

Capacidad de carga, concepto para la equidad de un escenario sostenible

3

Fabián Alonso Sarmiento-Valdés¹⁰
Universidad La Gran Colombia, Facultad de Arquitectura
(Bogotá, Colombia)

Fabián Adolfo Aguilera-Martínez¹¹
Universidad Católica de Colombia, Facultad de Diseño.
(Bogotá, Colombia)
Universidad Autónoma Metropolitana, CYAD, Unidad
Azcapotzalco. (Ciudad de México, México)



El presente capítulo tiene por objetivo plantear un concepto que proviene de la biología, y que se ha estructurado en este libro como una estrategia para la comprensión del territorio, con el fin de comprender y desarrollar procesos de ocupación en los bordes urbanos, en el marco del paradigma del desarrollo sustentable, tal y como se expuso en el capítulo “El desarrollo sustentable como ‘deber ser’ de la intervención en el borde urbano”.

El concepto planteado es la capacidad de carga, y se encuentra basado en la estructuración de las relaciones entre los seres vivos y los recursos propios de los territorios que habitan y catalizan las dinámicas de aprovechamiento y crecimiento sustentable dentro de un espacio geográfico determinado.

Las condiciones de los territorios contemporáneos exigen una visión compleja que vincula el estilo de vida y la conciencia de los seres humanos respecto a su rol dentro de los ecosistemas, lo que configura procesos de equilibrio o desequilibrio del hábitat que soporta la civilización; de igual manera, se plantea la limitación que presentan los procesos de urbanización actual y el ritmo de consumo insostenible de los recursos, al preguntarnos: ¿cómo cambiar nuestro modelo de vida y alcanzar el equilibrio con el hábitat que nos soporta? Esto lleva la presente investigación a la construcción como hipótesis de que es posible reequilibrar los procesos de relación entre oferta y demanda de los componentes y actores de los territorios; lo que determinará como oferta los recursos naturales y como demanda, a los seres vivos que requieren los

recursos para su subsistencia. Este enfoque complejiza la ecuación original de capacidad de carga y nos lleva al planteamiento multidimensional que implica la tensión entre los fenómenos territoriales de la urbanización, la ruralidad y la estructura de soporte natural que articula recursos esenciales, como la tierra, el aire y el agua, en la calidad de vida y en el desarrollo de nuevos ecosistemas territoriales (Sarmiento, Aguilera y Castiblanco, 2018).

A continuación, presentaremos la definición, las miradas críticas de diversas disciplinas y la aproximación conceptual propuesta para la redefinición de la capacidad de carga, a partir de lo cual plantearemos el concepto como estrategia de diagnóstico y de desarrollo para la construcción de la estructura territorial, que aporta de manera directa al paradigma de la sostenibilidad.

Finalmente, se complementa el concepto de capacidad de carga a partir de la permacultura y la economía azul, como conceptos que desde su teoría construyen lineamientos que enriquecen la estrategia de diagnóstico y diseño de la capacidad de carga, con la finalidad de aprovechar eficientemente el rendimiento productivo del territorio, al alcanzar el equilibrio, la reducción de la huella ecológica y la biocapacidad de soportar las actividades complejas del territorio.

Aproximación inicial al concepto de capacidad de carga

La civilización contemporánea atraviesa uno de los momentos más críticos de su historia, situación generada por el estilo de vida, el manejo desequilibrado de los recursos y el cambio climático que ha afectado la calidad de vida y la condición sostenible de la población, especialmente la localizada en los bordes de los territorios.

Para comprender este fenómeno, la biología desarrolló el concepto de capacidad de carga; su finalidad es entender la relación directa entre el territorio y los seres que habitan dentro de una unidad geográfica. Esta se encuentra determinada por la especie estudiada, cuya relación plantea dinámicas que afectan las posibilidades biológicas de crecer o desaparecer en el ecosistema, desde la visión de Aymerich (2011):

los seres vivos, límites intrínsecos del crecimiento o número de seres humanos que un territorio puede albergar [...] En cuanto a la capacidad de carga enfocada en las poblaciones humanas, las orientaciones no son menos diversas, pues en ella inciden factores demográficos, ecológicos, culturales y sociales. (p. 43)

A partir de esta definición, se plantea por primera vez lo complejo del fenómeno humano en relación con su hábitat, lo que implica una mirada sobre las actividades humanas, la huella ecológica, los sistemas económicos y la relación de dependencia que tiene la civilización de un planeta finito. Respecto a esto, Kitzes, Galli, Bagliani, et al. (2007) han

realizado una estructura de aproximación, basados en siete ítems que se enmarcan dentro de la dimensión problemática de impacto de la capacidad de carga; estos son: datos de origen, conteo global por hectáreas, mejoras específicas del suelo, comercio e interacción internacional, energía y carbón, otros impactos importantes en los ecosistemas y uso de políticas y acciones sobre el suelo (pp. 12-15)¹². Dichos factores determinan relaciones constantes entre las dimensiones sociales, físicas y ambientales que definen al ser humano, y que exigen una visión transversal del paradigma de la sostenibilidad como alternativa para equilibrar el territorio.

Por otra parte, Ehrlich (1982) plantea lo siguiente:

El homo sapiens ha excedido la capacidad de carga del planeta, en especial nuestra sociedad inconsciente y consumidora de recursos, cuya población supera el orden de 4.5 billones de personas y que por demás presenta procesos de alta inequidad y marginalidad, en especial cuando nuestra especie ha acumulado por cientos de millones de años un capital en beneficio único. (p. 331)

Esto vincula el problema de la capacidad de carga con la crisis provocada por el crecimiento desmedido de la población, su forma de desarrollo, el modelo de ocupación del suelo y la demanda sin control de un sistema económico enfocado en el beneficio lucrativo de pocos, a costas de destruir el capital ecológico que posibilita la vida en los

¹² *Source data, global hectare accounting, specific land type improvements, trade and international allocation, energy and carbón, other major ecosystem impacts and application and policy use.*

territorios; por esta razón, se plantea la necesidad no solo de transformar la dependencia energética actual, sino la búsqueda de estrategias de cambio de nuestros modelos territoriales, enfocados en regresar al equilibrio y valoración de los ecosistemas en su biodiversidad y complejidad, que deja como responsable de esta nueva construcción al ser humano.

El discurso de Ehrlich (1982) se soporta en la comprensión de elementos básicos, como la diversidad, el valor de la vida del planeta, las consecuencias del caos de la urbanización sobre el territorio, el papel de las reservas naturales en el equilibrio de los ecosistemas naturales, y, finalmente, en un planteamiento con miras a la conservación de los recursos, que estará enfocado en la búsqueda de una nueva ruta que conduzca a la sostenibilidad. Ehrlich también es enfático en destacar las consecuencias catastróficas del modelo de relación entre el hombre y la naturaleza sobre el cual se soporta nuestro estilo de vida, y que requiere como objetivo el reequilibrio de las condiciones de la población y los recursos que han dado hasta nuestros días más de lo que pueden dar, como lo señala el Fondo Mundial para la Naturaleza internacional (WWF por sus siglas del inglés) (2016). En el documento citado, el WWF resalta que la única solución para la supervivencia de nuestra especie es que se actúe globalmente contra el desequilibrio generado por la urbanización y el consumo irresponsable de los recursos en el desarrollo del planeta.

Al construirse un nuevo paradigma en relación con la sostenibilidad dentro de la capacidad de carga, se requiere ver los bordes urbanos como un potencial de cambio que deberá afectar los modos de relación, los patrones de ocupación y el equilibrio de los recursos, y que plantea dinámicas de intercambio, desarrollo de redes, consolidación de núcleos urbanos y procesos que pueden revertir el deterioro progresivo del hábitat, con el fin de potenciar la calidad de vida de los habitantes de dichos territorios. Estos son impactados hoy más que nunca por las dinámicas de consumo, el aumento de la población y nuestra inconciencia sobre el valor y manejo de aquello que da soporte a los ecosistemas humanos y naturales que son dependientes para garantizar sostenibilidad a largo plazo.

Al tener el territorio como hecho central de la contemporaneidad, es necesario enfocar la mirada en nuevos objetivos para el desarrollo de la vida del ser humano; esto lleva a replantear dinámicas como la urbanización, la suburbanización, la ruralidad, la globalización, el consumismo, el deterioro del entorno natural, el cambio climático, etc., que afectan de forma directa la naturaleza y la sociedad en su conjunto. La capacidad de carga, al ser aplicada conceptualmente al territorio, permite la definición de una estrategia con instrumentos para reconocer, reflexionar, retroalimentar y proyectar el futuro, que implicará un ajuste de los recursos y de los territorios, al plantear escenarios de ordenamiento multiescalar del espacio geográfico, donde lo local será esencial para la transformación de las lógicas globales.

Dentro del contexto colombiano, se inicia esta discusión desde los modelos de globalización aplicados a América Latina, que desde su conquista se definió como una fuente “inagotable” de recursos para el globo, en especial en recursos no renovables, como los minerales preciosos y los combustibles, ambos muy vinculados con el estilo de vida moderno, tan dependiente de fuentes energéticas y avances tecnológicos. De forma paralela, otros procesos, como la ganadería extensiva o la deforestación, han favorecido la acción negativa de actores en diversos reglones económicos —la ganadería, la agricultura, las empresas mineras, los actores armados—, y con ello la ilegalidad y el deterioro ambiental en el caso colombiano (González Arenas, Etter Rothlisberger, Sarmiento López, et al., 2011, p. 16).

