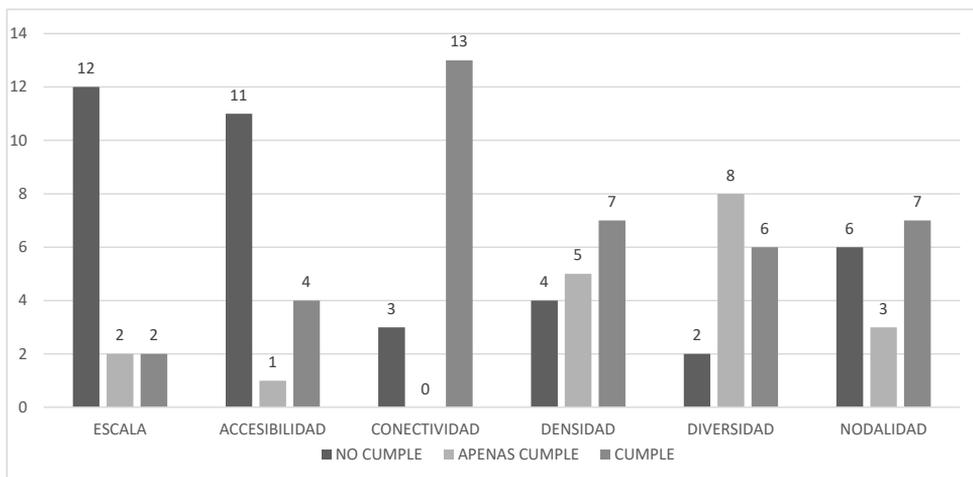
En la evaluación de la sostenibilidad urbana (aspecto físico) en Bucaramanga se observa que los criterios *escala* y *accesibilidad* son aquellos que presentan mayor porcentaje de no cumplimiento con respecto al total de las muestras, con el 75% y 69%, respectivamente. Inversamente, el criterio de mayor cumplimiento es el de *conectividad* con el 81 % de las muestras. *Diversidad* y *densidad* la cumplen mediamente, entre el 30% y 50% de las muestras (tablas 5 y 6 y figura 3).

Tabla 5. Particularidades en cada criterio. Muestras Bucaramanga

Criterio	No cumple		Apenas cumple		Cumple plenamente	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Escala	12	74%	2	13%	2	13%
Accesibilidad	11	69%	1	6%	4	25%
Conectividad	3	19%	0	0%	13	81%
Densidad	4	25%	5	31%	7	44%
Diversidad	2	13%	8	50%	6	37%
Nodalidad	6	37%	3	19%	7	44%

Fuente. Elaboración propia.

Figura 3. Síntesis evaluación de criterios de sostenibilidad urbana. Muestras Bucaramanga



Fuente. Elaboración propia.

Tabla 6. Evaluación síntesis, criterios sostenibilidad urbana. Muestras Bucaramanga

	Muestras	Escala	Accesibilidad	Conectividad	Densidad	Diversidad	Nodalidad	Evaluación Sostenibilidad
1	Bavaria II	NC	C	C	AC	NC	NC	Apenas cumple (AC)
2	Kenedy	NC	C	C	AC	C	C	Cumple (C)
3	El Diviso	C	NC	C	NC	NC	NC	No cumple (NC)
4	San Francisco	NC	NC	C	C	C	NC	Apenas cumple
5	Alfonso Lopez	NC	NC	C	C	AC	NC	Apenas cumple
6	Centro	NC	NC	C	NC	AC	C	Apenas cumple
7	Chimitá	NC	NC	NC	NC	AC	NC	No cumple
8	Cabecera	NC	AC	NC	C	C	C	Apenas cumple
9	Sotomayor	NC	NC	C	C	C	C	Cumple
10	San Miguel	C	NC	C	AC	AC	NC	Apenas cumple
11	Real de Minas	NC	NC	C	C	C	C	Cumple
12	Ciudad Bolívar	AC	C	C	AC	C	C	Cumple
13	Provenza	NC	NC	C	C	AC	AC	Apenas cumple
14	Diamante II	AC	NC	C	AC	AC	AC	Apenas cumple
15	Caldas	NC	C	NC	C	AC	C	Apenas cumple
16	Lagos del Cacique	NC	NC	C	NC	AC	AC	Apenas cumple

Fuente. Elaboración propia.

