



## HERRAMIENTAS Y CRITERIOS PARA UNA CIUDAD SOSTENIBLE

Berigüete Alcántara, Fanny Esther <sup>1\*</sup>; Rodríguez Cantalapiedra, Inmaculada <sup>2</sup>; Roca Blanch, Estanislao <sup>3</sup>

**Remisión inicial:** 2019-05-16; **Remisión definitiva:** 2019-10-17; **Publicación:** 2019-12-21

**Citación:** Berigüete Alcántara, F. *et al.* (2019). Herramientas y criterios para una ciudad sostenible. En *XIII CTV 2019 Proceedings: XIII International Conference on Virtual City and Territory: "Challenges and paradigms of the contemporary city"*: UPC, Barcelona, October 2-4, 2019. Barcelona: CPSV, 2019, p. 8300. E-ISSN 2604-6512. DOI <http://dx.doi.org/10.5821/ctv.8300>

### Resumen

El actual modelo urbano basado en el consumo excesivo de recursos, es un sistema totalmente insostenible, marcado por un crecimiento incontrolado de los sistemas urbanos y de su población y un uso exorbitante de recursos no renovables, lo que genera contaminación y residuos. Esta realidad hace necesario, establecer estrategias y políticas con criterios medioambientales para cambiar este modelo actual por un modelo sostenible, porque de lo contrario, no hay futuro para las nuevas generaciones.

La presente comunicación pretende establecer criterios comunes para la evaluación de la sostenibilidad en distintos ámbitos urbanos. Se basa en la recopilación de información documental para analizar el estado actual de las ciudades. Se realizará un análisis de los principales indicadores existentes a escala urbana y también herramientas de evaluación vigentes en la actualidad, describiendo su metodología/etapas y criterios de evaluación. Una vez hecho este análisis se procederá a establecer criterios generales para cada uno de los ámbitos de aplicación de las herramientas analizadas, de acuerdo a los que ya contemplan éstas y las que deberían contemplar, de esta manera obtenemos una matriz con los principales indicadores según el ámbito y la dimensión.

Al analizar todos los aspectos que confluyen en la conformación de una ciudad sostenible, queda claro que para lograr los objetivos de sostenibilidad se requiere un compromiso colectivo, ya que intervienen una serie de variables que en sí mismas involucran otras líneas de estudio, por lo que resultan ser complejos en sí mismos. Aunque existen objetivos, indicadores, criterios, normativas y herramientas, no todos los gestores de la ciudad comprenden la importancia de incluir en sus proyectos criterios medioambientales y que, para lograr una gestión de la ciudad de manera eficiente, es necesario entenderla como un todo, desde una perspectiva local, como un escenario donde confluye una complejidad de factores y lo más importante, donde vivimos todos.

El camino hacia la consecución de estos objetivos no es fácil y está lleno de obstáculos, pero es la única vía para que las futuras generaciones puedan tener un futuro. En este ámbito, se deben fortalecer las herramientas existentes, para que sean más asequibles a todos y los mecanismos de participación ciudadana, para que todos hagamos ciudad. Si los ciudadanos no entienden la ciudad como su responsabilidad, no tendrá sentido ninguna estrategia urbana, ya que no perdurará en el tiempo. Son muchas las vías para lograr una ciudad sostenible, lo importante es entenderlas y aplicarlas de acuerdo a nuestra realidad.

### Abstract

The current urban model based on the excessive consumption of resources, is a totally unsustainable system, marked by an uncontrolled growth of urban systems and its population and an exorbitant use of non-renewable resources, which generates pollution and waste. This reality makes it necessary to establish strategies and policies with environmental criteria to change this current model for a sustainable model, because otherwise, there is no future for new generations.

---

<sup>1</sup> Departamento de Física, Escuela Superior de Edificación de Barcelona-EPSEB, Universitat Politècnica de Catalunya-UPC, Barcelona, España, <https://orcid.org/0000-0003-4887-2062>; <sup>2</sup> Departamento de Física, Escuela Superior de Edificación de Barcelona-EPSEB, Universitat Politècnica de Catalunya- UPC, Barcelona, España, <http://orcid.org/0000-0002-0070-8979> y <sup>3</sup> Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona-ETSAB, Universitat Politècnica de Catalunya- UPC, Barcelona, España, <https://orcid.org/0000-0003-4453-8438>. \* Correo de contacto: [fanny.esther.beriguete@upc.edu](mailto:fanny.esther.beriguete@upc.edu)



This communication aims to establish common criteria for the evaluation of sustainability in different urban areas. It is based on the collection of documentary information to analyze the current state of cities. An analysis of the main existing indicators at urban level and also current evaluation tools will be carried out, describing their methodology / stages and evaluation criteria. Once this analysis is done, general criteria will be established for each of the areas of application of the analyzed tools, according to those already contemplated and those that should be contemplated, in this way we obtain a matrix with the main indicators according to the scope and dimension.

When analyzing all the aspects that converge in the conformation of a sustainable city, it is clear that to achieve the objectives of sustainability a collective commitment is required, since a series of variables that in themselves involve other lines of study are involved, so they turn out to be complex in themselves. Although there are objectives, indicators, criteria, regulations and tools, not all city managers understand the importance of including environmental criteria in their projects and that, to achieve efficient city management, it is necessary to understand it as a whole, from a local perspective, as a scenario where a complexity of factors converges and most importantly, where we all live.

The road to achieving these goals is not easy and full of obstacles, but it is the only way for future generations to have a future. In this area, existing tools should be strengthened, so that they are more accessible to all and citizen participation mechanisms, so that we all make city. If citizens do not understand the city as their responsibility, no urban strategy will make sense, since it will not last over time. There are many ways to achieve a sustainable city, the important thing is to understand and apply them according to our reality.

**Palabras Clave:** ciudad sostenible; herramientas de evaluación; indicadores de sostenibilidad

**Key words:** sustainable city; evaluation tools; sustainability indicators

## 1. Introducción

Hoy en día el mundo ha mostrado un interés marcado en los temas medioambientales, con énfasis en la ciudad, ya que es el punto focal de todas las actividades que realiza el hombre, actividades que han provocado un uso excesivo de los recursos y grandes problemas medioambientales, es por eso que se realizan muchas investigaciones encaminadas a mejorar esta realidad, la cual se caracteriza por la necesidad de reutilizar espacios que han sido renegados por las autoridades y sus ciudadanos.

Uno de los grandes retos de la comunidad mundial en el siglo XXI es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Fuller, & Crawford, 2011). Las actividades industriales han ocasionado un aumento de un 30% de concentración de gases desde el siglo pasado. Actualmente existe un consenso entre los científicos y personas estudiosas del tema de que el consumo energético actual y las actividades que realiza el hombre están generando grandes impactos en el medio ambiente, lo que repercutirá negativamente en la calidad de vida de las personas y en el entorno habitado (Ministerio para la Transición Ecológica, s. f.)

Fuller & Crawford (2011) expresan “Uno de los cambios más notables en nuestro paisaje urbano en los últimos 50 años ha sido el crecimiento de nuestras principales ciudades hacia fuera de sus centros geográficos originales”. Otro factor relevante en esta temática es el crecimiento acelerado de las ciudades y de sus poblaciones. Yin, Mizokami, & Aikawa (2015) destacan la importancia de la evaluación medioambiental en los temas urbanos, señalando “(...) es importante evaluar los impactos ambientales de las estructuras urbanas y así reducir su efecto negativo para lograr un desarrollo urbano sostenible”.

