

Centro de Estudios e Investigación

**CEDeS**  
en Desarrollo Sustentable

Dr. en U. Fermín Carreño Meléndez  
COORDINADOR

Dra. en C.A. y R.N. Clarita Rodríguez Soto  
PROFESORA – INVESTIGADORA

Dr. en E. David Iglesias Piña  
PROFESOR – INVESTIGADOR

Dr. en C.A. y R.N. Jesús Castillo Nonato  
PROFESOR – INVESTIGADOR

M. en F. Alan Noe Carrillo Arteaga  
PROFESOR – INVESTIGADOR

Lic. en C.A. Cinthya Adriana Cabrera González  
ASISTENTE DE INVESTIGACIÓN

Lic. en Psic. Augusto López Velasco  
ASISTENTE DE INVESTIGACIÓN

Lic. en A. Elizabeth Azotea Betancourt  
COORDINACIÓN ADMINISTRATIVA

**1ND1C4DOR3S**  
DE LA SUSTENTABILIDAD

Centro de Estudios e Investigación  
**CEDeS**  
en Desarrollo Sustentable



**RedIS**  
Red de Investigaciones  
por la Sustentabilidad

**COLOFÓN**  
EDICIONES ACADÉMICAS y ECONOMÍA



**1ND1C4DOR3S**  
DE LA SUSTENTABILIDAD

Fermín Carreño Meléndez  
David Iglesias Piña  
Roque Juan Carrasco Aquino  
Clarita Rodríguez Soto





# 1ND1C4D0R3S

DE LA SUSTENTABILIDAD



# 1ND1C4DOR3S

DE LA SUSTENTABILIDAD

Fermín Carreño Meléndez  
David Iglesias Piña  
Roque Juan Carrasco Aquino  
Clarita Rodríguez Soto

Centro de Estudios e Investigación  
**CEDeS**  
en Desarrollo Sustentable



**RedIS**  
Red de Investigadores  
por la Sustentabilidad



---

Indicadores de la sustentabilidad / Fermín Carreño Meléndez, David Iglesias Piña, Roque Juan Carrasco Aquino, Clarita Rodríguez Soto. —Ciudad de México : Colofón, 2017  
215 p. ; 17 x 23 cm

1. Análisis del impacto ambiental 2. Sustentabilidad – Medición 3. Indicadores ambientales I. Carreño Meléndez, Fermín, coaut. II. Iglesias Piña, David, coaut. III. Carrasco Aquino, Roque Juan, coaut. IV. Rodríguez Soto, Clarita, coaut.

LC: TD194.6 C37

DEWEY: 333.714 C37

---

Primera edición 2017

*Indicadores de la sustentabilidad*

Fermín Carreño Meléndez, David Iglesias Piña, Roque Juan Carrasco Aquino, Clarita Rodríguez Soto

© Imágenes: Propiedad intelectual de los autores

© Portada: Jorge Marcelino

Corrección de estilo

Manuel Encastin

Diseño y formación

Jorge Marcelino

Diseño y cuidado editorial: Colofón S.A. de C.V.

Franz Hals 130,

Col. Alfonso XIII,

Delegación Álvaro Obregón, C.P. 01460

Ciudad de México, 2017.

[www.paraleer.com](http://www.paraleer.com) • Contacto: [colofonedicionesacademicas@gmail.com](mailto:colofonedicionesacademicas@gmail.com)

Queda prohibida la reproducción parcial o total del contenido sin la previa autorización por escrito de la institución responsable de la edición en términos de la Ley Federal del Derecho de Autor y, en su caso, de los tratados internacionales aplicables.

ISBN: 978-607-8563-18-0

Impreso México / *Printed in Mexico.*

Todos los artículos y ensayos han sido sometidos a arbitraje en la modalidad doble ciego por el Comité Interno de Selección de Obras de Colofón Ediciones Académicas para su valoración en la sesión del primer semestre de 2017, por especialistas en la materia, el resultado del dictamen fue positivo.