En cuanto a las muestras en particular, en el resultado del promedio de los seis criterios evaluados se presenta lo siguiente.

Dos muestras (El Diviso y Chimita) presentan incumplimiento. Diez muestras arrojan el resultado de apenas cumplen criterio de sostenibilidad, sin embargo, se observa que los puntajes de diversidad, conectividad y densidad suben el promedio para ubicarse en este rango. Solo cuatro muestras (el 25 %) cumplen criterios de sostenibilidad (Kennedy, Sotomayor, Real de Minas y Ciudad Bolívar), aunque se evidencian uno o dos criterios sin cumplir en cada una.

La investigación ha logrado aproximarse a una visión de ciudad como ecosistema urbano, implementando un direccionamiento sistémico y bajo la mirada de la sostenibilidad. Se evidencian problemáticas derivadas de inadecuados procesos de planificación y es importante reflexionar en su pronta resolución. Los indicadores han arrojado resultados que informan sobre desequilibrios ambientales en el territorio. A través de los seis criterios analizados se pretende la simplificación, cuantificación y comunicación de aspectos complejos, en el contexto de una aglomeración urbana intermedia, como lo es Bucaramanga. En consonancia con el plan de

acción de Findeter, se determinan dentro de las mayores problemáticas de la ciudad las siguientes: el déficit de espacio público, la insuficiente calidad y la cantidad de las zonas verdes. Por otra parte, la necesidad de un sistema alternativo de movilidad que privilegie al peatón y ciclista sobre el vehículo.

A partir de la determinación de indicadores (síntesis de los atributos de las cualidades urbano-ambientales), se podrán plantear en el futuro las directrices para la promoción de nuevas formas y modelos de pensar y de proponer, en cuanto al diseño y la planeación de la ciudad, así como sus posibles modelos de crecimiento, de acuerdo con la realidad estudiada, de manera que se potencien las cualidades de una urbe sustentable.

Conclusiones

La ciudad como foco productor de insostenibilidad es el entorno idóneo para llevar a cabo acciones que busquen un modelo de desarrollo sostenible: mientras más local sea el problema, más posibilidades existen de establecer unos buenos principios correctores de la eficiencia en la asignación de recursos.

El fenómeno urbano es objeto de análisis indispensable para guiar las políticas propuestas por las administraciones locales, las cuales, dentro del marco de la sostenibilidad, deberán tomar las decisiones pertinentes en cuestión de desarrollo y medio ambiente. La sostenibilidad urbana comienza a ser un objetivo de intervención pública en todos los niveles de administración, desde la comunitaria hasta la local.

La determinación de los indicadores de sostenibilidad (aspecto físico) servirá de base para un plan de acción urbano que corresponda a la realidad de la ciudad estudiada. Se obtuvieron resultados en cuanto a los posibles desequilibrios ecológicos entre población y territorio, sus efectos sociales y ambientales, sus procesos desestabilizadores, causa y efecto de insostenibilidad, los pertenecientes a factores de índole territorial y urbanística, índole ambiental

(calles, espacio público, ordenamiento del suelo, su urbanización, equipamiento).

Una ciudad sostenible, desde el aspecto físico (morfología), debe necesariamente proporcionar bienestar individual y colectivo, brindar comodidad en los desplazamientos peatonales y en bicicleta; asimismo, el paisaje construido debe naturalmente integrarse con el paisaje verde (o con el paisaje más coherente a lo natural, y a los condicionantes ambientales locales), deberá minimizar los impactos negativos por medio de su morfología, practicidad y fluidez, y, principalmente, por las redes de conexión.

