

Segunda Edición

Ecourbanismo

**Ciudad,
Medio ambiente y
Sostenibilidad**

Gabriel Leal del Castillo

ECOE EDICIONES



Gabriel Leal del Castillo

Arquitecto, egresado de la Pontificia Universidad Javeriana con 18 años de experiencia. Master en Ecoauditorías y planificación empresarial del medio ambiente del Instituto de Investigaciones Ecológicas, Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Málaga (España), Magíster en planificación urbana y Regional de la Pontificia Universidad Javeriana.

Docente en la Pontificia Universidad Javeriana y Universidad INCCA de Colombia. Se ha desempeñado como consultor en arquitectura, de ordenamiento territorial y planificación ambiental en diversas entidades públicas como Presidencia de la República - DAINCO-COINCO, INSSPONAL, DAMA, INECON LTDA. FONADE, Intendencia Nacional de Arauca, etc., así como en las alcaldías de Puerto Carreño, La Primavera (Vichada) y Cúcuta.

Segunda Edición

Ecourbanismo

**Ciudad,
Medio ambiente y
Sostenibilidad**



Gabriel Leal del Castillo



Introducción.....	XV
Objetivos de este libro.....	XXXI

CAPÍTULO 1

ECOSISTEMAS Y ECOLOGÍA URBANA

1.1. Introducción a la teoría general de sistemas.....	2
Objetivos de la teoría general de sistemas	3
Clasificación de los sistemas	4
Conceptos básicos	5
Los ecosistemas.....	11
Principios de sostenibilidad.....	12
Desde la ecología.....	12
Desde las ciencias sociales.....	13
1.2 Ecología y ciclos biogeoquímicos.....	18
Ecología.....	18
Principios de la ecología.....	18
Los ecosistemas.....	21
Flujos de energía en los ecosistemas	21
Ciclos biogeoquímicos	23
1.3 Urbanismo y ecología.....	31
1.4 Ecología urbana	33
Origen de la ecología urbana.....	34
El concepto de ciudad en el campo de la ecología	36
El concepto de ecología urbana.....	38
1.5 Análisis ecosistémico urbano.....	41
La ley de la termodinámica.....	41
El efecto de cosecha.....	46
Condicionamiento del hábitat urbano	47

Flujo de materia y energías en el ecosistema urbano.....	48
Generación, modificación y evolución de los sistemas	50
El desarrollo de las ciudades como sistemas.....	51

CAPÍTULO 2

ECOURBANISMO

Breve reseña histórica	57
1. Las funciones.....	57
2. La forma	58
La ciudad contemporánea.....	60
Subsistemas según su función.....	62
Transporte y comunicación	62
2.1 Ecourbanismo.....	63
Intervención territorial desde una visión ecológica.....	67
Aplicaciones para propiciar la sostenibilidad	69
Marco territorial para propiciar la sostenibilidad.....	71
La sostenibilidad en las ciudades	73
Criterios para obtener la sostenibilidad urbana	74
Las ecoaldeas	79
La permacultura	80

CAPÍTULO 3

¿DESARROLLO SOSTENIBLE O SUSTENTABLE?

3.1 El concepto de sostenibilidad.....	86
Sostenibilidad débil.....	92
Sostenibilidad fuerte.....	95
¿El desarrollo es sostenible o sustentable?.....	97

CAPÍTULO 4

MODELOS E INDICADORES

Los indicadores	104
Modelo Per	106

Clases de indicadores.....	107
Indicadores de presión	107
Indicadores de estado.....	107
Indicadores de respuesta.....	107
Indicadores ambientales de OCDE.....	107
Estructura del cuerpo central	109
Indicadores sectoriales.....	112
Contabilidad ambiental	112
Indicadores ambientales	114
Modelo DPSIR	126
Modelo sistema entorno.....	129
Gestión de la energía en la ciudad.....	136
Gestión del agua en la ciudad	137
Gestión de los residuos en la ciudad	138
Gestión de la contaminación atmosférica.....	139
Estos modelos de gestión tienen varios impactos:.....	139
Indicadores de sustentabilidad para conocer la situación de una ciudad..	141
Capacidad de carga.....	141
Indicador EROI	142
Mochila ecológica.....	142
Apropiación humana de la producción primaria neta (PPN).....	143
Huella ecológica	143
Comparación de la huella ecológica:	146
Uso de la huella ecológica en la superficie bioproductiva:	147
Análisis de la HE en una vivienda:	148
Cálculo de la HE del suelo	153
Análisis de la HE de servicios básicos	160
Cálculo de la HE según el desarrollo de los países.....	168

CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES

Relación entre ecosistemas naturales y urbanos.....	176
Conceptos de ciudad según la teoría general de sistemas.....	177
Principios de sostenibilidad ecológica y social	182
Comportamiento del sistema urbano.....	184

Características del sistema urbano.....	184
Origen del sistema urbano.....	185
Alternativas para la sostenibilidad del sistema urbano.....	186
Objetivos y estrategias en miras de ecosistemas urbanos sostenibles	188

CAPÍTULO 6

¿QUÉ HACER?

6.1 Sistemas de gestión medioambiental.....	197
6.2 Las ecoauditorías	209
Objetivos de las ecoauditorías.....	209
Pasos de la ecoauditoría	211
Aspectos que se deben revisar en la auditoría ambiental.....	212
Impactos ambientales de los productos residuales	214
La minimización, estrategia de solución.....	222
Los accidentes	228
Políticas medioambientales orientadas a los productos	231
Para recordar.....	236

ANEXOS

ANEXO 1. Guía legislativa medioambiental colombiana.....	245
ANEXO 2. Indicadores urbanos	267
ANEXO 3. Algunos sitios en internet relacionados con la gestión ambiental.	273
ANEXO 4. Equivalencias de unidades	275
Bibliografía	277

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Principales 10 países contaminadores.....	XXIX
Tabla 1.1	Clasificación de los sistemas.....	4
Tabla 1.2	Conceptos asociados con los conceptos básicos de sistemas...	10
Tabla 2.1	Declaración de Curitiba.....	63
Tabla 2.2	Noción y principios de sostenibilidad territorial. Carta de Aalborg, 1994	64
Tabla 2.3	Declaración de Hannover, 2000.....	64
Tabla 2.4	Marco territorial para propiciar la sostenibilidad	71
Tabla 2.5	Criterios básicos de la ciudad sostenible.....	73
Tabla 2.6	Criterios urbanísticos para la sostenibilidad.....	77
Tabla 3.1	Principales diferencias entre sostenibilidad débil y fuerte.....	96
Tabla 4.1	Conjunto de indicadores sectoriales OCDE	112
Tabla 4.2	Contabilidad ambiental. Definiciones y criterios	113
Tabla 4.3	Gases de efecto invernadero	115
Tabla 4.4	Huella ecológica mundial.....	147
Tabla 4.5	Categorías de consumo de un hogar.....	150
Tabla 4.6	Usos del suelo para cálculo de la huella ecológica.....	153
Tabla 4.7	Productividad de distintas fuentes energéticas	155
Tabla 4.8	Productividad de algunos cultivos corrientes.....	156
Tabla 4.9	Productividad de algunos animales de cría	157
Tabla 4.10	Producción de carne por grano consumido.....	157
Tabla 4.11	Rendimientos mundiales de carne por hectárea de pasto	158
Tabla 4.12	Usos del suelo y requerimientos de tierra.....	159
Tabla 4.13	Contenido energético de los combustibles	160
Tabla 4.14	Emisiones de CO_2 por tipo de combustible.....	160
Tabla 4.15	Consumo promedio diario de agua por persona.....	161
Tabla 4.16	Huella ecológica, consumo de energía y PNB	169
Tabla 5.1	Subdivisión de los ecosistemas	176
Tabla 5.2	Principios de sostenibilidad ecológica y social.....	183
Tabla 5.3	Cuerpo central de indicadores OCDE.....	192
Tabla 6.1	Productos residuales, según tipo y consecuencia.....	215
Tabla 6.2	Principales actividades contaminantes de las aguas subterráneas	218
Tabla 6.3	Riesgos del ambiente para la salud humana.....	221
Tabla 6.4	Sustancias y fuentes de emisión	221
Tabla 6.5	Clasificación de los accidentes según niveles de gravedad	230