- 9 INTRODUCCIÓN
- 17 INCORPORACIÓN DE INDICADORES HOLÍSTICOS  
EN EL DESARROLLO DE PROPUESTAS DE  
SUSTENTABILIDAD  
*Clarita Rodríguez Soto*
- 43 DETERMINANTES E INDICADORES PARA LA  
PRODUCCIÓN SUSTENTABLE EN LOS PARQUES  
INDUSTRIALES  
*David Iglesias Piña*
- 69 INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD COMO  
HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS  
*Roque Juan Carrasco Aquino*
- 105 INDICADORES DE LA (IN)SUSTENTABILIDAD URBANA  
EN LA METRÓPOLI DE TOLUCA  
*Fermín Carreño Meléndez*



## INTRODUCCIÓN

---

Evaluar la sustentabilidad llevará a considerar la posibilidad de mostrar un aspecto contradictorio a dicho proceso; la insustentabilidad. Entonces la sustentabilidad e insustentabilidad se muestran como dos aspectos de una misma contradicción en un proceso mucho más amplio de análisis, experiencias y resultados de la humanidad por equilibrar armónicamente su relación con la naturaleza. Equilibrio o destrucción, ambas acepciones tendrán al centro de su proceso la vida en general y la supervivencia de la especie humana.

La relación hombre-naturaleza es, antes que nada, una relación unitaria, que implica una interacción recíproca entre ambas entidades, que aisladas de su dialéctica carece de sentido. No existe un medio ambiente natural independiente al hombre: la naturaleza sufre siempre su acción transformadora y a su vez lo afecta y determina en un proceso dialéctico de acciones e interacciones. El hombre se enfrenta con la naturaleza en una actitud de transformación y apropiación. De ello derivan dos elementos importantes para explicar el impacto del desarrollo de la sociedad sobre el medio ambiente: su actitud utilitaria y su enfoque parcial, y selectivo, de los fenómenos naturales.

Dentro de este proceso dialéctico de influencias recíprocas, la relación hombre-naturaleza no se da en términos abstractos. El hombre como integrante de un grupo o sistema social, actúa siempre en un medio ambiente específico. La relación del hombre con la naturaleza y la transformación que deriva de ésta es un fenómeno social. No existe, por lo tanto, una escisión entre sociedad y naturaleza o, mejor dicho, entre sistema social y sistema natural, debiendo éstos ser concebidos como partes de un todo, como dos subsistemas interrelacionados, integrados a un sistema mayor.

El crecimiento de las economías de los países genera un conflicto superior, la explotación sin control de los bienes naturales y su entorno. El modelo fosilista de extracción y utilización de los recursos energéticos da muestras ya de su inviabilidad a través de la historia de las crisis ambientales y de devastación ambiental y territorial que se presenta en varios países del orbe, entre ellos México. Quizá, la antigua discusión de las diferencias entre crecimiento y desarrollo tenga ahora muestras palpables de que el crecimiento económico no se traducía forzosamente en el bienestar de la población. La explotación a cielo abierto de los recursos minerales, a cambio de dar empleo temporal a un reducido número de habitantes, no puede justificar lo irreversible de los daños, al concluir el periodo de extracción. Solo queda la realidad de la devastación territorial y ambiental: las áreas destinadas a tal efecto no podrán volver a usarse por el alto nivel de contaminación y destrucción existentes.

Las crisis ambientales en las ciudades generadas por factores diversos, siguen siendo evidencias del fracaso de la planeación institucional urbana y ambiental; la contaminación en la atmósfera y estratósfera producto de las emisiones de vehículos, fabricas, desechos y demás acciones antropogénicas parecen interminables. Algunas de las

soluciones se recargan en una visión neoliberal; gravar y sancionar al consumidor final y no responsabilizar a la producción.