Bucaramanga podrá ser una ciudad sostenible desde el punto de vista morfológico cuando exista una red eficiente para la movilidad en bicicleta, cuando se posibilite el caminar fluido e incluyente para toda la comunidad, cuando las nodalidades estén adecuadamente interconectadas y se disfruten espacios verdes consolidados por su diseño y actividad social.

Referencias

- Adolphe, L., Chatelet, A., Ameer, K. A., Bousoulim, A., Barlet, A., Izard, J. L. y Casal, A. (2002). SAGACités, Vers un système d'Aide à la gestion des ambiances urbaines. En E. Bajolet, M-F. Mattéi y J.-M. Rennes (coords.), *Quatre ans de recherche urbaine 2001-2004* (vol. 2). Toulouse: Action Concertée Incitative Ville.
- Alberti, M. y Bettini, V. (1996). Sistemas urbanos e indicadores de sostenibilidad. En V. Bettini (ed.), *Elementos de ecología urbana* (pp. 183-214). Turin: Trotta.
- Asuah, A. y Zumelzu, A. (2020). Measuring urban diversities in cities in transformation: Case of Temuco, Chile. *10P Conference Series: Earth and Environmental Science*, 503, 012093. doi: 10.1088/1755-1315/503/1/012085
- Breyman, H. von. (2019). Indicadores de percepción de calidad del entorno residencial: una herramienta para la planificación urbana. Caso de estudio del

- cantón de Flores, Costa Rica. *Revista INVI*, 34(95), 101-132.
- Calvo, P. (2009). Desarrollo y sustentabilidad de asentamientos precarios urbanos. *Revista INVI*, 15(40), 21-38.
- Dempsey, N., Brown, C., Raman, S., Porta, S., Jenks, M., Jones, C. y Bramley, G. (2010). Elements of urban form. En M. Jenks y C. Jones (eds.), *Dimensions of the sustainable city* (pp. 21-52). Dordrecht: Springer.
- Doyle, Y., Brunning, D., Cryer, C., Hedley, S. y Hodgson, C. R. (1997). *Healthy cities indicators: Analysis of data from cities across* (Monografía inédita). Compenhague: WHO Regional Office for Europe.
- Duarte, D. (2000). *Padroes de ocupacao do solo e microclimas urbanos na regio de clima tropical continental brasileira* (Tesis de doctorado). Universidad de São Paulo, São Paulo. Inédita.
- Espinoza, D. y Zumelzu, A. (2019). Elaboración de una metodología para evaluar sostenibilidad en barrios de ciudades intermedias de Chile. *Revista 180*(44), 80-94. doi: 10.32995/rev180.Num-44.(2019).art-474
- Financiera de Desarrollo (Findeter). (2013). *Plan de acción Bucaramanga*. Bucaramanga: BID, BGA, MinHacienda, Findeter. Recuperado de <https://bit.ly/3D5cs90>
- Frey, H. (1999). *Designing the city: Towards a more sustainable urban form*. Londres: Spon Press.
- Frey, H. y Bagaeen, S. (2010). Adapting the city. En M. Jenks y C. Jones (eds.), *Dimensions of the sustainable city* (pp. 163-182). Dordrecht: Springer.
- Hernández, A. (2009). Calidad de vida y medio ambiente urbano. Indicadores locales de sostenibilidad y calidad de vida urbana. *Revista INVI*, 24(65), 79-111.
- Howitt, R., (2002). Scale and the other: Levinas and geography. *Geoforum*, 33(3), 299-313. doi: 10.1016/S0016-7185(02)00006-4
- Hosni, J. y Zumelzu, A. (2019). Assessing nodality in neighbourhoods in transformation: A concept of sustainable urban form. The case study of Rahue Bajo, Osorno, Chile. *Sustainable Development*, 27(2), 214-226. doi: 10.1002/sd.1880
- Jacobs, J. (1961). *The death and life of great American cities*. Nueva York: Vintage Books.
- Kärholm, M. (2011). The scaling of sustainable urban form: Some scale-related problems in the context of a Swedish urban landscape. *European Planning Studies*, 19(1), 97-112.
- Lynch, K. (1981). *Good city form*. Massachusetts: MIT Press.
- Lynch, K. (2015). *La imagen de la ciudad*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Panerai, P. (1983). *Elementos de análisis urbano*. Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (1978). *Primer Informe de indicadores de medio ambiente urbano* (Urban environmental indicators). París: Autor.
- Register, R. (2012). *Ecocities: Rebuilding cities in balance with nature*. Gabriola Island, BC: New Society Publishers.
- Rogers, R. y Gumuchdjian, P. (2000). *Ciudades para un pequeño planeta*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Ribeiro, R., Holanda, F. R. de, Romero, M., Baptista, G. y Bias, E. (2007). O perfil urbano e o comportamento socioeconómico no DF. *Paranoa. Cadernos de Arquitectura e Urbanismo*, (4), 1-12. doi: 10.18830/issn.1679-0944.n4.2007.12100
- Romero, M. (2003). A sustentabilidade do ambiente urbano da capital. En A. Paviani y L. Campos (orgs.), *Controversias Ambientais*. Brasília: Editorial UnB Brasília.
- Rueda, S. (1999). *Modelos e indicadores para ciudades más sostenibles. Taller sobre Indicadores de huella y calidad ambiental*. Barcelona: Fundación Forum Ambiental.
- Ruiz-Tagle, J. (2016). La persistencia de la segregación y la desigualdad en barrios socialmente diversos: Un estudio de caso en La Florida, Santiago. *EURE*, 42(125), 81-108.