Adinyira, Oteng-seifah, & Adjei-kumi (2007) definen la sostenibilidad urbana “(...) como un estado deseable de las condiciones en las zonas urbanas, y que éstas perduren a lo largo del tiempo”. Entonces se puede decir que se requiere de una planificación eficaz que cubra todos los aspectos inherentes de la condición urbana.



## 2. Metodología

Se realizará un análisis de los principales indicadores existentes a escala urbana y también herramientas de evaluación vigentes en la actualidad, describiendo su metodología/etapas y criterios de evaluación.

Una vez hecho este análisis se procederá a establecer criterios generales para cada uno de los ámbitos de aplicación de las herramientas analizadas, de acuerdo a los que ya contemplan éstas y las que deberían contemplar, de esta manera obtenemos una matriz con los principales indicadores según el ámbito y la dimensión.

## 3. El reto de la sostenibilidad en un mundo urbanizado

En el Informe de Naciones Unidas sobre las Ciudades del Mundo del 2008 (UN-HABITAT, 2008) se anunciaba que por primera vez en la historia, más de la mitad de la población mundial habitaba en ciudades. En un mundo cada vez más urbano, la evolución que sigan las ciudades y la manera en que respondan al reto de la justicia social y de la sostenibilidad va a ser determinante para configurar el futuro del planeta.

En cuanto al cambio climático, aunque es fundamental que las nuevas áreas urbanas se planifiquen desde la perspectiva medioambiental, es primordial que las transformaciones de las zonas urbanas ya existentes sean analizadas exhaustivamente (IBI Group, 2000).

Las ciudades actuales tienen el reto de cambiar su papel actual y en lugar de ser parte del problema, convertirse en parte del cambio, a través de iniciativas de prevención, reducción (ahorro energético) y anticipación a los eventos que puedan generarse por la realidad actual.

### 3.1 Sostenibilidad en el contexto europeo

Desde el momento que la Comisión Europea creara el grupo de expertos en medio ambiente urbano en 1991, la Unión Europea dirige sus esfuerzos a integrar en todas las políticas urbanas objetivos ambientales para alcanzar ciudades sostenibles. Hoy en día, se entiende que la adopción de estrategias urbanas integrales en nuevos proyectos e intervenciones en la ciudad existente es esencial para alcanzar los retos de la sostenibilidad (Simón-Rojo, & Hernández-Aja, 2011).

Para la consecución de estos objetivos (Fig. 1) es necesario emplear herramientas y métodos apropiados que posibiliten medir el impacto y la sostenibilidad de las actuaciones que se realizan.

De esta manera, estos mecanismos de evaluación deben ser integrales, permitiendo analizar el impacto físico ambiental y socio-económico, además, que puedan usarse para evaluaciones a escala de barrio. Con la aplicación de estas herramientas de evaluación de sostenibilidad urbana podemos detectar si se están aplicando las estrategias adecuadas y de ser así, qué resultados se están obteniendo y si es necesario hacer ajustes en los procesos.

Figura 1. Objetivos del desarrollo sostenible



Fuente: Humanum Colombia.org, disponible en: <http://www.humanumcolombia.org/p2-2/>

### 3.2 Perspectiva integral

En Europa existe un creciente interés de desarrollar las intervenciones urbanas desde una perspectiva integral, que tome en cuenta aspectos físicos, culturales, sociales, medioambientales y económicos (IBI Group, 2000). Esto supone que el diseño y planeación de las intervenciones urbanas y la gestión de los recursos, han de integrar objetivos de regeneración barrial que vayan más allá de la revitalización espacial.

## 4. Indicadores de sostenibilidad urbana

El proceso de reevaluación de la ciudad actual y la aplicación de estrategias sostenibles amerita el uso de una serie de herramientas que sean capaces de ayudar en los procesos de planeación, gestión y funcionamiento de las ciudades. Una herramienta esencial en este ámbito es el sistema de indicadores de sostenibilidad, que permite resumir en valores numéricos algunos de los elementos que definen el nivel de sostenibilidad de una ciudad, tomando como referencia un modelo urbano más sostenible (Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, s. f.).

Los Indicadores de Sostenibilidad Urbana constituyen una herramienta que responde a un modelo de ciudad más sostenible con la finalidad de evaluar cuantitativa y cualitativamente el proceso de gestión de la ciudad desde una perspectiva integral y sistémica con principios de sostenibilidad (Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, 2010).

El 17 de septiembre del año 2009, en la Reunión de la Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible (RdR/DLS) realizada en Albacete, se pactó la elaboración de un Grupo de Trabajo para poder definir unos indicadores uniformes a todas las redes que ayuden al seguimiento de la EESUL<sup>2</sup>.

Este trabajo colectivo ha culminado en la elaboración de un sistema de indicadores, útil tanto para municipios pequeños como grandes, procurando vencer las barreras de acceso a la información que poseen los pequeños municipios. Para esto se ha considerado conveniente la elaboración de este sistema modular, con un módulo elemental de indicadores aplicable a todos los municipios y un módulo para municipios de menos de 2.000 habitantes (Ministerio de Fomento, s. f.).

Este sistema de indicadores se agruparon en 7 ámbitos (Fig. 2): 1.-Ocupación del suelo, 2.-Espacio público y habitabilidad, 3.-Movilidad y servicios, 4.-Complejidad urbana, 5.-Espacios verdes y biodiversidad, 6.-Metabolismo urbano y 7.-Cohesión social (Fig. 2); que a su vez se agrupan en cuatro ejes fundamentales que son los definidores del modelo de ciudad: compacidad (1, 2 y 3); complejidad (4 y 5); eficiencia (6), cohesión social (7) (Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible, Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, & Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino, 2012).

Figura 2. Indicadores de Sostenibilidad Urbana

A01 OCUPACIÓN DEL SUELO			A05 METABOLISMO URBANO		
Subámbito	Código	Indicador	Subámbito	Código	Indicador
Intensidad de uso	01	Densidad urbana de viviendas	Energía	23	Consumo energético
	02	Compacidad absoluta		24	Autosuficiencia energética
A02 ESPACIO PÚBLICO Y HABITABILIDAD			Agua	25	Consumo hídrico
Ordenación	03	Compacidad corregida		26	Suficiencia hídrica
	04	Accesibilidad del viario público peatonal	Alimentos	27	Autoproducción alimentaria
Calidad del espacio público	05	Calidad del aire		28	Recogida selectiva neta
	06	Confort acústico		29	Residuos de la construcción
	07	Confort térmico	Residuos y materiales	30	Consumo energético del/los sistema/s de recogida
	08	Percepción espacial de verde urbano		31	Dotación de contenedores de recogida de residuos
	09.1	Índice de habitabilidad en el espacio público		32	Proximidad a punto de recogida
	09.2	Índice de habitabilidad global		33	Proximidad a puntos limpios
A03 MOVILIDAD Y SERVICIOS			Atmosfera	34	Cierre de ciclo de materia orgánica
Configuración de la red	10	Modo de desplazamiento de la población		35	Emisión de gases de efecto invernadero
	11	Proximidad a redes de transporte alternativo al automóvil	A06 ESPACIOS VERDES Y BIODIVERSIDAD URBANA		
Funcionalidad	12	Reparto del viario público	Estructura	36	Permeabilidad del suelo
	13	Proximidad a aparcamiento para bicicletas			37
Dotación de infraestructuras	14	Proximidad al servicio de préstamo de bicicletas		38	Índice de abundancia de aves en la ciudad
	15	Aparcamiento para el vehículo privado fuera de calzada		39	Proximidad simultánea a espacios verdes
	16	Déficit de aparcamiento para el vehículo privado		40	Índice de funcionalidad de parques y jardines
	17	Operaciones de carga y descarga fuera de calzada	Potencial	41	Densidad de árboles por tramo de calle
A04 COMPLEJIDAD URBANA				42	Diversidad del arbolado urbano
Diversidad	18	Complejidad urbana		43	Conectividad de la red verde
	19	Equilibrio entre actividad y residencia	A07 COHESIÓN SOCIAL		
	20	Actividades de proximidad	Mezcla de población	44	Índice de envejecimiento
	21	Actividades densas en conocimiento		45	Población extranjera
Funcionalidad	22	Continuidad espacial y funcional de la calle corredor		46	Titulados superiores
			Vivienda	47	Vivienda protegida
			Equipamientos	48	Dotación de equipamientos
				49	Proximidad a equipamientos básicos