La sociedad y las instituciones requieren de un sistema de señales que orienten la perspectiva de la sustentabilidad, mismas que se traduzcan en indicadores de la trayectoria del proceso. Éstos son sin duda una herramienta útil que contribuyen a objetivizar las principales tendencias ambientales, económicas, sociales y territoriales. Existe una gama de indicadores ambientales o de desarrollo sustentable de países con mayor poder económico o de agencias de desarrollo que han instrumentado su utilización.

Para Quiroga (2004),<sup>1</sup> los indicadores son en sí información selecta y procesada, cuya utilidad ha sido predefinida y su existencia justificada, porque nos permiten hacer un mejor trabajo y evitar consecuencias inaceptables que pueden ocurrir con mayor frecuencia cuando no se puede producir o procesar toda la información pertinente para el caso.

Gallopin (1997),<sup>2</sup> define los indicadores como variables, es decir, representaciones operativas de un atributo (calidad, característica, propiedad) de un sistema. Los indicadores por tanto son imágenes de un atributo, las cuales son definidas en términos de un procedimiento de medida u observación determinado. Cada variable puede asociarse a una serie de valores o estados a través de los cuales se manifiesta. Este autor hace una revisión extensiva del concepto, identifica el indicador como variable; es decir, como una representación operacional

1 Quiroga, Rayén (2009) *Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe*, Serie manuales 61, CEPAL, Santiago de Chile.

2 Gallopin, G.C. (1997) *Indicators and their Use: Information for Decision-making a Whilley J. Sustainability Indicators*, Moldan & Bilharz eds.

del atributo, un modelo empírico de la realidad, un signo (cualidad, característica, propiedad) de un sistema.

Según la OCDE (1997),<sup>3</sup> las tres funciones básicas de los indicadores son: simplificación, cuantificación y comunicación. Los indicadores han de ser representaciones empíricas de la realidad en las que se reduzcan el número de componentes. Además, han de medir cuantitativamente (al menos establecer una escala) el fenómeno a representar. En la teoría de la medida, el término indicador se refiere a la especificación empírica de conceptos que no pueden ser completamente medidos de forma operativa, como el bienestar o la sostenibilidad. Por último, el indicador ha de utilizarse para transmitir la información referente al objeto de estudio.

A efecto de integrar estas herramientas conceptuales, pretendemos que el material que incluye este libro, al cual hemos titulado *Indicadores de la Sustentabilidad*, contribuya al análisis e integración de nuevas variables y puntos de referencias en la evaluación de la sustentabilidad.

Para tal efecto, en el Capítulo I denominado “Incorporación de indicadores holísticos en el desarrollo de propuestas de sustentabilidad”, la Doctora Clarita Rodríguez Soto contextualiza históricamente el concepto de sustentabilidad y la evolución de los indicadores, además que aborda el tema ambiental o ecológico de la sostenibilidad con un enfoque holístico.

Destaca el recorrido que hace la Dra. Rodríguez de los indicadores que fueron elaborados por diversas instituciones, los cuales considera básicos “en toda propuesta de desarrollo sustentable y evaluación de

3 Consultar:

<http://www.oecd-ilibrary.org/sites/9789264185715-sumes/index.html?itemId=/content/summary/9789264185715-sum-es&mimeType=text/html>

impacto ambiental, por ser la expresión visible de la política económica, social, cultural y ecológica de una zona”.

De igual forma señala que las métricas e indicadores de desarrollo sustentable continúan evolucionando a medida que la tecnología y la disponibilidad de información avanzan.

En el capítulo denominado “Determinantes e indicadores para la producción sustentable en los parques industriales”, elaborado por el Dr. David Iglesias Piña, se abordan diversos elementos de análisis e indicadores para evaluar la sustentabilidad productiva, la cual “constituye una alternativa para producir más limpiamente bajo parámetros competitivos...”.