- Sevtsuk, A., Kalvo, R. y Ekmekci, O. (2016). Pedestrian accessibility in grid layouts: The role of block, plot and street dimensions. *Urban Morphology*, 20(2), 89-106.
- Sicliari, P. (2017). Desafíos urbanos latinoamericanos y caribeños de cara a los objetivos de desarrollo sustentable y a la nueva agenda urbana. *Revista INVI*, 32(89), 199-211.
- Silva, G. da. (2010). *Urbanismo sustentável: a construção de indicadores para avaliação da qualidade do espaço urbano no distrito federal, Brasil* (Tesis de doctorado). Universidade de Brasília, Brasília. Inédita.
- Sternberg, E. (2000). An integrative theory of urban design. *Journal of the American Planning Association*, 66, 265-278. doi: 10.1080/01944360008976106
- Tarbatt, J. (2012). *The Plot: Designing diversity in the built environment. A manual for architects and urban designers*. Londres: Riba Publishing.
- Talen, E. (2008). *Design for diversity: Exploring socially mixed neighborhoods*. Nueva York: Architectural Press.
- Talen, E. (2011). Sprawl retrofit: Sustainable urban form in unsustainable places. *Environment and Planning B Planning and Design*, 38(6), 952-978. doi: 10.1068/b37048
- United Nations Conference on Human Settlements (UNCHS). (1996). *Report of the United Nations Conference on Human Settlements (Habitat II)*. Nairobi: UNCHS. Recuperado de <https://bit.ly/30n82MD>
- World Economic Forum (WEF). (2000). *The Africa competitiveness report, 2000-2001*. Ginebra: WEF.
- Zumelzu, A. (2016). Forma urbana y sostenibilidad: pasado, presente y desafíos. Una revisión. *Revista AUS*, 20(2), 77-85. doi: 10.4206/aus.2016.n20-12
- Zumelzu, A., Gruehn, D. y Hosni, J. (2019). Assessment of sustainability of the built environment in Latin American neighbourhoods: Five cases in southern Chile. *IOF Conference Series: Earth and Environmental Science*, 297, 012040. doi: 10.1088/1755-1315/297/1/012040
- Zumelzu, A., Estrada, M., Jara, C. y Peña, C. (2020). Effects of the built environment on pedestrian accessibility in neighbourhoods in Southern Chile. The case of Temuco, Chile. *IOF Conference Series: Earth and Environmental Science*, 503, 012093. doi: 10.1088/1755-1315/503/1/012093