Fuente: (Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, 2010, págs. 19-20).

Mediante el sistema de indicadores de sostenibilidad es factible la comparación de distintos tejidos urbanos o la evolución de un sistema urbano determinado. Asimismo, el sistema de

<sup>2</sup> Estrategia Española de Sostenibilidad Urbana y Local



indicadores es premeditado, es decir, se emplea en la etapa de planeamiento urbanístico para cerciorarse de que los ámbitos estudiados se ajustan a los parámetros considerados por los indicadores, pudiendo modificar aspectos de la actuación urbana para que ésta cumpla con los valores determinados en el panel de indicadores.

Tal como señala la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, “Los indicadores de sostenibilidad evalúan, por tanto, el grado de acomodación al modelo de ciudad tanto al inicio de la actuación urbanística (planificación) como una vez esta actuación ha sido implementada y está funcionando (uso y gestión). En ambos casos, a pesar de tratarse de contextos diferenciados, se persigue el mismo objetivo: lograr un modelo de ciudad compacta, compleja y más sostenible. Es por ello que el valor de los indicadores como instrumento es fundamental para aplicar el modelo de ciudad más sostenible, bien sea en fase de planeamiento, de urbanización, de construcción o de uso”.(Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, s. f.)

## 5. Herramientas de evaluación urbana

La mayoría de las herramientas existentes de evaluación urbana han sido gestadas por organismos locales o nacionales en el marco de programas europeos de investigación subvencionados con fondos públicos. A la par de estos programas se han desarrollado proyectos y casos de buenas prácticas.

Uno de estos programas, es el proyecto PETUS (Practical Evaluation Tools for Urban Sustainability), el cual se creó para generar una base de datos de herramientas e investigaciones prácticas que pudiera ser empleada para fomentar el desarrollo sostenible en los núcleos urbanos. Este proyecto fue financiado por el Programa de Energía, Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de la UE. Uno de los participantes del proyecto, la Escuela de Arquitectura de Gales (Cardiff, Reino Unido), realizó una revisión bibliográfica sobre herramientas y datos provenientes de evaluaciones comparativas usados para medir la sostenibilidad de las ciudades. Los investigadores reconocieron diferentes herramientas teóricas y prácticas, entre ellas algunas empleadas para evaluar impactos medioambientales, sociales y económicos y otras destinadas a ámbitos específicos (Comisión Europea, 2010). Por otro lado, el proyecto CRISP (City Related Sustainability Indicators Project), analiza las distintas herramientas existentes en el ámbito de la regeneración urbana. Ambos programas se desarrollaron dentro del 5º Programa Marco de Investigación (Simón- Rojo & Hernández-Aja, 2011).

### 5.1 Criterios de clasificación

Las herramientas de evaluación que se pueden encontrar, se pueden clasificar atendiendo a varios criterios:

- 1) *La escala de aplicación*: edificación o manzana, barrio, ciudad, país o región.
- 2) *La fase en la que se utiliza*, diferenciando entre la etapa de diseño y la etapa de control, acompañamiento o evaluación.
- 3) *El objeto (O)* al que se destina la herramienta.
- 4) *La tipología (T)* de herramienta, diferenciando entre guías o sugerencias metodológicas, sistema de indicadores y check-list. Se indica además si la herramienta emplea SIG, debido a su gran potencial futuro.

5) *El agente (A)* que la ha elaborado, que puede ser un organismo público o privado, vinculado a instituciones europeas, consultoras, centros de investigación o educativos o a administraciones locales, regionales o nacionales.

Como se puede observar en la Tabla 1 las herramientas realizadas para su aplicación en la etapa del diseño, suelen ser de índole orientativa, particularmente check list, en cambio, las que se dirigen a la monitorización o evaluación de proyectos se basan en sistemas de indicadores. Es curioso el hecho de que estas herramientas de diseño no consideren en un primer momento los sistemas de indicadores, cuando ellos son idóneos para diseñar políticas urbanas integrales. En cuanto a la escala de aplicación, las herramientas orientadas al diseño se centran en la evaluación de edificios y en menor proporción, de barrios, mientras, que las de evaluación abordan escalas más amplias, como la ciudad, áreas metropolitanas o políticas urbanas. Muchas de estas herramientas ya no están funcionando, debido a que fueron dejadas de lado tras la finalización de los proyectos. En la tabla se puede ver que entre las herramientas que ya no están en operación se encuentran Pastille, Eurogise y Ecoboxx.

Tabla 1. Clasificación de las herramientas según su escala de aplicación, aplicación y contenido