Señala que en la segunda mitad del siglo XX se dio paso a un modelo postindustrial, también conocido como posfordista, que dio paso a la incorporación creciente de innovaciones, lo que influyó en la mejora tanto de los productos como de los procesos productivos, así como en las formas de organización empresariales. Fue así como el desarrollo de las nuevas tecnologías, permitió reducir significativamente el consumo de energía y otros insumos basados en recursos naturales.

De igual forma establece que la ecoeficiencia en los parques industriales, es considerada como uno de los arreglos institucionales, productivos y ambientales más contemporáneos, dentro de la ecología industrial, ya que constituye una alternativa para producir más limpia y competitivamente.

El Dr. Iglesias, hace planteamientos medulares en la propuesta de indicadores que evalúan lo que ha denominado como “Sustentabilidad productiva”, entre ellos destacan los referidos a Índice de distribución, Índice de disponibilidad, Grado de conectividad, Grado de accesibilidad regional, Grado de interacción espacial internacional, entre otros. Proponiendo que en la evaluación de dichos indicadores se tome en

cuenta que “si el índice es igual o mayor a la unidad, implica que las condiciones internas y externas existentes en los parques industriales son las adecuadas, no sólo para propiciar el funcionamiento de las empresas en dichos espacios, sino que sus condiciones favorecen una menor presión al ambiente”.

En el capítulo denominado “Indicadores de sostenibilidad como herramientas metodológicas”, el Dr. Roque Juan Carrasco Aquino analiza un conjunto de indicadores de sostenibilidad aplicados al ámbito urbano. Señala que los índices de sostenibilidad son piezas claves para la reconstrucción territorial, sin embargo, sostiene que la viabilidad de los sistemas de indicadores globales o completos, como instrumentos útiles para orientar la gestión de las actuales conurbaciones, dejan de ser viables, ya que se les relega comúnmente al nivel de meros ejercicios o propuestas sin valor práctico. Sostiene que la importancia del uso de los indicadores estriba en la utilidad, como herramientas de gestión, prevención y para la planificación desde una perspectiva local en las Auditorías Ambientales Municipales.

Para el Dr. Carrasco, los factores tipológicos de los indicadores incorporan aspectos descriptivos, tecnológicos y conceptuales, además para que los indicadores sean de utilidad operacional deben ser visualizados desde una perspectiva de sistema-entorno, destacando la insustituible relación de esta unidad. Afirma que el sistema tiene una sensibilidad que depende de las características de los reguladores: si son débiles, el entorno modifica la organización y rompe con el equilibrio.

Finalmente, con los indicadores seleccionados analiza dos zonas metropolitanas: Valles, España y Puebla, México. Hace una descripción pormenorizada de la zona en la cual se aplicó el modelo.

El último capítulo que tiene como objeto de análisis la Zona Metropolitana de Toluca, es desarrollado por el Dr. Fermín Carreño Meléndez,

al cual titula “Indicadores de la (in)sustentabilidad urbana en la metrópoli de Toluca”. Inicia con una conceptualización de la sustentabilidad, estableciendo que ésta es “un proceso multidimensional que implica cambios en las estructuras socioeconómicas, ambientales y territoriales; de mejoramiento continuo y equitativo de la calidad de vida, de forma tal, que los recursos se utilicen en el presente para beneficio de la humanidad, sin comprometer las expectativas de la vida futura”. Ésta visión podríamos enmarcarla en una etapa post-informe Burtland, pues incorpora la categoría territorio, como un elemento medular para el desarrollo posterior de los indicadores.

El supuesto central de su análisis es que: a mayor crecimiento urbano-industrial, y de acumulación de capital, se presenta un deterioro ambiental y de calidad de vida de los habitantes de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Tal afirmación la sustenta en el análisis de un número suficiente de indicadores que caracterizan ámbitos específicos del modelo inicial.