Tabla 6.6 Componentes del urbanismo tradicional	238
Tabla 6.7 Compatibilidad de criterios urbanísticos tradicionales y ecológicos	241

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 4.1 Comparación entre los modelos de ciudad compacta y ciudad difusa, desde el marco sistema-entorno.....	131
Cuadro 4.2 Índices e indicadores básicos para el seguimiento de los modelos de ciudad.....	134
Cuadro 4.3 Indicadores complementarios para el seguimiento de los modelos de ciudad.....	135
Cuadro 4.4 Indicadores de sostenibilidad en relación con la energía.....	136
Cuadro 4.5 Indicadores de sostenibilidad del agua.....	137
Cuadro 4.6 Indicadores de sostenibilidad en relación con los residuos....	138
Cuadro 4.7 Indicadores de sostenibilidad en relación con la contaminación atmosférica.....	140
Cuadro 4.8 Matriz de huella ecológica.....	145
Cuadro 4.9 Consumo estimado de agua y energía por vivienda	167

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 6.1 Sistema de gestión medioambiental.....	199
Diagrama 6.2 Auditoría del sistema de gestión ambiental	210

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1 Emisiones totales de CO ₂ por país en 1990.....	94
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1 Modelo PER.....	106
Figura 4.2 Indicadores ambientales de OCDE.....	108
Figura 4.3 Estructura del cuerpo central de indicadores de la OCDE por temas ambientales.....	111
Figura 4.4 Modelo PSDIR	127
figura 4.5 Modelo PSDIR para impactos urbanos.....	128

Introducción

Históricamente, la irracionalidad y el descuido en el manejo de los recursos han sido característicos del conjunto de las actividades económicas. La demanda de recursos se ha realizado sin respetar los mecanismos de reproducción y equilibrio del ecosistema, ni garantizar el uso energético racional. Desde la Revolución Industrial, la industria en tanto transformadora de recursos naturales y de bienes intermedios en bienes de consumo final, promueve y dinamiza el desarrollo de los países. Sin embargo, pese a los innumerables beneficios que representa, ejerce una presión grande, creciente e incontrolada sobre los recursos naturales, al utilizarlos como insumos de producción y receptores de desechos.

La década de los setenta se caracterizó por la preocupación generalizada en torno al medio ambiente. El Club de Roma¹ presentó su primer informe en 1972 en los Estados Unidos, conocido como "Informe Meadows". Bajo el título de *Los límites del crecimiento*, puso de manifiesto la necesidad de fijar límites al crecimiento económico, especialmente en lo relativo al desequilibrio de fondo entre el desarrollo incontrolado y los recursos ambientales del planeta, en concordancia con la teoría malthusiana², según la cual si la población siguiera creciendo no habría

¹ Se fundó en Roma en 1968 con 35 personalidades entre académicos, científicos, investigadores y políticos de 30 países, que compartían una creciente preocupación por las modificaciones del entorno ambiental. Se propusieron investigar e interesar a funcionarios y grupos influyentes sobre todo de los países del primer mundo acerca de las perspectivas de la crisis progresiva que afectaba el medio ambiente. El Club se formalizó dos años más tarde como asociación bajo la legislación suiza.

A la fecha cuenta con cerca de 100 miembros de 52 países y ha publicado y difundido 21 informes sobre numerosos temas de la problemática de la crisis actual. Mantiene una posición influyente en la comunidad internacional.

² Thomas Malthus (1766 – 1834) representa la respuesta pesimista al optimismo de Adam Smith. Es conocido su trabajo sobre los peligros del crecimiento de la población. Conecta el crecimiento de la población con el crecimiento económico, por lo que no sorprende su visión pesimista. De sus argumentos contra la concepción optimista de Smith sobre el crecimiento económico, se desprenden dos de los conceptos que son actualmente el centro de la economía moderna: el desempleo y la disminución de la productividad marginal.

Malthus observó que la producción requiere tierra así como la labor, mientras que el crecimiento de la población aumenta el suministro obrero, pero no el suministro de tierra.

con que alimentarla, ya que ésta crece en proporción geométrica mientras que la producción de alimentos crece en proporción aritmética.