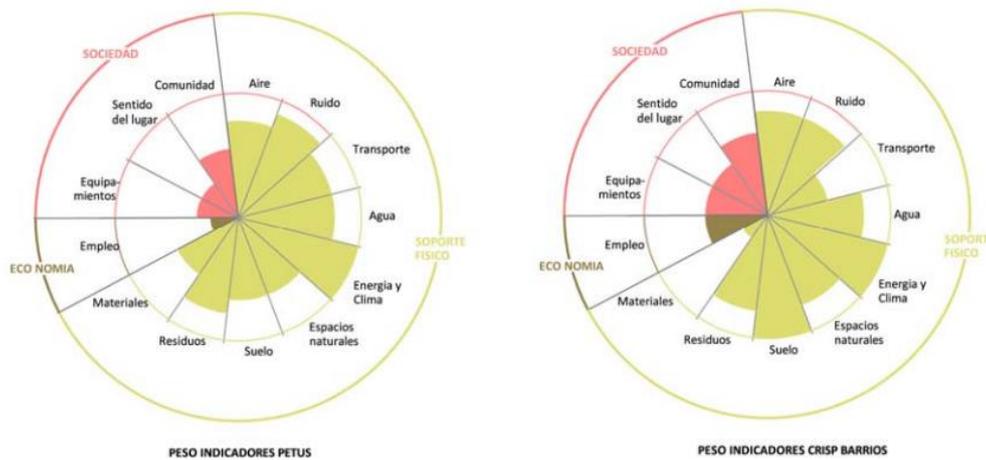
	ESCALA DE APLICACIÓN			
	Territorio y otros	Ciudad	Barrio	Edificio
<b>HERRAMIENTAS ORIENTADAS AL DISEÑO</b>				
Nombre	<b>ECOBOXX (3)</b>	<b>EUROGISE</b>	<b>BRE</b>	<b>ECOBOXX</b>
Aplicación	Estrategia finlandesa de consumo y producción responsable		Nuevos desarrollos	Adaptación edificios existentes
Tipo	Modelo	GIS, Indicadores, monitorización	Checklist Benchmarks (consultoría)	Modelo
Nombre	<b>SLA</b>		<b>COUNTRYSIDE</b>	<b>HQE Process (5)</b>
Aplicación	Planes de Desarrollo Concepto Enfoque gobernanza		Interfaz urbano-rural	Nuevos o rehab. Criterios, Indicadores, Métodos evaluación
Tipo			Guía	
Nombre		<b>MEMPD</b>		
Aplicación		guía y Checklist		
Tipo				
Nombre				<b>Sust. Checklist</b>
Aplicación				Edificio comunitario guía y Checklist
Tipo				
<b>HERRAMIENTAS ORIENTADAS A LA EVALUACION/GESTION</b>				
Nombre	<b>CSD Framework</b>	<b>A-KOSTADT 2000</b>		<b>EMCP</b>
Aplicación	Política nacional de sostenibilidad	Ev. Proyecto Ecocity 2000 + Action Plans		Gestión mantenimiento edificio
Tipo	Indicadores	Indicadores, objetivos		Indicadores y benchmark
Nombre	<b>HUD (6)</b>	<b>Moland-European Common Indicators</b>		
Aplicación	Programas contra la pobreza urbana	Seguimiento dinámicas espaciales/uso suelo		
Tipo	GIS	GIS-Indicadores		
Nombre	<b>Spatial territorial indicators</b>	<b>ISTAS</b>		
Aplicación	Políticas	Medio ambiente urbano		
Tipo	Indicadores GIS	Indicadores		
Nombre		<b>PASTILLE</b>		
Aplicación		Ev. Eficacia políticas urbanas		
Tipo		guía y test		

No operativa  
  Guía  
  Check-list  
  Indicadores  
  Modelo

Fuente: (Simón Rojo, 2010, pág.5)

6) *La naturaleza de las temáticas abordadas.* En este ámbito se considera cuáles aspectos (Fig. 3) aborda la herramienta (aspectos físicos, sociales y/o económicos).

Figura 3. Soporte físico, sociedad y economía en las herramientas de evaluación de la sostenibilidad urbana



Fuente: (Simón Rojo, 2010, pág.6)

La sostenibilidad urbana posee una triple dimensión: ambiental, social y económica. No obstante, si se analizan las herramientas de evaluación de sostenibilidad urbana, que incluyen instrumentos para cuantificarla, hay una gran desproporción en la consideración de estos tres ámbitos. Como se puede distinguir en la Figura 3 el ámbito físico (sostenibilidad ambiental) es el más considerado en las políticas urbanas. Esta dimensión comprende aspectos como el agua, aire, suelo, energía y clima, ruido, transporte, residuos, espacios verdes y biodiversidad, materiales y sistemas constructivos). Indudablemente, resulta más fácil evaluar y cuantificar los resultados de una intervención urbana sobre el entorno físico y el uso de materiales o de energía que evaluar su efecto social y económico, por su complejidad y porque no sólo dependen de las intervenciones urbanas, sino de otros aspectos más allá de la intervención. En la gráfica de las herramientas del programa CRISP se puede observar que el ámbito de los materiales y el transporte no tienen mucha repercusión, esto puede deberse a la escala de evaluación. Por otra parte, las dos gráficas tienen aspectos tratados con igual énfasis: uno de ellos es la transformación en los usos de suelo, tema repetitivo en los proyectos de la Unión Europea. El segundo aspecto es energía y clima, lo cual deja de manifiesto el interés que existe por el cambio climático y la dependencia energética actual, temas presentes en las agendas y en investigaciones. Gran parte de estos proyectos ponen especial énfasis en la eficiencia de los procesos urbanos, estableciendo indicadores y objetivos para disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>, aminorando el impacto de los edificios en el cambio climático.

Es importante señalar el hecho de que en estas herramientas de evaluación de intervenciones barriales han surgido otros temas como el de costes económicos, a través de la reducción de consumos, el de viviendas accesibles o la regulación de precios. Varios trabajos señalan la importancia de las formas de vida o incluyen objetivos de disminución del consumo energético y de la producción (National Research Council, 2003). El proyecto Åkostadt destaca el hecho de que las normativas no son suficientes para lograr el desarrollo sostenible, sino que se hace necesario también establecer restricciones de determinadas sustancias y fomentar procesos creativos en el ámbito local que fortalezcan los ecosistemas locales (Graz Stadt Umweltamt, 1999).

## 5.2 Análisis de herramientas

En este apartado se hará un análisis de algunas herramientas de evaluación urbana de las cuales se pudo encontrar información con diferentes ámbitos de aplicación destacando criterios y metodologías. En la Tabla 2 se exponen las herramientas con sus respectivos links para descargar en algunos casos y en otros para ampliar la información sobre estas y las Tablas 3, 4, 5, 6, nos muestran las herramientas según su ámbito de aplicación.

Tabla 2. Herramientas analizadas

HERRAMIENTA	ÁMBITO DE APLICACIÓN	LINK
RFSC	Ciudad	<a href="http://rfsc.eu/">http://rfsc.eu/</a>
AMBIMOB 2.0	Movilidad	<a href="http://mediambient.gencat.cat/ambimob">http://mediambient.gencat.cat/ambimob</a>
VEUS	Ciudad	<a href="http://visor_ova.es/visor/index.html?idioma=es&amp;capasids=VEUS:4.3.2.1.0">http://visor_ova.es/visor/index.html?idioma=es&amp;capasids=VEUS:4.3.2.1.0</a>
SLA	Comunidad	<a href="https://digitalcommons.ilr.cornell.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1207&amp;context=intl">https://digitalcommons.ilr.cornell.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1207&amp;context=intl</a>
ECOPADEV	Comunidad	<a href="https://cordis.europa.eu/result/rcn/81862_es.html">https://cordis.europa.eu/result/rcn/81862_es.html</a>
BREEAM ES	Edificación	<a href="http://www.breeam.es/">http://www.breeam.es/</a>
LEED	Edificación	<a href="https://lo.usgbc.org/">https://lo.usgbc.org/</a>
CASBEE	Ciudad/Áreas urbanas/Edificación	<a href="http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm">http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm</a>
DGNB	Edificio	<a href="http://www.dgnb-system.de/en/system/dgnb-sustainability_concept/">http://www.dgnb-system.de/en/system/dgnb-sustainability_concept/</a>

■ Ciudad    ■ Movilidad    ■ Comunidad y áreas urbanas    ■ Edificación

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Herramientas ámbito de aplicación Ciudad