En el artículo “La sostenibilidad ambiental urbana en Colombia”, de Bermúdez (2010), se alude a lo siguiente:

El crecimiento del espacio urbano, sobre todo en los países en vía de desarrollo, ha sido desordenado e incontrolable, y su resultado es el predominio de ciudades fragmentadas, caóticas, dispersas, congestionadas y ambientalmente insostenibles, que favorecen la segregación, el anonimato y la individualidad. (p. 74)

En este texto se plantean las condiciones de “la ciudad como hecho histórico, humano y social” (Bermúdez, 2010, p. 74), que implica la transformación de la naturaleza con el propósito del desarrollo del hábitat humano (figura 3.1).

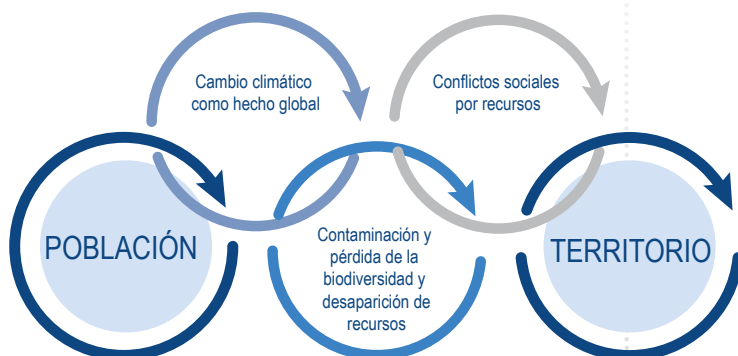


Figura 3.1
Génesis de la ecocrisis.
Fuente: Sarmiento Valdés.

También cita Bermúdez:

El paradigma plantea un cambio en el modelo tradicional de desarrollo basado en un crecimiento económico sin restricciones hacia un modelo de desarrollo que garantice la satisfacción de las necesidades humanas teniendo en cuenta los límites de la oferta natural y espacial que el planeta ofrece, escenario en el cual las ciudades desempeñan un papel prioritario. (p. 75)

Definiendo la capacidad de carga

La capacidad de carga se define dentro de la mayoría de los textos de biología como una variable que inscribe la relación de los recursos y la población que los consume, y se caracteriza con la letra K ; esto quiere decir que capacidad total de carga de un espacio geográfico (K) es una relación entre los recursos que posibilitan la sostenibilidad de una especie (Rn) sobre la población que los demanda para su sostenimiento (P) (figura 3.2).

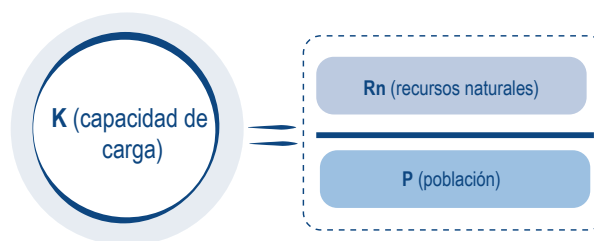


Figura 3.2
Definición de la ecuación de la capacidad de carga según Jean Pierre Morales Aymerich
Fuente: Sarmiento Valdés.

Respecto a esto, Friedl (s. f.) plantea que los nuevos procesos de crecimiento pueden generar tendencias diferenciales que modifican las variables tradicionales de la ecuación básica de la capacidad de carga: la primera es el crecimiento exponencial de la población (J), cuyo crecimiento constante ascendente conduce a procesos de extinción, mientras que la otra tendencia, definida como crecimiento lógico (S), trata de construirse desde la conciencia de los límites de (K), y, por tanto, apuesta por el control del crecimiento enmarcado en los límites de los recursos para sostener esta población, bajo la tensión de (J) y (S).



Figura 3.3
Tendencias tipificadas J y S tomadas de Friedl (s. f.)

Fuente: Sarmiento Valdés.

Bajo esta dinámica, los escenarios plausibles que se pueden producir se dinamizan cuando la estructura de desarrollo de la población tiende a la construcción de la dinámica (J) impulsando un crecimiento de la población, lo que puede plantear un desarrollo exponencial insostenible, ya que a mayor crecimiento de la población habrá mayor demanda de recursos; por lo tanto, es un camino que conduce a la desaparición de la especie, mientras que si se alcanza un equilibrio entre los recursos y la población, será posible manejar escenarios de crecimiento lógico que se manipulan en los límites para ser soportados. A continuación, determinaremos las posibles dinámicas que se dan dentro de estos escenarios (figura 3.3):

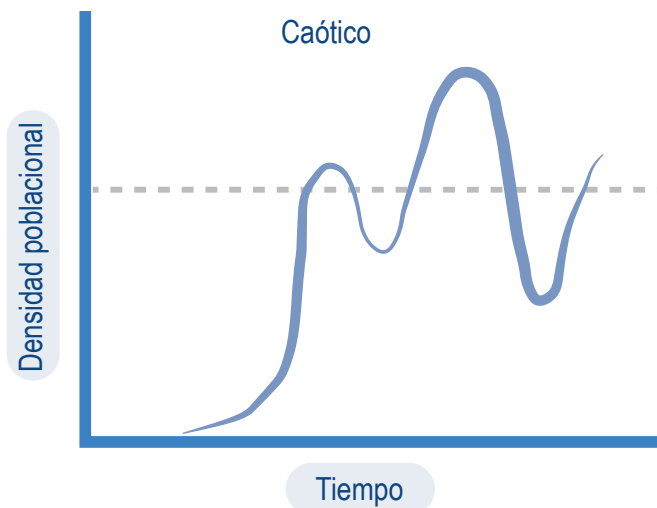


Figura 3.4
Dinámica analítica de caos, tomada de Friedl (s. f.)

Fuente: Sarmiento Valdés.

1. *Dinámica caótica*: el desarrollo de la especie plantea un desarrollo creciente hasta superar el límite de los recursos; una vez lo cruza, la población sufre una sucesión de fenómenos de crecimiento y decrecimiento vinculados con las condiciones de acceso a recursos, como estaciones, hambrunas y/o recuperación de aquellos recursos que son renovables; sin embargo, esta presenta una oscilación de periodos que afectan la población sin que ella desaparezca totalmente. En este caso, el control natural lo efectúa la misma naturaleza, al controlar la población de la especie (figura 3.4).
2. *Dinámica crítica*: plantea el crecimiento exponencial en (J) hasta llegar a superar la capacidad

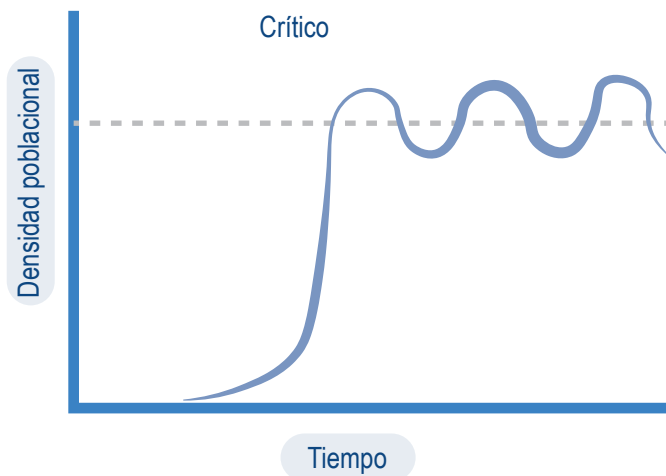


Figura 3.5
Dinámica crítica, tomada de Friedl (s. f.)

Fuente: Sarmiento Valdés.

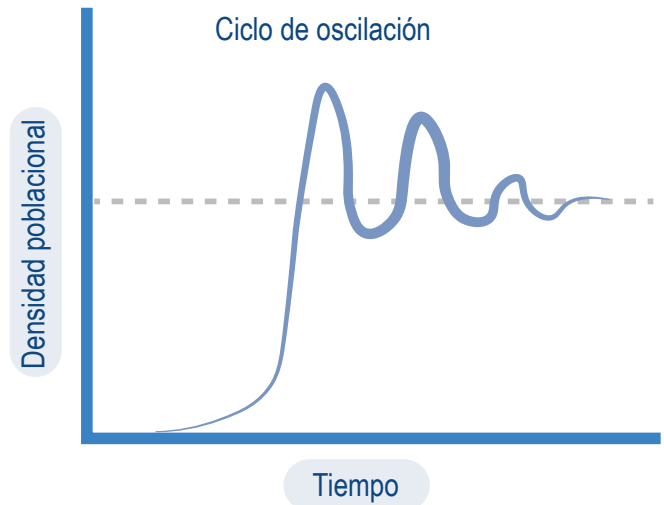


Figura 3.6
Dinámica oscilante, tomada de Friedl (s. f.)

Fuente: Sarmiento Valdés.

de carga (K). Esta situación genera periodos constantes y simétricos de crecimiento y decrecimiento de la población, sobre y bajo la línea límite de (K), lo que configura un control de la población en el que la misma población está encargada de consolidar el equilibrio de las variables temporales y reconocer siempre los procesos de regulación en la densidad poblacional (figura 3.5).

3. *Dinámica de oscilación:* en esta dinámica, la capacidad de carga (K) genera impactos sobre el crecimiento poblacional. Esta población comienza a oscilar en procesos de ascenso y descenso irregular ante las dificultades de acceso a recursos básicos, como la alimentación;

dicha situación se caracteriza por la pérdida de control en el proceso por parte de la población, dependiendo de factores externos que deterioran el número poblacional sin alcanzar la desaparición total (figura 3.6).