Esta visión pesimista adquiere visos premonitorios en los primeros años del siglo XXI, cuando las Organización de las Naciones Unidas alerta sobre la escasez de alimentos que se avizora como consecuencia del auge de los biocombustibles, entre otras debido a los altos precios internacionales del petróleo. En 2007 y 2008 se hacen llamados urgentes para solucionar la crisis alimentaria de millones de personas. La gran paradoja consiste en que durante este período se ha producido la mayor cantidad de alimentos y en el cual más seres humanos mueren de hambre: la irracionalidad del sistema económico de base neoliberal fomenta la siembra de comida para alimentar a los automóviles.

A partir de la publicación de este informe el concepto de *sostenibilidad* ha ido cobrando importancia, hasta constituirse en uno de los paradigmas centrales del cambio de milenio. En 1987 se publicó el Informe Brundtland³, *Nuestro Futuro Común*, el cual definió el desarrollo sostenible como “*Satisfacer nuestras necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas*”⁴; a partir de este momento el desarrollo sostenible se ha caracterizado por el respeto a la naturaleza y se identifica con la aptitud para mejorar la calidad de vida de los seres humanos, sin sobrepasar la capacidad de carga de los ecosistemas que constituyen el soporte a la vida.

Finalmente, la UICN, UNEP y WWF entre 1980 y 1992 publicaron dos estrategias globales⁵ las cuales sirvieron de base para la formulación de las agendas locales, en el marco del Programa Agenda 21, que se hizo público en la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro⁶.

Casi simultáneamente, la crisis energética ocurrida en 1973 puso en evidencia la fragilidad del modelo tradicional de desarrollo basado en la utilización irracional de energías no renovables y que hasta el momento se creían inagotables. Desde entonces los países desarrollados y de economías capitalistas, cuyas industrias se basan en el consumo intensivo de hidrocarburos, han realizado esfuerzos importantes en la búsqueda de fuentes alternas de energía y en la conservación de los recursos naturales renovables.

³ WCED (1987). *Our Common Future*, World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, Oxford. Esta comisión estuvo dirigida por la doctora noruega Gro Harlem Brundtland, quién entre los años 1986 y 1989 se desempeñó como primera ministra.

⁴ “A development that meets the needs of the present generation without compromising the ability of future generations to meet their own needs”.

⁵ UICN; PNUMA; WWF (1980). *World Conservation Strategy. Living Resources for Sustainable Development*. UICN; PNUMA; WWF (1991). *Caring for the Earth. A Strategy for Sustainable Living*, Gland, Suiza.

⁶ Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Río de Janeiro, 1992.

The background of the page is a grayscale photograph. It shows a steep hillside covered in dense trees and vegetation. In the lower right portion of the image, a modern, white, multi-story building with large windows is visible. Several power lines run horizontally across the image, adding to the urban or semi-urban feel. The overall atmosphere is somewhat hazy or misty.

CAPÍTULO

1

Ecosistemas y ecología urbana

Entender a la ciudad como un sistema, o como un ecosistema, y las relaciones que establece en tanto flujos de entrada y salida con otros sistemas, es determinante para comprender la importancia del ecourbanismo, más allá de una moda o de una propuesta verde dentro del campo de la política, de la economía o de la arquitectura. El futuro del planeta y de las generaciones por venir depende en gran medida del pacto que se haga hoy con la naturaleza. Las ciudades actuales no son sostenibles, el nuevo paradigma se basa en el respeto a la naturaleza y en la interacción del ser humano con el medio. Este enfoque requiere una visión holística que trascienda el conocimiento académico especializado y socialice el saber y la experiencia, fruto esta última del contacto del hombre con la realidad.

Debido a que la lectura de la ciudad actual y de su problemática en cuanto a su comportamiento ambiental se realiza desde un enfoque ecosistémico, se hace una breve introducción al tema de los sistemas, con el fin de aclarar conceptos que serán más adelante utilizados y que, en algunos casos, sirven de base a las propuestas de diversos autores.