RFSC <sup>3</sup>	VEUS <sup>4</sup>	CASBEE <sup>5</sup> Ciudad
<b>Evaluación y Monitorización</b> <b>Etapas y /o metodología:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo de una estrategia o proyecto sostenible</li> <li>Verificación del enfoque integrado</li> <li>Elaboración de un sistema de monitorización</li> </ul> <b>Criterios de Evaluación:</b> 5 dimensiones con 30 objetivos <ul style="list-style-type: none"> <li>Dimensión Espacial</li> <li>Dimensión de la Gobernanza</li> <li>Dimensión Social y Cultural</li> <li>Dimensión Económica</li> <li>Dimensión Ambiental</li> </ul>	<b>Diagnóstico</b> <b>Etapas y /o metodología:</b> Mediante un visor cartográfico detecta zonas vulnerables en la ciudad. <b>Criterios de Evaluación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dimensión Residencial</li> <li>Dimensión Socioeconómica</li> <li>Dimensión Sociodemográficas</li> </ul>	<b>Evaluación</b> <b>Etapas y /o metodología:</b> Estimación cuantitativa de la efectividad de las estrategias implementadas en la ciudad. <b>Criterios de Evaluación:</b> Triple dimensionamiento: <ul style="list-style-type: none"> <li>Sociedad</li> <li>Medioambiente</li> <li>Economía</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Herramientas ámbito de aplicación Comunidades y Áreas urbanas

SLA <sup>6</sup>	ECOPADEV <sup>7</sup>	CASBEE Áreas urbanas
<b>Planificación y Evaluación</b> <b>Etapas y /o metodología:</b> Es un enfoque vinculante basado en la consideración de que todas las personas tienen aptitudes y activos que pueden ser desarrolladas para contribuir con el mejoramiento de sus condiciones de vida. <b>Criterios de Evaluación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capital Humano (Salud, educación, conocimientos, aptitudes, nutrición,</li> </ul>	<b>Evaluación</b> <b>Etapas y /o metodología:</b> Acceso a la plataforma con una clave personal, donde deberán introducir informaciones generales del proyecto (área del parque tecnológico, número de empresas que lo componen, cantidad de empleados, espacios destinados para áreas verdes, etc.). Después de complementar estos datos, el programa analizará el estado actual del área bajo	<b>Evaluación</b> <b>Etapas y /o metodología:</b> Existen dos modalidades <ul style="list-style-type: none"> <li>CASBEE para el desarrollo urbano (CASBEE-UD): Considera grupos de edificaciones, evaluando los fenómenos resultantes del aglomerado de edificios de manera global, sin considerar los aspectos interiores de cada edificio.</li> <li>Lista de verificación de salud</li> </ul>

<sup>3</sup> Reference Framework for European Sustainable Cities

<sup>4</sup> Visor de espacios urbanos sensibles

<sup>5</sup> Sistema de Evaluación Integral para la Eficiencia del Ambiente Construido

<sup>6</sup> Sustainable Livelihoods Approach [Enfoque de medios de vida sostenibles]

<sup>7</sup> Desarrollo de parques eco-industriales

<p>capacidad de adaptación a las circunstancias y a su entorno y capacidad para trabajar).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capital Social (Cultura, mecanismos de participación y representación colectiva, liderazgo, emprendedurismo, redes y relaciones, relaciones comunitarias, asociaciones formales e informales, costumbres, reglas colectivas y penalidades).</li> <li>• Capital Físico (Equipamientos, suministro de servicios, instrumentos y tecnologías).</li> <li>• Capital Natural (Ecología y biodiversidad, alimentos, agua, tierra, árboles, etc.).</li> <li>• Capital Financiero (Salarios, pensiones, créditos, ahorro, remesas, etc.)</li> </ul>	<p>estudio y recomendará mejoras en aquellos ámbitos.</p> <p><b>Componentes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un cuestionario para la recopilación de datos, estructurado en cinco bloques temáticos</li> <li>• Un sistema de evaluación de la información recogida</li> <li>• Una serie de recomendaciones de mejoras de fácil entendimiento</li> <li>• Un conjunto de indicadores</li> <li>• Un sistema de generación de escenarios de situación</li> <li>• Una base de datos con valores por defecto</li> <li>• Un sistema de referencias locales</li> <li>• Un glosario de términos que permite que los usuarios puedan aclarar dudas en cuanto a términos utilizados en el cuestionario.</li> </ul> <p><b>Criterios de Evaluación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medioambiente</li> <li>• Materiales y procesos productivos</li> <li>• Transporte</li> <li>• Seguridad y salud Recursos humanos</li> <li>• Calidad de vida</li> </ul>	<p>comunitaria de CASBEE: Es un tipo de herramienta empleada para evaluar los niveles de salud de las comunidades. Este checklist está basado en la CIF de la OMS.</p> <p><b>Criterios de Evaluación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medioambiente</li> <li>• Salud</li> </ul>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Herramientas ámbito de aplicación Edificios

BREEAM ES	LEED <sup>8</sup>	DGNB <sup>9</sup>	CASBEE Edificios
<p><b>Evaluación y certificación</b></p> <p><b>Etapas y/o metodología</b> Se trata de un sistema de evaluación y de certificación de la sostenibilidad. Es necesario contactar con un asesor reconocido por BREEAM, que realizará todos los trabajos de inscripción, seguimiento y evaluación para conseguir la certificación de la sostenibilidad del edificio. El asesor BREAAM es un profesional independiente que dispone de licencia vigente, que ha superado una rigurosa formación y un proceso de certificación avalado por la Entidad Nacional de Acreditación ENAC. BRE Global es el organismo encargado de certificar los edificios. Los pasos a seguir para la evaluación son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro</li> <li>• Evaluación inicial</li> <li>• Establecimiento de objetivos</li> </ul>	<p><b>Evaluación y certificación</b></p> <p><b>Etapas y/o metodología</b> Esta herramienta establece un listado de créditos que contemplan una serie de medidas de disminución de impactos ambientales. Luego, crea una matriz que asocia la importancia de las categorías de impacto ubicadas en un eje y los créditos estimados en LEED en el otro eje. Esta matriz permite saber la relación existente entre los créditos y los impactos y en qué grado. Los criterios para realizar la estimación están basados en los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos los créditos poseen una puntuación mínima de 1 punto.</li> <li>• No existen puntuaciones negativas ni fracciones</li> <li>• Las puntuaciones son universales y no dependen del tipo de proyecto.</li> <li>• La puntuación destinada a todos los criterios es de 100 puntos y 10 puntos más</li> </ul>	<p><b>Evaluación y certificación</b></p> <p><b>Etapas y/o metodología</b> Se certifica el cumplimiento criterios de sostenibilidad en los ámbitos de calidad medioambiental, economía, aspectos socioculturales, tecnología, flujos de trabajo de procesos y emplazamiento. Si en la evaluación se obtienen buenos porcentajes en estos ámbitos, la DGNB otorga el certificado DGNB en bronce, plata, oro y platino. Además, para proyectos en fase de planificación se hace una precertificación del edificio</p> <p><b>Criterios de Evaluación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medioambiental<sup>10</sup></li> <li>• Económica <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendimiento económico (Reducción de costes).</li> <li>- Optimización del tráfico.</li> </ul> </li> <li>• Sociocultural y Funcional: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Confort térmico, acústico y visual.</li> <li>- Efectos estéticos.</li> <li>- Integración eficiente de la edificación en el entorno urbano</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Evaluación</b></p> <p><b>Etapas y/o metodología</b> CASBEE en esta escala cuenta con cuatro herramientas de evaluación que intentan cubrir todos los ámbitos del ciclo de vida de la edificación):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CASBEE para el pre diseño (CASBEE-PD): Esta herramienta asiste a los diseñadores en la elección de emplazamientos adecuados y en la estimación de los impactos que pueda generar la edificación en el aspecto medioambiental.</li> <li>• CASBEE para nuevos proyectos (CASBEE-NC): Permite adquirir una evaluación centrada en las estimaciones de rendimiento esperadas y en las especificaciones de diseño.</li> <li>• CASBEE para edificación construida (CASBEE-EB): Está destinado a edificaciones que tenga en funcionamiento por lo menos un año, debido a que se requiere de registros</li> </ul>