4. *Dinámica de ruptura:* Friedl plantea el escenario más crítico vinculado con la ruptura definitiva del territorio, en el que no hay posibilidades de retorno; por tanto, solo queda la caída y desaparición de la especie. Esta es una situación que desde los procesos urbanos nos plantea la crisis de la sostenibilidad y la necesidad de replantear el consumo indiscriminado de los recursos, ya que estos poseen un límite y un estado finito; así, los

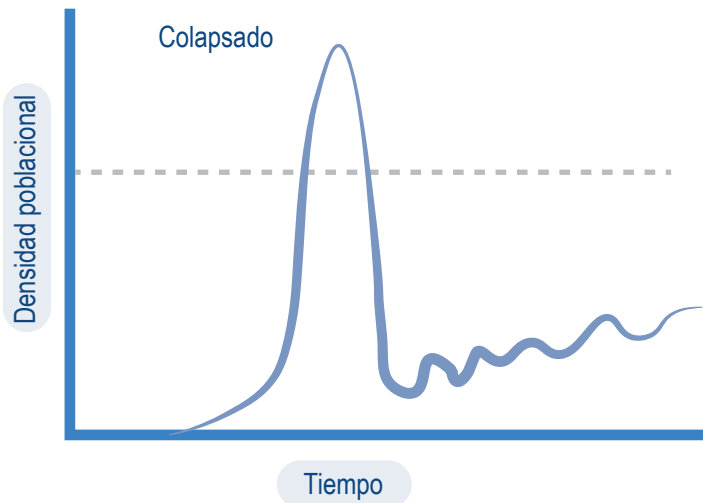


Figura 3.7
Dinámica analítica de colapso, tomada de Friedl (s. f.)
Fuente: Sarmiento Valdés.

informes de Planeta Vivo (2016)¹³ plantean que nuestra civilización está cerca de cruzar el umbral sin retorno (figura 3.7).

Para iniciar nuestra definición de los *recursos*, nos remitiremos al derecho ambiental, que cita:

Aquellos componentes de la naturaleza susceptibles de aprovechamiento para la satisfacción de las necesidades humanas y que presentan un valor —actual o potencial— donde se destacan cuatro características básicas: primero, es un componente natural que cumple condiciones para ser reconocido. Segundo, es aprovechable

porque conocemos su potencial. Tercero, su aprovechamiento está orientado a satisfacer necesidades. Cuarto, presenta valor actual o potencial según la necesidad a la que se destine. (Andaluz Westreicher, 2016)

Pero, desde nuestra dimensión compleja del paradigma de la sostenibilidad, replantearemos esta definición (Sarmiento Valdés, 2018): primero, son componentes de la naturaleza que el hombre debe comprender en todas sus dimensiones para usarlos de forma adecuada y garantizar la sostenibilidad de los ciclos de la naturaleza. Segundo, su aprovechamiento está vinculado con el conocimiento de los ciclos para favorecerlos dentro de la naturaleza. Tercero, su aprovechamiento está orientado a la satisfacción de las necesidades de los ecosistemas y territorios, para garantizar la calidad de vida de los ecosistemas de los que el hombre hace parte. Y cuarto, el valor de cualquier recurso está ligado con el beneficio de la misma naturaleza de la cual hace parte el hombre, al vincular los capitales ambientales, económicos y sociales en su correcta gestión y administración.

Los recursos son elementos propios de la naturaleza que han sido valorados por la sociedad y cumplen como principal función satisfacer las necesidades de consumo de una población dentro de la estructura de desarrollo natural de las especies.

Estos recursos se utilizan para la supervivencia y la expansión de la civilización, con énfasis en los renglones de alimentación y refugio, donde gran parte de estos pueden ser de carácter renovable. Esto no significa que no puedan decaer y agotarse, y entrar

¹³ El informe de Planeta Vivo (2016, p. 6) cita: "Durante décadas, los científicos han advertido que las acciones humanas están empujando la vida de nuestro planeta a una sexta extinción masiva. Las pruebas del Informe Planeta Vivo de este año corroboran estas advertencias. Desde 1970, las poblaciones de vida silvestre han sufrido un declive preocupante que, en promedio, llega a 58% y podría alcanzar 67% al final de la década." Esta situación demarca los límites excedidos en nuestro planeta y la ecocrisis que vivimos en la actualidad, en que no somos conscientes del valor de los recursos y de la biodiversidad para nuestra sostenibilidad.

AÑO	POBLACIÓN MUNDIAL	POBLACIÓN LATINOAMERICANA
1960	3,034	0,198
1965	3,325	0,227
1970	3,685	0,259
1975	4,066	0,294
1980	4,438	0,330
1985	4,843	0,368
1990	5,285	0,406
1995	5,71	0,444
2000	6,118	0,481
2005	6,517	0,514
2010	6,931	0,548
2015	7,355	0,581

Nota: Las cantidades se expresan en miles de millones

Tabla 3.1 Tabla de crecimiento poblacional mundial y de Latinoamérica

Fuente: Elaboración propia, con los datos del Banco Mundial. <http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POPTOTL?end=2015&start=1960>

así en la dinámica de colapso que vimos anteriormente; pero sí ofrecen una condición de posible recuperación en el tiempo, lo que abre la posibilidad de que, al recuperarse los recursos, la especie también pueda recuperarse y volver a consolidarse.

Se destaca que la humanidad, para su desarrollo, ha transformado los recursos, los ha domesticado, los transforma y los apropia de manera directa, acorde con su estilo de vida (Pacheco y Melo, 2015). En especial el desarrollo de la humanidad se ha vinculado con la evolución tecnológica de las fuentes de energía que potencian las condiciones de explotación de los recursos. Respecto a esto, Pacheco y Melo afirman:

Los conocimientos y técnicas aprendidas durante el periodo de la revolución agrícola fueron superados por nuevas máquinas y tecnologías más eficientes que permiten el uso de recursos naturales no renovables dando paso a la revolución industrial, la segunda gran revolución de la humanidad donde el motor de crecimiento económico fue la economía proveniente de fuentes inorgánicas. (Pacheco y Melo, 2015, p. 109)

Esta revolución marcará una transformación en la relación del ser humano y los recursos naturales renovables y no renovables, ya que impulsó no solo el crecimiento de la humanidad, sino el aumento de la velocidad de consumo de los recursos del planeta; sin embargo, este consumo hoy en día ha excedido la capacidad de carga.

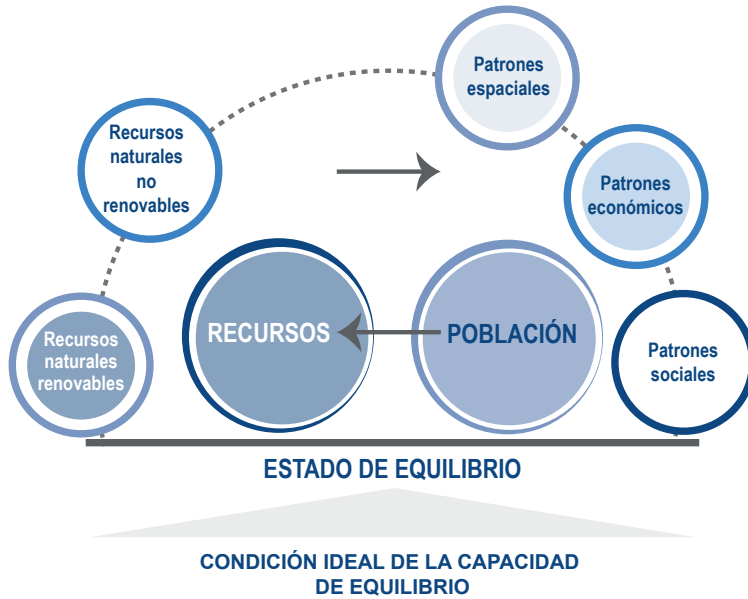
De la misma manera, la población es la variable que posee dinámicas constantes de cambio que afectan

el consumo de los recursos naturales; entre más “evolucionada” es la civilización, mayor consumo y por tanto mayor daño al territorio y al medio ambiente que nos soporta. Según Martine (1994): “Donde quiera que se analizan los problemas ambientales, la gente discute de alguna manera acerca de la contribución relativa de la dinámica demográfica al deterioro ambiental”, lo cual nos plantea la reflexión de las consecuencias que trae al planeta el modelo actual de relación entre la humanidad y los recursos, y, por tanto, la manera de ocupar el territorio y consumir los elementos finitos que posee nuestro entorno. Esta situación es evidente al observar los procesos de crecimiento poblacional del siglo XX (tabla 3.1).

En síntesis, la capacidad de carga y sus implicaciones en la sostenibilidad contemporánea definen las dos variables de la capacidad de carga: los recursos y la población; ambos presentan dinámicas y relaciones directas, más aún en la calidad de vida de los habitantes y los efectos de la ecocrisis. Para definir conceptualmente esta ecuación se incluirán dos componentes en la variable de los recursos: los recursos naturales renovables y los no renovables, en la que los recursos renovables, como los vinculados con la alimentación, presentan una supremacía en la conservación de la especie.