1.1. Introducción a la teoría general de sistemas¹

Entre los años 40 y 60 la comunidad científica hizo una serie de aproximaciones en torno a un tema común, los sistemas. Así, en 1948 la obra *Cibernética* de Norbert Weiner saca a la luz pública una nueva ciencia que estudia los sistemas, en especial los recursivos, basándose en el feedback o retroalimentación. En los años siguientes se hicieron otros aportes como la *teoría clásica de sistemas*; la *informática y la simulación*; la *teoría de compartimentos*; la *teoría de conjuntos*; la *teoría de gráficas*; la *teoría de redes*; la *teoría de jerarquías*; la *teoría de información* y la *teoría matemática de juegos*, propuestas por diversos investigadores. Bertalanffy (1968) identificó estas teorías y las organizó como un modelo comprensivo bajo el título de *Teoría General de Sistemas*, según las siguientes premisas:

- Hay una tendencia general hacia una integración en las ciencias naturales y sociales.
- Tal integración parece centrarse en una teoría general de sistemas.
- Tal teoría puede ser un medio importante para apuntar hacia la teoría exacta en los campos no físicos de la ciencia.

¹ Con base en **Arnold Marcelo, Ph.D. y Osorio Francisco, M.A.** Departamento de Antropología. Universidad de Chile. Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de sistemas. En www.rehue.csociales.uchile.cl/publicaciones/moebio

Otros textos de su interés

- Contabilidad y auditoría ambiental, R.Gray-J.Bebbington-D.Walters. Traductor, *Samuel Alberto Mantilla*
- Cultivos orgánicos, *Rosendo Méndez*
 - Diccionario ambiental, *Nestor Julio Fraumme*
 - Ecología tropical, *Miguel Ángel Mejía A.*
 - Ecopedagogía, el planeta en emergencia, *Marcel Zimmermann*
- Ecosellos. Aplicación al marketing green y los negocios internacionales, *Javier Gómez y Ernesto Duque*
- Ecoturismo: oferta y desarrollo sistémico regional, *Luis Hernando Jiménez B.*
- **Ecourbanismo, ciudad, medio ambiente y sostenibilidad,** *Gabriel Leal del Castillo*
 - El desempeño ambiental en la empresa, *Marc J. Epstein.* Traductor, *Samuel Alberto Mantilla*
 - Envases y medio ambiente, *Walter Pardavé L.*
- Estrategias ambientales de las 3R a las 10R, *Walter Pardavé L.*
- Gestión ambiental y planificación del desarrollo. El reloj verde, *Alfonso Avellaneda*
- Guadua (Lambú), subparámetros de producción y transformación de la guadua laminada aplicados al diseño industrial, *Diana Godoy - Sandra Castellanos*
- Hacia la sostenibilidad ambiental del desarrollo, *Leonel Vega Mora*
- Medio ambiente, tecnología y modelos de agricultura en Colombia, *Tomás León (Ecoe-IDEA-U.Nacional)*
 - Reciclado industrial de metales, *Walter Pardavé L.*
 - Régimen ambiental, *Cornelio Roa y Hernán Roa*
 - Sostenibilidad empresarial, *Samuel A. Mantilla*



Ecourbanismo

Pretende hacer llegar a los profesionales de la arquitectura, del urbanismo y a los tomadores de decisiones sobre aspectos urbanos y del desarrollo de las ciudades, una serie de conceptos así como modelos e indicadores que faciliten la labor de la construcción social de la ciudad desde una perspectiva ecológica y sostenible.

Igualmente presenta un modelo de sistema de gestión el cual contempla unos objetivos generales ordenados por estrategias y de acuerdo con unas políticas globales de sostenibilidad urbana. Propone un enfoque sistémico de análisis de la ciudad en tanto ecosistema y las relaciones que establece con los ecosistemas naturales que conforman el entorno en el cual se encuentran localizadas las ciudades o pequeñas poblaciones, partiendo del principio ecosistémico del establecimiento de flujo de energía, materia e información y la minimización de los mismos en especial de materiales.

Colección: ciencias naturales

Área: ecología y medio ambiente

ECOE
EDICIONES



978-958-648-649-1



9 789586 486491