Se analizaron 13 municipios a partir de 36 indicadores socioeconómicos: 18 territoriales y 21 ambientales; de los cuales 17 fueron de elaboración propia. Para ello, el Dr. Carreño se valió de recursos técnicos como la paquetería estadística; y recursos conceptuales como la correlación, el Análisis de Componentes Principales (ACP), el análisis de conglomerados, el Dendograma y los conjuntos difusos (*Fuzzy Set*). Finalmente, con la información y los resultados obtenidos, procedió a obtener las Coordenadas Triangulares de la Sustentabilidad Urbana Municipal.

Finalmente y sin más preámbulo, queremos poner a su disposición las propuestas de estos investigadores, esperando sean de utilidad y contribuyan a ampliar los horizontes de análisis de su entorno.



# 1

## INCORPORACIÓN DE INDICADORES HOLÍSTICOS EN EL DESARROLLO DE PROPUESTAS DE SUSTENTABILIDAD

---

CLARITA RODRÍGUEZ SOTO

Universidad Autónoma del Estado de México

*Centro de Estudios e Investigación en Desarrollo Sustentable*

### 1. HISTORIA Y CONCEPTOS

En el pasado, la sostenibilidad de la sociedad humana no estaba realmente en juego: el cambio glacial daba tiempo al entorno para responder adaptativa o evasivamente (Bossel, 1999). Sin embargo, a pesar de que nos hace falta mucho por conocer acerca de la biodiversidad, sabemos que el impacto sobre la naturaleza ha acompañado a la actividad humana desde siempre; no obstante, hay claras evidencias de que ese impacto negativo ha aumentado severamente en el último medio siglo, por lo que actualmente están ocurriendo tasas de extinción y pérdida de hábitats como nunca antes en la historia del planeta (Sarukhán, 2011).

El agotamiento de muchos recursos vitales para nuestra especie constituye uno de los más preocupantes problemas de la actual

situación de emergencia global (Brown, 1998; Folch, 1998). Como se evidenció en la primera *Cumbre de la Tierra* organizada por Naciones Unidas en Río en 1992. Según manifestaron en ese foro los expertos: "si fuera posible extender a todos los seres humanos el nivel de consumo de los países desarrollados, sería necesario contar con tres planetas para atender a la demanda global". Dicho con otras palabras: nos enfrentamos a un grave problema de agotamiento de recursos esenciales a pesar de que la mayoría de los seres humanos tienen un reducido acceso a los mismos. Un agotamiento de recursos que ha jugado un papel determinante, aunque no exclusivo en el colapso de pasadas civilizaciones y que ahora amenaza con conducir "al colapso de la sociedad mundial en su conjunto" (Diamond, 2006).

Las amenazas a la sostenibilidad de un sistema requieren atención urgente si su tasa de cambio comienza a acercarse a la velocidad con la que el sistema puede responder adecuadamente. Como la velocidad de cambio sobrepasa esta capacidad de responder, el sistema pierde su viabilidad y la sostenibilidad. La sostenibilidad de la humanidad está amenazada por: la dinámica de la tecnología, la economía y la población que aceleran las tasas de cambio ambiental y social, mientras que crece la inercia estructural reduce la capacidad de responder en el tiempo. El tiempo de respuesta se alarga mientras el tiempo disponible para responder se acorta (Biessiot, 1997); la sostenibilidad de la sociedad humana se convierte en una preocupación urgente (Bossel, 1999).

Aunado a lo anterior, el curso de los recursos naturales se ha analizado en numerosos estudios recientes en los cuales ha sido demostrado empíricamente que los países ricos en recursos naturales tienden a desarrollarse más lentamente, dentro de esta definición de países se encuentra México. Entre estos estudios se incluyen los de

Auty (1990), Gelb (1988), Sachs y Warner (1995 y 1999), y Gylfason *et al.* (1999), entre otros. Ellos han evidenciado este pobre crecimiento de países ricos en recursos sobre todo después de la segunda guerra mundial. En el caso de Latinoamérica este tema surgió por primera vez como un problema internacional importante durante el período de entreguerras (Sachs y Warner, 2001).