Por otro lado, se encuentra la variable *población* y, para el caso de los seres humanos, podemos determinar tres subvariables definidas en la lógica de patrones: los patrones espaciales, los patrones económicos y los patrones sociales (figura 3.8).

Figura 3.8
Aproximación al modelo de capacidad de carga
Fuente: Sarmiento Valdés.



Dimensiones del desarrollo sustentable con enfoques a la capacidad de carga

El propósito de la capacidad de carga aplicada a los temas del urbanismo dentro del contexto del territorio se vuelve importante al complejizarlo desde las tres dimensiones de la sostenibilidad, ya que en la caracterización de los bordes urbanos, estos temas potencian la variable de la población y posibilitan el entendimiento de las dinámicas que se derivan de ellos en la transformación de espacio geográfico. Estas dimensiones son: lo ambiental, lo social y lo económico (figura 3.9).

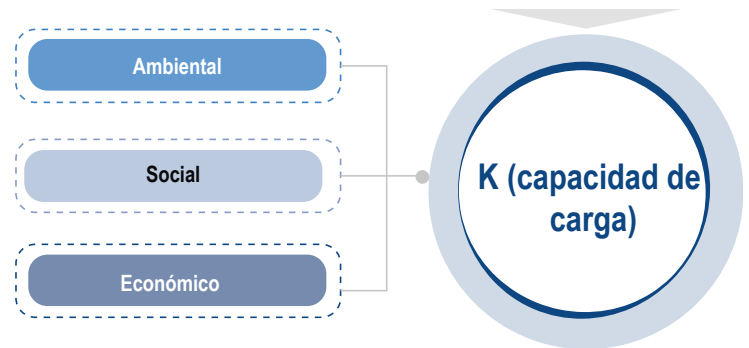


Figura 3.9
Relación multidimensional del modelo de capacidad de carga
Fuente: Sarmiento Valdés.

La dimensión ambiental

La dimensión ambiental tiene como propósito facilitar la aproximación a la estructura de soporte natural, a partir de lineamientos de producción, gestión y administración de los recursos que presentan los ecosistemas que interactúan en el territorio. Es posible definirlos en dos categorías (Banos-González, Martínez Fernández, y Esteve Selma, 2015): el ecosistema natural, como estructura de soporte del territorio y sus procesos de transformación y desarrollo, vinculados con los de ciclos naturales que potencian sus condiciones de biodiversidad y capital ambiental. Y el ecosistema artificial, compuesto por espacios geográficos domesticados por la acción humana, con un fin de explotación,

procesamiento o consumo de recursos enfocados en el beneficio de las actividades humanas; estos se evalúan desde los ciclos ecológicos de reutilización y reciclaje, con acciones para transformarlos y vincularlos dentro de ciclos cerrados que reduzcan el impacto en ecosistemas naturales (Sarmiento Valdés, 2018).

La dimensión social

La dimensión social tiene como propósito entender y enfocar las dinámicas propias de la sociedad en la construcción de procesos sostenibles. Para esto, planteamos dos categorías.

La primera es la construcción de patrones de interacción que tienen un efecto específico en el espacio, por condiciones de uso, apropiación o abandono, que se evidencian dentro de los bordes del territorio; esto nos lleva a considerar un método de evaluación por medio de componentes que posibilitan la comprensión de la relación entre la ocupación (modelos compactos o dispersos), y los patrones de comportamiento poblacional (que son las fuerzas que tensionan los recursos dentro de un espacio geográfico).

La segunda es la construcción de los patrones dinámicos; su propósito es el entendimiento de la complejidad de la sociedad y los fenómenos intangibles, como la organización social, los patrones de movilidad (aplicados en personas o bienes) y la relación de la población con los recursos a los que tiene acceso. Este patrón está compuesto por tres niveles:

1. Patrón de asociación: construcción de dinámicas de integración social, como grupos de arte, comunidades por origen, agrupación por intencionalidad, etc.
2. Patrón de movilidad: cuestiona la movilidad de bienes y personas bajo el concepto de compacidad urbana, para mejorar la calidad de vida de los habitantes.
3. Patrón de consumo: vincula las redes sociales y culturales propias de cada lugar.

La dimensión económica

Está enfocada en la estructura de transformación de los recursos al servicio de las actividades humanas que posibilitan el crecimiento de los territorios y, con ellos, de los potenciales de ocupación y transformación del espacio geográfico. Ha definido el concepto de capital como su estructura central de acción, al desarrollar las reglas de relación entre la población y los recursos desde el sistema económico, lo que plantea una relación directa entre el modelo económico y la planeación, organización y transformación del espacio, en relación con las características de consumo desde la materia prima, hasta su destino final de utilización y desecho. Esta situación posteriormente afecta las dimensiones social y ambiental en el marco de los bordes urbanos.

Con el propósito de instrumentalizar la dimensión económica, se plantea como estrategia la economía azul bajo cuatro variables:



1. La evaluación del modelo económico desde la relación dinámica poblacional y la red de recursos de que dispone un territorio.
2. Las redes como instrumentos que optimicen las relaciones y generen jerarquización, impacto y transformación del territorio.
3. La evaluación del impacto que generan las actividades humanas vinculadas con el estilo de vida y el modelo económico.
4. La renta, uso y ocupación del suelo en relación con los valores del capital económico, ambiental y social, por medio de procesos sociales de apropiación y protección de los recursos del territorio (figura 3.10).

Figura 3.10
Tensión económica en la capacidad de carga
Fuente: Sarmiento Valdés.

A partir de las tres dimensiones, se plantea un nuevo modelo de diagnóstico, análisis y proyección del territorio que sea transversal desde la capacidad de carga (K) a los territorios de borde; la dimensión social, ambiental y económica posibilitan la apropiación del territorio y la búsqueda de acciones que se enfoquen en la construcción de equilibrios sostenibles de mediano y largo plazo, con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes en relación con todos los tipos de borde que presenta nuestro territorio contemporáneo, tal como se ha definido en el capítulo 1.

La capacidad de carga y la economía azul como dinámicas complementarias para definir indicadores conceptuales de análisis y desarrollo para el borde urbano

A continuación desarrollaremos una estructura conceptual que articula los términos de la capacidad de carga y la economía azul, con el fin de plantear una estrategia multidimensional que vincule los actores sociales y económicos en la transformación del borde, al integrar la teoría de Pauli (2011) con las reflexiones de la capacidad de carga, aplicadas al territorio de Sarmiento, Aguilera y Castiblanco (2018).

El primer componente de este capítulo, denominado *economía azul*, es generado por el economista, empresario e investigador Gunter Pauli, quien construyó 19 principios que posibilitan una relación correcta entre los recursos y el desarrollo económico, y reducen los desequilibrios del sistema consumista actual, al marcar como filosofía una eficiencia alta basada en la comprensión de los ecosistemas naturales y el funcionamiento de ciclos que evitan la pérdida de energía o la generación de algún tipo de residuo que acentúe la crisis ambiental que vive nuestro planeta. Estos principios son:

1. Toda solución se basa en las leyes de la física: todos los procesos territoriales deben soportarse en las leyes básicas de la naturaleza, e impulsar el uso de energías alternativas.
2. Debe establecerse que el uso del recurso es indispensable: uno de los elementos más destacados de la economía azul es que trata de comprender el valor real de los recursos y su requerimiento; cualquier recurso que no sea indispensable o pueda ser reemplazado debe cambiarse para no afectar los ciclos en los que sí es indispensable.
3. Nutrientes, materia y energía deben reutilizarse: el sistema económico actual procesa materia y la desecha, y con ello pierde oportunidades en la materia que ya fue extraída. Uno de los propósitos es consolidar procesos que aprovechen constantemente los elementos y, con ellos, la energía invertida en su procesamiento.
4. Riqueza significa biodiversidad, contraria a la idea de la industrialización: la vía correcta en relación con un modelo sostenible es tener múltiples opciones, y consolidar dinámicas abiertas y cambiantes que aprovechen el potencial de la biodiversidad.
5. La naturaleza se opone al monopolio económico: la naturaleza está fundamentada en la interrelación de múltiples sistemas que van dinamizándose según los factores externos que les afectan, razón por la cual debe permitirse la constitución de múltiples alternativas; esto genera mejores procesos, más trabajo y mejores condiciones de vida.
6. La gravedad es la principal fuente de energía, la segunda es la solar: uno de los elementos de

mayor impacto sobre los recursos es la explotación de minerales y combustibles; por tanto, hay que buscar alternativas que no requieran extracción para generar energía.

7. El agua es el soluble principal, no los químicos: una de las fuentes más contaminantes del medio ambiente y por tanto de recursos esenciales como el suelo, el aire o el agua son los productos químicos, para lo cual la economía azul plantea que el agua es un recurso esencial para generar procesos de desarrollo sostenibles no contaminantes.
8. La naturaleza está en constante cambio, la innovación es continua: este punto es una reflexión profunda sobre los procesos económicos, ya que estos deberían ser más dinámicos y con una reinención constante en la manera en que los recursos y los procesos plantean mayor eficiencia y menores consumos energéticos.
9. La naturaleza es recursiva, usa lo que tiene a mano, respeta la cultura y la tradición: este es uno de los procesos que trata de romper el paradigma del flujo económico global, y plantea que solo desde el conocimiento de nuestro territorio es posible encontrar alternativas creativas que potencien lo local y las cualidades propias de las tradiciones.
10. Todos los procesos son cíclicos: este principio se estructura de manera efectiva con el paradigma de la sostenibilidad que se ha planteado también en esta investigación; si

no se construyen ciclos cerrados y evolutivos, seguiremos desgastando recursos y perdiendo oportunidades, materia y energía.