<sup>8</sup> Leadership in Energy & Environmental design

<sup>9</sup> Estas evaluaciones se realizan de manera global, basándose en el ciclo de vida de la edificación y el confort de los usuarios (VEREDES, 2016)

<sup>10</sup> 15 puntos para evaluar el impacto ambiental en todo el ciclo de vida de la edificación. Los puntos con mayor peso en este ámbito son los vinculados con las emisiones de GEI, la gestión del agua, el uso del suelo, el consumo energético y sus fuentes y los efectos microclimáticos en la edificación y sus alrededores.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de acción</li> <li>• Revisión</li> <li>• Verificación de los objetivos</li> </ul> <p>Esta metodología posee diferentes tipologías de uso (comercial, vivienda, en uso, urbanismo y “a medida”). La certificación posee cinco niveles de evaluación: Excepcional, Excelente, Muy Bueno, Bueno y Aprobado (Castilla, 2013).</p> <p><b>Criterios de Evaluación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión (GST)</li> <li>• Salud y bienestar (SYB)</li> <li>• Energía (ENE)</li> <li>• Transporte (TRA)</li> <li>• Agua (AG)</li> <li>• Materiales (MAT)</li> <li>• Residuos (RSD)</li> <li>• Uso del suelo y ecología (USE)</li> <li>• Contaminación (CONT) (Zerozem, 2017).</li> </ul>	<p>distribuidos entre la categoría de diseño, innovación y regionalización.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las certificaciones que se pueden obtener de acuerdo a los puntos son los siguientes:</li> <li>• Certified (Certificado) 40 - 49 puntos</li> <li>• Silver (Plata) 50 - 59 puntos</li> <li>• Gold (Oro) 60 - 79 puntos</li> <li>• Platinum (Platino) 80 puntos o más.</li> </ul> <p><b>Criterios de Evaluación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación y Transporte (16 p.)</li> <li>• Sitios sostenibles (10 p.)</li> <li>• Uso Eficiente del Agua (10 p.)</li> <li>• Energía y Atmósfera (35 p.)</li> <li>• Materiales y Recursos (14 p.)</li> <li>• Calidad Ambiental Interior (15 p.)</li> <li>• Innovación en el diseño (6 p.)</li> <li>• Prioridad Regional (4 p.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnica:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguridad contra incendios</li> <li>- Protección contra el ruido.</li> <li>- Protección activa contra la humedad.</li> <li>- Calidad de la envolvente</li> <li>- Fácil mantenimiento y reconstrucción de la edificación, reciclaje y desconstrucción.</li> </ul> </li> <li>• Gestión de la construcción</li> <li>• Emplazamiento (Seis puntos a analizar):             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceso al transporte público, los equipamientos y servicios (ARCADIS).</li> </ul> </li> </ul>	<p>de consumo, para a partir de ellos hacer evaluaciones de eficiencia energética.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CASBEE para rehabilitación de edificaciones (CASBEE-RN): Permite evaluar propuestas de rehabilitación de edificaciones tomando en consideración criterios de sostenibilidad (Veloza, 2013).</li> </ul> <p><b>Criterios de Evaluación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia Energética</li> <li>• Eficiencia Recursos</li> <li>• Medio ambiente Local</li> <li>• Medioambiente Interior</li> </ul>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Herramienta ámbito de aplicación Movilidad

<p><b>AMBIMOB 2.0</b></p> <p><b>Diagnóstico y Evaluación</b></p> <p><b>Etapas y/o metodología:</b></p> <p>Esta herramienta se divide en dos partes, en la primera parte se realiza el cálculo del consumo y las emisiones y en la segunda parte la evaluación ambiental de las medidas adoptadas</p> <p><i>Parte I: Cálculo del consumo y de las emisiones</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elección del municipio</li> <li>2. Elección del año base</li> <li>3. Parque Vehicular: Escenario actual/Escenario tendencial/Escenario propuesto</li> <li>4. Movilidad: Escenario actual/Escenario tendencial/Escenario propuesto</li> <li>5. Emisiones</li> </ol> <p><i>Parte II: Evaluación ambiental de medidas:</i> permite visualizar los ahorros de consumo y emisiones por parte de los diferentes grupos de medidas (Departamento de Territorio y Sostenibilidad, 2016).</p> <p><b>Criterios de Evaluación:</b></p> <p>Se fijan criterios uniformes para el cálculo de los ahorros en cuanto a las emisiones de gases y partículas contaminantes vinculados a estas medidas (Segura, Iglesias, Navazo, &amp; Torre, 2015).</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3 Criterios según el ámbito de aplicación de las herramientas

En la Tabla 7 se detalla una matriz de indicadores organizados en dimensiones de acuerdo al ámbito de aplicación de dichas evaluaciones.

Tabla 7. Criterios según ámbito de aplicación

<p><b>CIUDAD/ COMUNIDADES/ÁREAS URBANAS</b></p>	
<p><b>Dimensión Espacial</b></p> <p>OCUPACIÓN DEL SUELO</p> <p><b>Indicador Intensidad de uso</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Densidad urbana de viviendas</li> <li>• Compacidad absoluta</li> </ul> <p>ESPACIO PÚBLICO Y HABITABILIDAD</p>	<p><b>Vivienda</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vivienda protegida</li> </ul> <p><b>Equipamientos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dotación de equipamientos</li> <li>• Transparencia</li> </ul> <p><b>Dimensión Social y Cultural</b></p>