11. Toda materia es degradable, el tiempo es importante: en todos los procesos sostenibles de la economía azul necesitamos del tiempo como esencia de cambio, esto quiere decir que para que sea útil constantemente la materia se requiere de tiempos cortos que faciliten la reutilización con inversión de poca energía y gran eficiencia
12. En la naturaleza todo está conectado y se desarrolla simbióticamente: la economía azul comprende el concepto de sistema, y la enorme efectividad y eficiencia que pueden lograr las cadenas de transformación, distribución, consumo y reutilización; todos los procesos están conectados y, por tanto, comparten materia y energía.
13. El agua, el aire y el suelo son bienes comunes de libre acceso: solo es posible el desarrollo de los territorios cuando los elementos esenciales están garantizados para los habitantes, y, por medio de ellos, para la dinámica económica esto plantea la necesidad de reflexionar sobre el valor de estos.
14. Todo riesgo es motivador de innovación: el miedo al cambio ha hecho que los sistemas económicos se afirmen; sin embargo, si las estructuras económicas se arriesgan, generan capitales valiosos, no solo económicamente, sino en términos sociales e incluso ambientales.

15. La naturaleza es eficiente, aprovecha al máximo materiales y energía: la sociedad actual considera que existe el desecho como un hecho natural, pero la naturaleza nos muestra que nada se pierde, solo se transforma y aporta a otro proceso.
16. La naturaleza busca lo mejor posible para todos los individuos: la dinámica de la economía azul apuesta por una condición colectiva que nos beneficie a todos; esto requiere abandonar la idea tradicional de la acumulación de la riqueza y nos impulsa a la reinversión constante para el crecimiento dinámico de los territorios.
17. Los problemas son oportunidades: el ser humano teme a los problemas, pero parte de la evolución natural y la mutación de las condiciones de los seres vivos está vinculada con los problemas que ofrecen nuevos caminos y motivan la innovación y la creatividad.
18. La naturaleza busca ventajas en la diversificación; innovar trae múltiples ventajas para todos: si se quiere crecimiento, se debe diversificar, que es un principio económico; este planteamiento posibilita mayor estabilidad y permite reducir los riesgos a impactos que pueden generarse sobre las poblaciones o los recursos.
19. Se responde a necesidades básicas, crea beneficios como empleo y capital social, se ofrece más con menos: la economía azul tiene una responsabilidad social creciente, equilibrada

y responsable que ante todo entiende que si se invierte en la calidad de vida y las condiciones de crecimiento del capital social todos nos beneficiamos; incluso apuesta a la eficiencia de inversión de recursos, en los que con menos gasto se pueden mejorar muchas condiciones de transformación de los territorios.

La economía azul como estrategia fortalece un nuevo paradigma que rompe con la idea del hombre como el centro de la naturaleza, al comprometerlo con el reconocimiento de las cualidades, procesos y mecanismos que la naturaleza ha utilizado a lo largo de su existencia para soportarla y desarrollarse; es así como la economía azul da un papel activo a la sociedad dentro del desarrollo de la naturaleza, y convierte al ser humano en gestor de materia y energía como alternativa posible y acertada en esta era de la ecocrisis.

Si se definen los bordes urbanos como fracturas espaciales o discontinuidades en el espacio territorial, también se pueden ver como potenciales de oportunidad para transformar las condiciones negativas en positivas, al aplicar los criterios derivados de los 19 principios de la economía azul sintetizados para su aplicación en los bordes urbanos de la siguiente manera:

1. La innovación: toda actuación dentro de los bordes urbanos debe implicar dinámicas innovadoras que vinculen las dimensiones económicas, sociales y ambientales de manera tal que el borde se constituya en un generador de oportunidades para los diversos capitales implicados.

2. **Eficiencia:** los bordes urbanos son espacios con alto potencial, pero con poco acceso a recursos, razón por la cual, desde la economía azul, se plantea la eficiencia en la gestión de insumos generados en cada una de sus dinámicas, para que tengan efectos concretos en la calidad de vida de los habitantes y en la apropiación del borde mismo, y así garantizar su sostenibilidad.
3. **Responsabilidad ambiental:** la intervención de los bordes urbanos requiere conciencia ambiental, al impulsar desde las dinámicas económica, social y ambiental una valoración de los recursos propios y que hacen parte del borde: el suelo, el agua y el aire son elementos centrales de construcción del borde urbano.
4. **Diversidad:** la transformación del borde debe tener como principio la integración de diversos elementos económicos, sociales y ambientales, por medio de los cuales se construyen oportunidades para el territorio físico y el capital humano que le otorgan carácter al borde.
5. **Simbiosis:** el borde urbano no es un hecho aislado; su intervención prioriza las relaciones de estructuración sistémica del territorio, y consolida el espacio de la fractura en un elemento vinculante de procesos económicos, sociales y ambientales que habían perdido continuidad.
6. **Construcción cíclica de los recursos:** el borde es un gestor de procesos, materia y energía, que se consolidan en ciclos constantes de cambio y transformación económica, social y ambiental,



Figura 3.11
Principios de la economía azul frente a dimensiones de la sostenibilidad
Fuente: Sarmiento Valdés.

al asignar al borde el rol de motor de la cadena sistémica del territorio.

7. **Equidad ecosistémica:** el borde debe propender al equilibrio y la equidad para todos los actores; así se plantea el borde como un cohesionador de la relación entre el ecosistema natural y el artificial, con el fin de restaurar los equilibrios perdidos, enfocados en mejorar la calidad de vida y las cualidades de los ecosistemas de soporte, al acceder de igual manera a todos los recursos (figura 3.11).

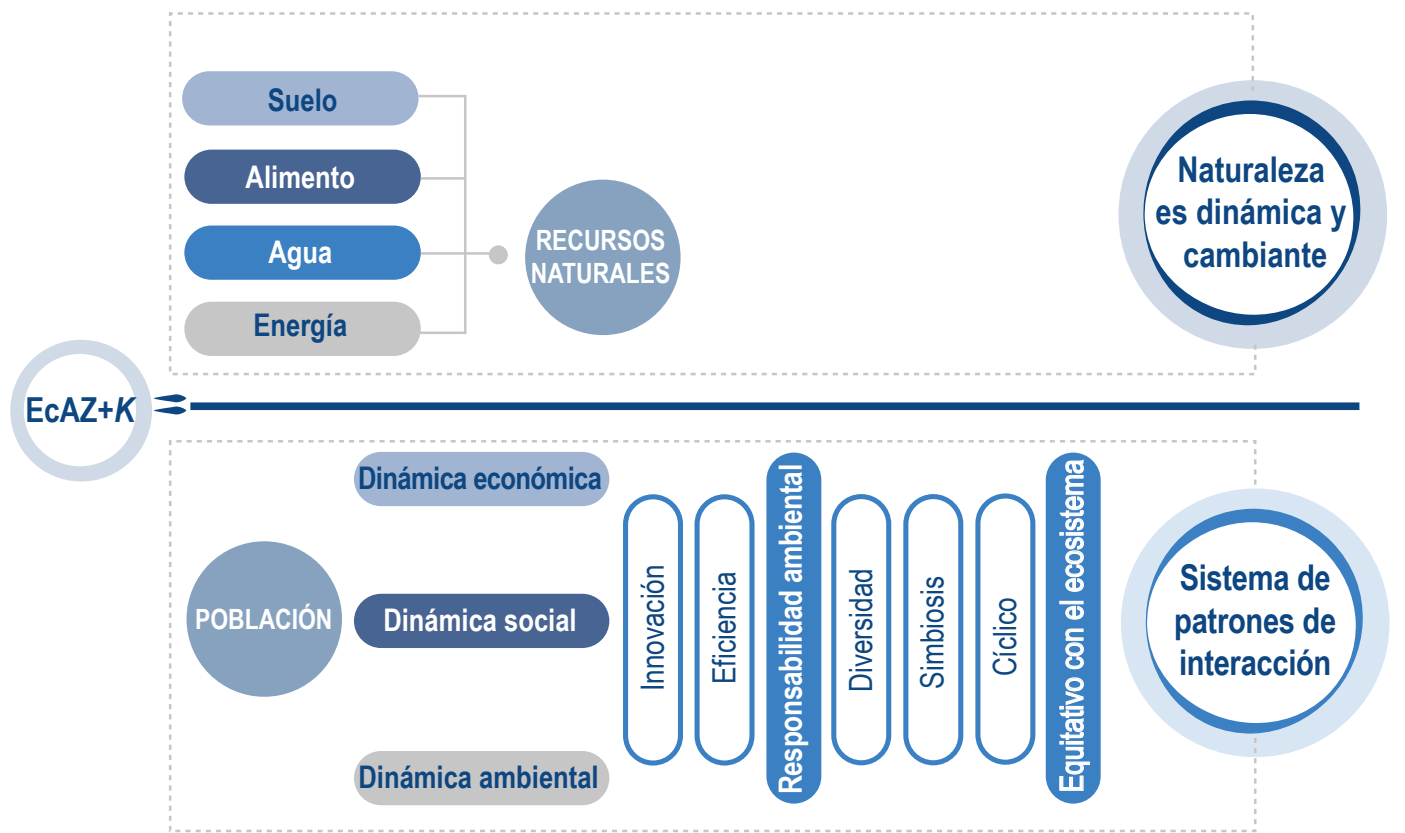


Figura 3.12
Economía azul + K para la operación en los bordes urbanos
Fuente: Sarmiento Valdés.