<p><b>Ordenación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compacidad corregida</li> <li>• Accesibilidad del viario público peatonal</li> </ul> <p><b>Calidad del espacio público</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad del aire</li> <li>• Confort acústico</li> <li>• Confort térmico</li> <li>• Percepción espacial de verde urbano</li> <li>• Índice de habitabilidad en el espacio público</li> <li>• Índice de habitabilidad global</li> </ul> <p><b>COMPLEJIDAD URBANA</b></p> <p><b>Diversidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Complejidad urbana</li> <li>• Equilibrio entre actividad y residencia</li> <li>• Actividades de proximidad</li> <li>• Actividades densas en conocimiento</li> </ul> <p><b>Funcionalidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Continuidad espacial y funcional de la calle corredor</li> </ul> <p><b>MOVILIDAD Y SERVICIOS</b></p> <p><b>Dimensión Espacial y Funcional</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Configuración de la red</li> <li>• Modo de desplazamiento de la población</li> <li>• Proximidad a redes de transporte alternativo al automóvil</li> </ul> <p><b>Funcionalidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparto del viario público</li> <li>• Descongestión del tráfico</li> <li>• Dotación de infraestructuras</li> <li>• Proximidad a aparcamiento para bicicletas</li> <li>• Proximidad al servicio de préstamo de bicicletas</li> <li>• Aparcamiento para el vehículo privado fuera de calzada</li> <li>• Déficit de aparcamiento para el vehículo privado</li> <li>• Operaciones de carga y descarga fuera de calzada</li> </ul> <p><b>Dimensión social</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de barreras a las personas de movilidad reducida</li> <li>• Seguridad vial</li> <li>• Creación de espacios de sociabilidad ("lugares" intermedios entre lo público y lo privado) (Lange Valdés, 2011)</li> <li>• Promoción de los transeúntes como actores del espacio urbano</li> <li>• Participación ciudadana en los planes de movilidad</li> </ul> <p><b>Dimensión Ambiental</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descenso del consumo energético y las emisiones contaminantes</li> <li>• Calidad de vida urbana</li> <li>• Cierre de ciclo de materia orgánica</li> <li>• Atmósfera</li> <li>• Reducción de emisión de gases de efecto invernadero</li> </ul> <p><b>Dimensión de la Gobernanza</b></p> <p><b>Administración</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategias de desarrollo</li> </ul> <p><b>Recursos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de recursos de manera sostenible</li> </ul> <p><b>Gobierno abierto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación ciudadana</li> <li>• Democracia</li> <li>• Colaboración entre ciudadanos, sector público, sector privado y universidades /centros de formación</li> <li>• Titulados superiores</li> <li>• Igualdad intergeneracional</li> </ul>	<p><b>COHESIÓN SOCIAL</b></p> <p><b>Mezcla de población</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de envejecimiento</li> <li>• Población extranjera</li> <li>• Proximidad a equipamientos básicos</li> </ul> <p><b>Salud</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Salud colectiva</li> <li>• Bienestar social</li> </ul> <p><b>Educación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación incluyente e integral</li> </ul> <p><b>Cultura</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades culturales y de ocio</li> </ul> <p><b>Participación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacios de participación ciudadana (barrios)</li> <li>• Plataformas de participación ciudadana online</li> </ul> <p><b>Dimensión Económica</b></p> <p><b>Economía verde</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo verde y la economía circular.</li> </ul> <p><b>Innovación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciativas de innovación y ciudades inteligentes.</li> <li>• Conectividad.</li> </ul> <p><b>Empleo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estímulo del empleo y una economía local de resiliencia</li> </ul> <p><b>Producción</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción y consumo sostenible.</li> <li>• Colaboración entre sectores y empresas innovadoras</li> </ul> <p><b>Dimensión Ambiental</b></p> <p><b>METABOLISMO URBANO</b></p> <p><b>Energía</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo energético</li> <li>• Autosuficiencia energética</li> </ul> <p><b>Agua</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo hídrico</li> <li>• Suficiencia hídrica</li> </ul> <p><b>Alimentos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Autoproducción alimentaria</li> </ul> <p><b>Residuos y materiales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recogida selectiva neta</li> <li>• Residuos de la construcción</li> <li>• Consumo energético del sistema de recogida</li> <li>• Dotación de contenedores de recogida de residuos</li> <li>• Proximidad a punto de recogida</li> <li>• Proximidad a puntos limpios</li> <li>• Cierre de ciclo de materia orgánica</li> <li>• Atmósfera</li> <li>• Emisión de gases de efecto invernadero</li> </ul> <p><b>ESPACIOS VERDES Y BIODIVERSIDAD URBANA</b></p> <p><b>Estructura</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permeabilidad del suelo</li> <li>• Superficie verde por habitante</li> <li>• Índice de abundancia de aves en la ciudad</li> <li>• Proximidad simultánea a espacios verdes</li> </ul> <p><b>Potencial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de funcionalidad de parques y jardines</li> <li>• Densidad de árboles por tramo de calle</li> <li>• Diversidad del arbolado urbano</li> <li>• Conectividad de la red verde</li> </ul>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

EDIFICACIÓN	
<p><b>Dimensión Ambiental</b></p> <p><b>Energía</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia energética</li> <li>• Energías renovables</li> <li>• Energía embebida</li> <li>• Control de los sistemas y contabilización de consumos</li> </ul> <p><b>Agua</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategias de ahorro de agua</li> <li>• Gestión de aguas residuales</li> <li>• Reciclaje de aguas de lluvia, grises y terciarias</li> <li>• Riego eficiente</li> </ul> <p><b>Materiales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategias de reutilización y reciclaje de elementos constructivos existentes</li> <li>• Uso de materiales no dañinos al medio ambiente</li> <li>• Uso de materiales locales</li> </ul> <p><b>Dimensión Económica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendimiento económico</li> <li>• Optimización del tráfico</li> </ul> <p><b>Dimensión Espacial</b></p> <p><b>Emplazamiento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Accesos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexiones con el transporte público</li> <li>• Equipamientos y servicios</li> <li>• Uso del suelo</li> <li>• Ecología y biodiversidad</li> <li>• Contaminación de suelos</li> </ul> <p><b>Dimensión Sociocultural y Funcional</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Confort térmico, acústico y visual</li> <li>• Efectos estéticos</li> <li>• Integración eficiente de la edificación en el entorno urbano</li> </ul> <p><b>Dimensión Técnica y de Gestión</b></p> <p><b>Técnica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad contra incendios</li> <li>• Protección contra el ruido</li> <li>• Protección activa contra la humedad</li> <li>• Calidad de la envolvente</li> <li>• Fácil mantenimiento y reconstrucción de la edificación, reciclaje y desconstrucción</li> </ul> <p><b>Gestión</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de residuos</li> <li>• Aprovisionamiento de materiales</li> </ul> <p>Accesos al edificio por medio de transportes de bajas emisiones.</p>
MOVILIDAD	
<p><b>Dimensión Espacial y Funcional</b></p> <p><b>Configuración de la red</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modo de desplazamiento de la población</li> <li>• Proximidad a redes de transporte alternativo al automóvil</li> </ul> <p><b>Funcionalidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparto del viario público</li> <li>• Descongestión del tráfico</li> </ul> <p><b>Dotación de infraestructuras</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proximidad a aparcamiento para bicicletas</li> <li>• Proximidad al servicio de préstamo de bicicletas</li> <li>• Aparcamiento para el vehículo privado fuera de calzada</li> <li>• Déficit de aparcamiento para el vehículo privado</li> <li>• Operaciones de carga y descarga fuera de calzada</li> </ul>	<p><b>Dimensión social</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de barreras a las personas de movilidad reducida</li> <li>• Seguridad vial</li> <li>• Creación de espacios de sociabilidad ("lugares" intermedios entre lo público y lo privado) (Lange Valdés, 2011)</li> <li>• Promoción de los transeúntes como actores del espacio urbano</li> <li>• Participación ciudadana en los planes de movilidad</li> </ul> <p><b>Dimensión Ambiental</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descenso del consumo energético y las emisiones contaminantes</li> <li>• Calidad de vida urbana</li> <li>• Cierre de ciclo de materia orgánica</li> <li>• Atmosfera</li> <li>• Reducción de emisión de gases de efecto invernadero</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

## 6. Conclusión

El crecimiento demográfico y económico de las ciudades ha supuesto grandes transformaciones en los modos de vida de los ciudadanos y enormes afecciones al medio ambiente. Las Administraciones públicas y las empresas privadas juegan un papel primordial en este proceso, por un lado, la Administración debe garantizar la calidad de vida de sus ciudadanos a través de políticas incluyentes, de fiscalización de los procesos y de fomento a inversiones privadas y, por otro lado, las empresas deben ofrecer servicios eficientes a los ciudadanos e incluir la sostenibilidad en sus acciones.