La economía azul se plantea, entonces, como un estructurador de acciones que posibilitan la construcción equilibrada de la capacidad de carga en los territorios de borde, al complejizar la tensión de los recursos ahora vinculados a las dinámicas cambiantes de la naturaleza con las acciones complejas de la población, lo cual altera patrones de acción que aportan en las dimensiones económicas, sociales y ambientales que se vinculan con las siete estrategias propuestas en este capítulo.

Esto nos lleva a sintetizar la nueva ecuación, al reflejar una filosofía de equilibrio y equidad que requiere la responsabilidad social del ser humano con el desarrollo y crecimiento de la naturaleza, al partir de acciones incluyentes, sistémicas, cíclicas y estructurales, que a su vez dan paso a la transformación de los bordes del territorio contemporáneo, siempre en relación con los actores ambientales, sociales y económicos que pueden accionar dicho cambio (figura 3.12).

La capacidad de carga en los procesos del diseño sustentable

En los procesos de desarrollo del territorio para los años sesenta se desarrollaron estrategias como respuesta a los fenómenos de contaminación, la ocupación irregular del suelo, la afectación sobre elementos naturales y el descontrol de la producción agroindustrial, los cuales plantearon la necesidad de acciones de planificación, desarrollo, aprovechamiento de la explotación de recursos y construcción del marco medioambiental.

El objetivo de estas acciones fue plantear sistemas que establecieran grados de equilibrio ecosistémico y medidas eficientes a largo plazo. Uno de estos sistemas fue la “permacultura; un paradigma que se concibe como un sistema de integración entre la vivienda y el paisaje, con el único objetivo de poder optimizar los recursos, generar el menor impacto y conservar el entorno además de los elementos que lo componen” (Aguayo González, Peralta Álvarez, Lama Ruiz y Soltero Sánchez, 2011).

El modelo de permacultura fue concebido por Bill Mollison y Dave Holmgren, quienes buscaban el diseño de los asentamientos humanos a partir del “sistema natural” como modelo de ocupación; así, plantearon estrategias para entender la naturaleza como parte vital del territorio y la creación de nuevos ecosistemas que podrían llevar a la satisfacción de necesidades. Se concebía desde las condiciones propias de la habitabilidad, la eficiencia y la equidad, como dimensiones del desarrollo sostenible.

De acuerdo con esto, Aguayo González, et al. (2011) refieren que, bajo los preceptos del informe de 1987, relacionado con la Comisión de Brundtland, la permacultura:

Ofrece las condiciones necesarias para crear entornos en los cuales satisfacer las necesidades humanas básicas es un proceso limpio y eficiente, permitiendo la construcción de las infraestructuras eco inteligentes y con un desarrollo económico adecuado. El término fue escogido para englobar un conjunto de éticas y principios de diseño que permiten proyectar, crear, establecer, cuidar y organizar aquellos hábitats que aseguren la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras. (p. 17)

En los procesos de construcción de una ciudad, la importancia de determinar los requerimientos de consumo de recursos y la asimilación de desechos por parte de la población demanda estimar el impacto desde el uso de indicadores biofísicos, como el indicador de huella ecológica y la biocapacidad (Tobasura Acuña, 2008).

La permacultura y la huella ecológica, indicadores para el desarrollo sustentable

Tal como acabamos de definir, la permacultura reconoce el crecimiento de la naturaleza y la capacidad de desarrollarse de manera autónoma; así, su filosofía se da conforme con la lógica en la que los seres vivos y los demás elementos que componen la estructura ecológica de la naturaleza cooperan entre sí (Manteca y Potthast, 1999, p. 172).

La permacultura como concepto se fundamenta en tres principios: la persona, el planeta y los recursos; sobre el primero se define la satisfacción de necesidades básicas, las relaciones entre semejantes y el uso de lo necesario. Por su parte, el planeta se considera como parte de la conciencia, el respeto, el cuidado del entorno y la búsqueda de alternativas eficientes y equitativas para acceder a los recursos de tierra y agua de manera adecuada; mientras el último principio está vinculado con el aprovechamiento dentro del marco de la tecnología, el mantenimiento del entorno construido y “la capacidad de carga” como limitante a las actividades humanas, para medir la huella ecológica y poner límites al consumo (Aguayo, et al., 2011, p. 18).

Lo anterior explica el concepto de capacidad de carga aplicado a los ecosistemas que presentan condicionantes y limitantes sobre la relación de la capacidad máxima de espacio para albergar o sostener a un individuo o a una comunidad.

La permacultura, para Holmgren (2013), también puede usarse para diseñar, establecer, gestionar y mejorar las condiciones del entorno y los esfuerzos hechos por individuos, familias y comunidades hacia un futuro sostenible (p. 3). De igual manera, se puede articular a la capacidad de carga para medir el máximo de población que el “entorno” puede soportar indefinidamente en relación con la disponibilidad de elementos necesarios para satisfacer necesidades; así, se determina como indicador para el desarrollo sostenible, que vincula

la “huella ecológica”¹⁴ o deuda ecológica, como lo relaciona Doménech (2010).

En esa línea, la capacidad de carga es definida cuando se equilibra la relación de la tasa de explotación y la tasa de renovación (Doménech, 2007, p. 63), y la permacultura permite construir estrategias de largo plazo que facilitan la determinación de los impactos en consecuencia con la manera de habitar de la sociedad. Para Holmgren (2013, p. 13), “el rendimiento” es necesario para diseñar bajo un sistema que proporcione “auto-suficiencia”, incluyendo los actores como parte esencial del territorio (figura 3.13).

Los bordes territoriales en sus diversas categorías posibilitan la acción del fenómeno de ocupación irregular no planificada y descontrolada que consume el suelo que presenta potenciales productivos, el cual desde su explotación podría sostener dinámicas alimentarias, comunitarias y de desarrollo social que podrían ser útiles para los habitantes del borde mismo y de su entorno. Sin embargo, la sobrecarga de estos territorios inclina la balanza hacia la pérdida del suelo aprovechable ambientalmente y deteriora la habitabilidad de estos espacios, y, por tanto, su aporte a la calidad de vida.

Esta situación afecta la periferia marginal y los espacios interurbanos e interrurales, resultado de los

14 Para Aguayo et al. (2011), la *huella ecológica* es un indicador que representa la cantidad necesaria de espacio territorial para proporcionar los recursos consumidos (directa o indirectamente) por una persona, grupo, producto o actividad. Aunque normalmente es aplicada al análisis del modo de vida, actualmente también es aplicada a los productos y servicios (p. 67).

LA FLOR DE LA PERMACULTURA - SIETE DOMINIOS DE ACCIÓN PERMACULTURAL

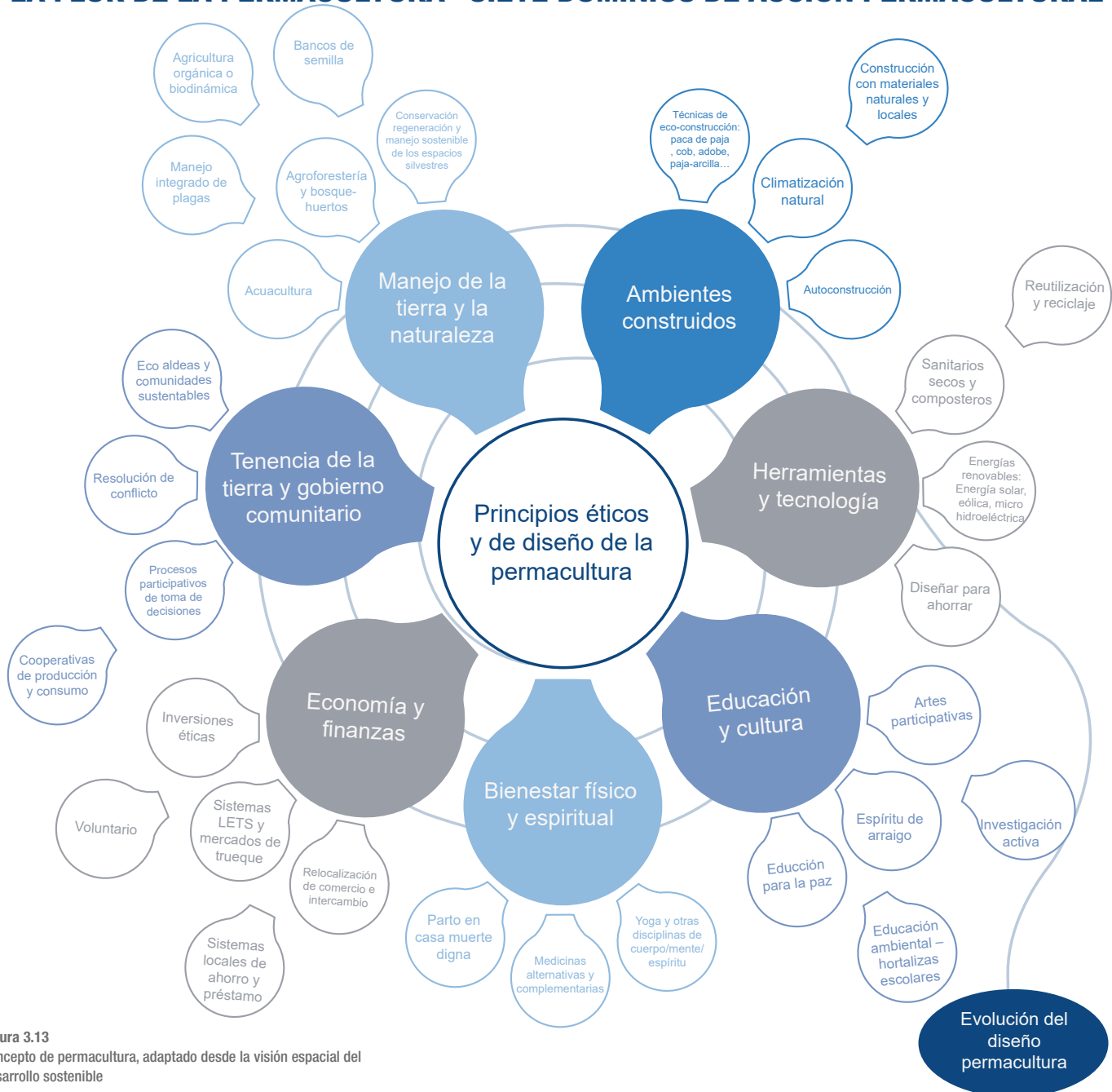


Figura 3.13
 Concepto de permacultura, adaptado desde la visión espacial del desarrollo sostenible
 Fuente: Adaptado por Aguilera Martínez a partir de Holmgren (2013).

procesos de sobrecarga del territorio, lo cual deriva en fenómenos de fraccionamiento generados por patrones de ocupación, como los condominios de vivienda de ingresos altos, que se han emplazado sobre corredores regionales y han generado otros tipos de suburbio, con ocupaciones de densidades muy bajas en extensiones importantes de suelo. Este suelo se privatiza y se fracciona de los sistemas ambientales, sociales y económicos de los territorios, sin una compacidad urbana establecida y alargando aún más la mancha urbana. Holmgren (2013) aclara: “existe un patrón contracultural constante en el que la creciente opulencia produce una sustitución de los entornos más productivos y funcionales por entornos disfuncionales y cosméticos” (p. 13).

Para entender los procesos de planificación, se deben reconocer los límites de la capacidad de carga territorial, en los que la supervivencia de la humanidad depende de la capacidad productiva del ecosistema, y, por tanto, es necesario exigir compensaciones entre los niveles de producción y consumo, por medio de la explotación de los recursos y calidad ambiental dentro de la capacidad asimilativa de los ecosistemas regionales.

La utilización de la capacidad de carga, por lo tanto, requiere una serie de ajustes y operaciones que complementen y guíen el proceso de planificación del territorio, además de basarse en la integración de las expectativas sociales, las capacidades ecológicas, la distribución de espacio temporal y el papel de soporte vital de los recursos medioam-

bientales (Khanna, Babu, y George, 1999). Rees relacionó estos recursos con la máxima población de una especie concreta que puede ser soportada indefinidamente en un hábitat determinado, sin disminuir permanentemente la productividad de este (1996, p. 28). Sin embargo, es común que, para elevar la capacidad de carga, se anulen otras especies, mediante la importación de recursos localmente escasos y la sustitución por tecnologías eficientes que potencien los recursos más destacados dentro de la unidad geográfica que los determina. Se destaca también que la capacidad de carga influye sobre el tamaño de la población, al determinar la “capacidad de carga humana” como la tasa máxima de utilización de recursos y generación de residuos que pueden sostenerse (Rees, 1996, p. 33).

De acuerdo con Rees (1996), una pregunta relacionada con el soporte del suelo frente a la población estaría orientada a determinar lo siguiente: ¿qué superficie de suelo productivo es necesaria para mantener una población determinada indefinidamente, sea donde sea que se encuentre el suelo? Esta es una realidad ecológica, ya que en la mayoría de lugares: “la localización ecológica de los asentamientos humanos no coincide con la localización geográfica del suelo productivo”. Dentro de la estrategia ecológica, las poblaciones modernas ya no son como el ganado pastando en los prados, sino que se han vuelto el equivalente a ganado estipulado (p. 33).

Dentro del esquema tradicional de la ciudad latinoamericana, los asentamientos informales se

apropian de manera irregular de las zonas de protección ecológica o ambiental. Para Rees, dichos asentamientos son denominados como “capacidad de carga robada o apropiada”. Esto determina la huella ecológica que establece las áreas totales ocupadas, las cuales deben ser capaces de sostener un número de personas o actividades que correspondan a ese territorio o ecosistema; es decir, el área de territorio productivo o ecosistema necesario para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico, donde sea que se encuentre esta área (Rees, 1996, p. 34).

La construcción de indicadores de sostenibilidad, entonces, ha sido el resultado del fenómeno de urbanización insostenible del planeta, consecuencia del estilo de vida y el ritmo de consumo. La lógica de la construcción de indicadores se dirige a la sostenibilidad de las distintas economías, como en el marco de las dimensiones ambiental, social y económica, las cuales deben procurar por un desarrollo equilibrado en el que los indicadores den respuesta a los conceptos de la huella ecológica y la biocapacidad.

Los indicadores de huella ecológica permiten “determinar el impacto territorial en la sustentabilidad”, a partir de la medida del déficit ecológico de los territorios geográficos que componen el globo, y enfocando en la capacidad de carga los indicadores del consumo y el retorno de los recursos naturales por parte de quienes habitan el territorio.

La huella ecológica de una población dentro del discurso de Doménech (2010) define la relación del total de espacios de tierra y mar, ecológicamente productivos, necesarios para producir los recursos consumidos por la población, y cómo se desarrollan las acciones para asimilar todos sus desechos derivados de las actividades humanas, expresadas habitualmente en hectáreas o superficie (p. 61).

Por otro lado, se define la huella ecológica como indicador biofísico que nos permite estimar los requerimientos en términos de consumo, recursos y asimilación de desechos de una determinada población y economía, expresados en áreas de suelo productivo. Además, nos permite determinar la dependencia que tiene la población de una ciudad, región o país sobre las importaciones de recursos, y la capacidad que presenta para asimilar los desechos disponibles (Tobasura Acuña, 2008, p. 121).

Para determinar el cálculo de la huella ecológica se debe estimar la superficie necesaria para satisfacer los consumos de alimentación, asimilación de residuos (naturales), generación energética, gasto energético y ocupación del territorio, desde los patrones propios de la sociedad que lo habita. A menudo, estos cálculos se realizan aplicados sobre el territorio y se expresan sobre unidades de medida en área que se relacionan con la porción de territorio que se utiliza para satisfacer el consumo, aunque es común hablar de hectáreas

globales per cápita (hgpc)¹⁵; de acuerdo con Moreno López (2005), la metodología de cálculo consiste en:

Contabilizar el consumo de las diferentes categorías y transformarlo en la superficie biológica productiva apropiada a través de índices de productividad. Estas categorías son: 1. - Cultivos: área para producir los vegetales que se consumen. Constituye la tierra más productiva ecológicamente, y genera la mayor producción neta de biomasa utilizable por las comunidades humanas. 2. - Pastos: área dedicada al pastoreo de ganado. 3. - Bosques: área en explotación para producir la madera y el papel. 4. - Mar productivo: área para producir pescado y marisco. 5. - Terreno construido: áreas urbanizadas u ocupadas por infraestructuras. 6. - Área de absorción de CO₂: superficie de bosque necesaria para la absorción de la emisión de CO₂ debida al consumo de combustibles fósiles para la producción de energía. Se contabilizan consumos en la producción de bienes, gastos en vivienda y transportes, entre otros. (Recuperado de <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n32/armor.html>)

La ciudad actual y los distintos fenómenos de expansión urbana han impactado en la carga ecológica, con un deterioro alto en las condiciones del

recurso de suelo, por el accionar de la población, que no permiten procesos de regeneración del suelo natural al ser ocupado. Se evidencia que en los bordes territoriales existen fuerzas que, bajo la irregularidad e informalidad, afectan áreas que podrían vincularse a los procesos de equilibrio que se han planteado en este aparte.

Por esto, es pertinente la biocapacidad (BC), que para Tobasura Acuña (2008) se encuentra asociada con la superficie de la tierra disponible para un determinado nivel de producción, expresado en hectáreas globales, y que se encuentra asociado con la huella ecológica (HE).

Tobasura propone una ecuación diferencial entre la biocapacidad y la huella ecológica, con el fin de comprender el indicador sobrante como un déficit de términos de recursos ($BC - HE > 0$) o un déficit ambiental ($BC - HE < 0$). Para el cálculo de la biocapacidad se requiere conocer la extensión de las tierras en producción y las que aún están desocupadas para poder plantear un rendimiento hipotético por unidad de área (p. 121) (tabla 3.2).

.....
15 La huella per cápita de un territorio, de acuerdo con Dubois, Millán y Roca (2001), puede ser comparada con la máxima superficie disponible per cápita; es decir, el cociente entre la huella y el número de habitantes. En definitiva, la suma de las huellas individuales ($ef = aa$) (p. 26).