Los indicadores y herramientas de evaluación constituyen un instrumento idóneo para la gestión y evaluación de la sostenibilidad en los ámbitos de la ciudad, pero estas herramientas



deben servir de estos indicadores para lograr evaluaciones más integrales y extrapolables a diversos contextos. Con la matriz realizada se pretende enunciar aquellos aspectos e indicadores claves que deben servir de base para el diagnóstico y evaluación de la ciudad actual de manera holística, para luego, establecer estrategias y medidas en pro de la sostenibilidad urbana.

Al analizar todos los aspectos que confluyen en la conformación de una ciudad sostenible, queda claro que para lograr los objetivos de sostenibilidad se requiere un compromiso colectivo. Aunque existen objetivos, indicadores, criterios, normativas y herramientas, no todos los gestores de la ciudad comprenden la importancia de incluir en sus proyectos criterios medioambientales y que, para lograr una gestión de la ciudad de manera eficiente, es necesario entenderla como un todo, un escenario donde confluye una complejidad de factores y lo más importante, donde vivimos todos.

**Contribuciones de los autores:** El primer, segundo y tercer autor han hecho aportaciones a la idea y diseño del estudio, a la recogida de datos, al análisis e interpretación de datos. El primer autor ha trabajado en la redacción del borrador del artículo y ha realizado la revisión crítica junto al segundo y tercer autor.

**Conflicto de Intereses:** Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.

## Bibliografía

Adinyira, E., Oteng-seifah, S., & Adjei-kumi, T. (2007). A review of urban sustainability assessment methodologies. En M. Horner, C. Hardcastle, A. Price, & J. Bebbington (Eds.), *Whole Life Urban Sustainability and its Assessment* (pp. 1-8). Glasgow, Escocia: SUE-MoT.

Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. (s. f.). Indicadores de sostenibilidad. Recuperado 17 de septiembre de 2019, de BCNecología website: <http://www.bcnecologia.net/es/modelo-conceptual/indicadores-de-sostenibilidad>

Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. (2010). Plan de indicadores de sostenibilidad urbana de Vitoria-Gasteiz. Recuperado de <https://www.vitoria-gasteiz.org/docs/wb021/contenidosEstaticos/adjuntos/es/89/14/38914.pdf>

Castilla, J. (2013). Herramientas de certificación de la sostenibilidad en la edificación. Recuperado 15 de septiembre de 2019, de Construcción 21 España website: <https://www.construccion21.org/espana/articulos/es/herramientas-de-certificacion-de-la-sostenibilidad-en-la-edificacion.html>

Departamento de Territorio y Sostenibilidad. (2016). Manual de uso AMBIMOB 2.0. Recuperado de [http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits\\_dactuacio/avaluacio\\_ambiental/eines/ambimob/Manual-AMBIMOB-2-0-06-06-2016.pdf](http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/avaluacio_ambiental/eines/ambimob/Manual-AMBIMOB-2-0-06-06-2016.pdf)

Fuller, R. J., & Crawford, R. H. (2011). Impact of past and future residential housing development patterns on energy demand and related emissions. *Journal of Housing and the Built Environment*, (26), 165-183.

Graz Stadt Umweltamt. (1999). Eco-city 2000 - Evaluation. Report (Expertise) of the Echo-Team of Graz. Recuperado de [https://www.umweltservice.graz.at/infos/la21/eval1\\_97.pdf](https://www.umweltservice.graz.at/infos/la21/eval1_97.pdf)



IBI Group. (2000). Greenhouse gas emissions from urban travel: tool for evaluating neighbourhood sustainability. Recuperado de [http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2015/schl-cmhc/NH15-400-2002-eng.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2015/schl-cmhc/NH15-400-2002-eng.pdf)

Lange Valdés, C. (2011). Dimensiones culturales de la movilidad urbana. Revista INVI, 26(71), 87-106. ISSN 0718-8358

Ministerio de Fomento. (s. f.). Sistema municipal de indicadores de sostenibilidad urbana y local. Recuperado 17 de septiembre de 2019, de <https://www.fomento.gob.es/areas-de-actividad/arquitectura-vivienda-y-suelo/urbanismo-y-politica-de-suelo/urbanismo-y-sostenibilidad-urbana/sistema-municipal-de-indicadores-de-sostenibilidad-urbana-y-local>

Ministerio para la Transición Ecológica. (s. f.). ¿Qué es el cambio climático y cómo nos afecta? Recuperado 16 de septiembre de 2019, de Miteco website: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/que-es-el-cambio-climatico-y-como-nos-afecta/>

National Research Council. (2003). GIS for housing and urban development. Washington, DC: The National Academies Press. Doi:10.17226/10674.

Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible, Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, & Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino. (2012). Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas. Recuperado de [https://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/3093A86A-128B-4F4D-8800-BE9A76D1D264/111504/INDI\\_CIU\\_G\\_Y\\_M\\_tcm7177731.pdf](https://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/3093A86A-128B-4F4D-8800-BE9A76D1D264/111504/INDI_CIU_G_Y_M_tcm7177731.pdf)

Segura, C., Iglesias, M., Navazo, M., & Torre, M. (2015). AMBIMOB 2.0. Jornada L'Avaluació Ambiental Estratègica de la Mobilitat: enfocaments i eines per a una mobilitat urbana sostenible. Recuperado de <http://territori.gencat.cat/ca/detalls/Article/Jornada-LAvaluacio-Ambiental-Estrategica-de-la-Mobilitat-enfocaments-i-eines-per-a-una-mobilitat-urbana-sostenible.-B1812-1-2016>

Simón-Rojo, M., & Hernández-Aja, A. (2011). Herramientas para evaluar la sostenibilidad de las intervenciones urbanas en barrios Sustainability assessment tools for urban design at neighbourhood scale. *Informes de la Construcción*, 63(Extra), 41-49. Doi:10.3989.

Simón Rojo, M. (2010). Herramientas para evaluar la sostenibilidad de las intervenciones urbanas en barrios. En *Congreso SB10mad. Edificación sostenible, Revitalización y Rehabilitación de barrios* (p. 1-9). Madrid, España. ISBN 978-84-614-1920-3.

UN-HABITAT. (2008). State of the world's cities 2008/2009: Harmonious cities. Recuperado de <http://mirror.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=2562>

VEREDES. (2016). GBCE · Herramientas gratuitas para evaluación ecológica de edificios. Recuperado 15 de septiembre de 2019, de VEREDES Arquitectura y Divulgación website: <https://veredes.es/blog/gbce-herramientas-gratuitas-evaluacion-ecologica-edificios/>

Yin, Y., Mizokami, S., & Aikawa, K. (2015). Compact development and energy consumption: Scenario analysis of urban structures based on behavior simulation. *Applied Energy*, (159), 449-457. Doi: 10.1016/j.apenergy.2015.09.005

Zerozem. (2017). Adaptación de las herramientas BREEAM: Requisitos mínimos. Recuperado 15 de septiembre de 2019, de Zerozem website: <http://zer0cem.com/adaptacion-herramientas-de-evaluacion-en-sostenibilidad-breem-requisitos-minimos/>