Características de la huella ecológica como indicador para medir la capacidad de carga de un territorio

- 1 Integrar indicadores ambientales de presión en un único número.
- 2 Integrar indicadores de ocupación de territorio vs. consumo.
- 3 Integrar indicadores de presión, de estado y de respuesta para la medición de capacidad de carga.
- 4 Los resultados deben ser números claros, con significado y de fácil interpretación (número de hectáreas de consumo).
- 5 Aspectos importantes de la ecología determinan que las superficies en hectáreas se pueden convertir en CO₂, un parámetro de medición que refleja cómo se pueden compensar emisiones directas o indirectas (análisis de huella de carbono).
- 6 Debe poder aplicarse a cualquier tipo de escala y para países, instituciones o personas.
- 7 Este indicador debe facilitar “el efecto dominó”, pues a todo eslabón de la cadena productiva le interesa exigir productos a sus proveedores con la menor huella posible.
- 8 Debe poder compararse en cualquier escala.

Tabla 3.2 Características de la huella ecológica como indicador para medir la capacidad de carga de un territorio

Fuente: Adaptado por Aguilera Martínez, Medina-Ruiz 2017 a partir de Doménech (2007).

La capacidad de carga está determinada por la interacción de las dinámicas sociales, económicas y ambientales que presentan los territorios, y que se encuentran en capacidad de equilibrar la relación de los recursos naturales y su demanda en relación con los modelos y estrategias que pueden balancear el desarrollo de los bordes territoriales como espacios de oportunidad.

Para construir dicho equilibrio se ha planeado la economía azul, la permacultura, la huella ecológica y la biocapacidad, que pueden ser consolidadas como indicadores que instrumentalicen acciones que conduzcan a mejorar la calidad de vida de los habitantes del territorio y potencien la conservación y renovación constante de los recursos, para posibilitar la sostenibilidad a largo plazo de la sociedad.

La construcción de los espacios geográficos de borde, con miras a plantear procesos sostenibles, deben implicar a todos los actores ambientales, sociales y económicos, con el fin de construir un sistema equitativo y equilibrado que facilite el acceso de la población y los ecosistemas a los recursos requeridos para su existencia.

Finalmente, los indicadores de capacidad de carga son construibles en relación con el número de población, sus actividades, el conocimiento del territorio y la gestión adecuada de procesos que faciliten la transformación y las tasas de retornos, para evitar escenarios críticos que afecten la calidad de vida de los habitantes e incluso pongan en riesgo la existencia misma de los seres vivos que ocupan un espacio geográfico determinado.



- Aguayo González, F., Peralta Álvarez, M. E., Lama Ruiz, J. R., y Soltero Sánchez, V. M. (2011). *Ecodiseño. Ingeniería sostenible de la cuna a la cina (C2C)*. Madrid, España: RC Libros.
- Andaluz Westreicher, C. (2016). *Manual de derecho ambiental*. España: Proterra.
- Aymerich, J. P. (2011). *Capacidad de carga de poblaciones humanas en territorios rurales. Recursos naturales y ambiente*, 47-63. Recuperado de <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6445/7.%20Morales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Banos-González, I., Martínez Fernández, J., y Esteve Selma, M. A. (2015). Dynamic integration of sustainability indicators in insular socio-ecological system. *Ecological Modelling*, 130-144.
- Bermúdez, P. M. (2010). La sostenibilidad ambiental urbana en Colombia. *Bitácora Urbano Territorial*, 17(2), 73-94. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/viewFile/18893/19784>
- Doménech, J. L. (2007). *Huella ecológica y desarrollo sustentable*. Barcelona: AENOR Ediciones.
- Doménech, J. L. (2010). *Huella ecológica y desarrollo sustentable*. Génova, Madrid: AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación).
- Dubois, A., Millán, J., y Roca, J. (2001). *Capitalismo, desigualdades y degradación ambiental. VII jornadas de economía crítica*. Barcelona, España: Icaria Editorial, S.A.
- Ehrlich, P. R. (1982). Human carrying capacity, extinctions, and nature reserves. *American Institute of Biological Sciences*, 32(5), 331-333. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/1308850>
- Friedl, S. (s.f.). *study.com*. Recuperado de <http://study.com/academy/lesson/carrying-capacity-of-a-population-definition-lesson-quiz.html>
- González Arenas, J., Etter Rothlisberger, A., Sarmiento López, A., Orrego Suaza, S., Ramírez Sosa, C., Cabrera Montenegro, E., . . . Ordóñez Castro, M. F. (2011). *Análisis de tendencias y patrones espaciales de deforestación en Colombia*. Bogotá, Colombia: Instituto de Estudios Ambientales-Ideam. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/documents/11769/44688974/An%C3%A1lisis+de+tendencias+y+patrones+espaciales+de+deforestaci%C3%B3n+en+Colombia/06030c14-c433-485a-8541-8367e78038aa?version=1.0>
- Holmgren, D. (2013). *La esencia de la permacultura*. Recuperado de https://holmgren.com.au/downloads/Essence_of_Pc_ES.pdf
- Internacional, W. (2016). *Planeta vivo informe 2016, Riesgo y resiliencia en el Antropoceno*. (W. Internacional, Ed.) Obtenido de <https://www.wwf.es>.
- Khanna, P., Babu, P. R., y George, M. S. (1999). Carrying-capacity as a basis for sustainable development a case study of National Capital Region in India. *Progress in Planning*, 52(2), 101-166.
- Kitzes, J., Galli, A., Bagliani, M., Barrett, J., Dige, G., Ede, S., ... Wiedmann, T. (2007). A research agenda for improving national Ecological Footprint accounts. *Ecological Economics*, 1-22. Recuperado de [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/45307906/A_research_agenda_for_improving_national20160503-2456-107xcn7.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53U-L3A&Expires=1507672953&Signature=uwvOwi46raPeGTGOotCTIjuvZSA%3D&response-content-disposition=inline%](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/45307906/A_research_agenda_for_improving_national20160503-2456-107xcn7.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53U-L3A&Expires=1507672953&Signature=uwvOwi46raPeGTGOotCTIjuvZSA%3D&response-content-disposition=inline%20)
- Manteca, E. F., y Potthast, M. C. (1999). Permacultura en la práctica. Conservación de suelos y aguas en la zona andina: hacia el desarrollo de un concepto integral: memorias del Taller Internacional Regional Hacia Conceptos Integrales en la Conservación de Suelos y Aguas en la Zona Andina, celebrado en el Centro Internacional de Agricultura Tropical, en octubre de 1997, (309), 169.
- Martine, G. (1994). Población y medio ambiente: lecciones de la experiencia latinoamericana. Repositorio CEPAL, 261-310.

- Moreno López, R. (3 de marzo de 2005). La huella ecológica. *Boletín CF+S*. Recuperado de <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n32/armor.html>
- Pacheco, M., y Melo, Y. E. (2015). Recursos naturales y energía. Antecedentes históricos y su papel en la evolución de la sociedad y la teoría económica. *Energética*, 107-115.
- Pauli, G. (2011). *La economía azul: 10 años, 100 innovaciones, 100 millones de empleos* Barcelona: Tusquets.
- Rees, W. E. (1996). Indicadores territoriales de sustentabilidad. *Ecología Política* (12), 27-41. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/20742893>
- Sarmiento, F., Aguilera, F., y Castiblanco, J. J. (2018). Aproximación conceptual al modelo de capacidad de carga. *AUS*, 76-81.
- Sarmiento, F., Aguilera, F., y Castiblanco, J. J. (2018). Aproximación conceptual al modelo de capacidad de carga. *AUS Arquitectura/Urbanismo/Sustentabilidad*, (24), 76-81.
- Taller Internacional Regional. (1997). Permacultura en la Práctica. En T. I. Regional, y K. M.-S. Restrepo (Ed.), *Conservación de suelo y aguas en la zona andina: hacia el desarrollo de un concepto integral. Memorias*. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT.
- Tobasura Acuña, I. (enero-junio de 2008). Huella ecológica y biocapacidad: indicadores biofísicos para la gestión ambiental. El caso de Manizales, Colombia. *Revista Luna Azul*, 119-136. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n26/n26a07.pdf>
- Universidad Católica de Colombia. (29 de octubre de 2015). Universidad Católica de Colombia. Recuperado el 2017 de julio de 25, de Responsabilidad Social: <https://www.ucatolica.edu.co/portal/proyeccion-social/responsabilidad-social/>

Introducción	114
Modelos de ciudad.....	115
Ciudad dispersa	116
Ciudad policéntrica.....	117
Ciudad compacta.....	118
Ciudad sostenible	120
Compacidad urbana	121
Compacidad absoluta (CA)	124
Compacidad corregida (CC)	125
La compacidad en el borde urbano.....	126
Dispersión urbana y fragmentación socioespacial en el borde urbano	126
Evaluación de la compacidad en el borde urbano	129
Conclusiones.....	133
Referencias.....	134

16 Myriam Stella Díaz-Osorio. Magister en Historia y Teoría del Arte, la Arquitectura y la Ciudad, Universidad Nacional de Colombia. Arquitecta de la Universidad Nacional de Colombia. Docente investigadora en la Facultad de Diseño de la Universidad Católica de Colombia

<https://orcid.org/0000-0002-0577-9151>

Correo electrónico: msdiaz@ucatolica.edu.co

17 Marielena Medina-Ruiz. Estudiante de Arquitectura en la Facultad de Diseño Universidad Católica de Colombia. Investigadora en la Facultad de Diseño de la Universidad Católica de Colombia

<https://orcid.org/0000-0001-9366-1956>

Correo electrónico: mmedina08@ucatolica.edu.co,
truebelieve107@gmail.com