Sin embargo, durante este tiempo y en el período inmediato a la posguerra, el escepticismo sobre el desarrollo dirigido por los recursos naturales se basaba en previsiones de disminución de la demanda mundial y los precios. Lo que los estudios basados en la experiencia post-guerra han argumentado es que la maldición de los recursos naturales es un hecho empírico demostrable, incluso después de controlar la evolución de los precios de las materias primas. Dado que muchos países pobres todavía tienen abundantes recursos naturales, es importante para entender mejor las raíces del fracaso en el desarrollo dirigido por los recursos naturales (Sachs y Warner, 2001).

A partir de estas observaciones y evidencias de pérdida de recursos naturales y biodiversidad comenzaron a plantearse alternativas de desarrollo que reduzcan el impacto humano sobre dichos recursos. El origen del concepto se sitúa a principios de la década de los años 80, a partir de perspectivas científicas sobre la relación entre el medioambiente y la sociedad y la publicación de varios documentos relevantes, principalmente la "Estrategia Mundial para la Conservación" (*World Conservation Strategy*, UICN, 1980, Primera estrategia global de Desarrollo Sostenible) y el conocido como *Informe Brundtland* (*Our Common Future*, CMMAD, 1988). Surge por vía negativa, como resultado de los análisis de la situación del mundo, que puede describirse como una "emergencia planetaria" (Bybee, 1991), como una situación insostenible que amenaza gravemente el futuro de la

humanidad. El término desarrollo sostenible, se aplican al desarrollo socioeconómico, y su definición de acuerdo al Informe Brundtland (1987) como: “satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades” (Comisión del Desarrollo y Medio Ambiente, citado en Ramírez *et al.*, 2004: 55).

En este sentido, es importante aclarar algunos conceptos que serán utilizados a lo largo de este capítulo. El primero se refiere al término “sostenible”: “adj. Dicho de un proceso: Que puede mantenerse por sí mismo, como lo hace, p. ej., un desarrollo económico sin ayuda exterior ni merma de los recursos existentes”, en contraste el término sustentable “adj. Que se puede sustentar o defender con razones” (Real Academia Española). En este capítulo, por un lado, haré uso del primer término para la identificación de factores/indicadores que permitan la sostenibilidad ambiental sin la intervención del hombre; y por otro lado, del segundo término para identificar factores/indicadores que reflejen las zonas en donde las poblaciones humanas tengan cierta organización encaminada a la sustentabilidad.

Dentro de la sostenibilidad es importante considerar otro término, de “resiliencia” “Mec. Capacidad de un material elástico para absorber y almacenar energía de deformación”. Es el término empleado en ecología de comunidades y ecosistemas para indicar la capacidad de estos de absorber perturbaciones, sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad; pudiendo regresar a su estado original una vez que la perturbación ha terminado.

El desarrollo sostenible se aceptó exclusivamente en las cuestiones ambientales. En términos más generales, las políticas de desarrollo sostenible afectan a tres áreas: económica, ambiental y social. En apoyo a esto, varios textos de las Naciones Unidas, se refieren a los

tres componentes del desarrollo sostenible, que son el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente, como "pilares interdependientes que se refuerzan mutuamente".

El presente capítulo aborda con más profundidad el enfoque ambiental o ecológico de la sostenibilidad con un enfoque holístico. Entendiendo a la "ecología" como la ciencia que estudia interacciones entre los organismos y su ambiente y a la "sostenibilidad ecológica" como el mantenimiento del capital natural, es decir, vivir dentro de la capacidad productiva del planeta. La "sostenibilidad ecológica" es una necesidad desde el punto de vista humano y busca mejorar el bienestar humano, protegiendo las fuentes de materias primas utilizadas y asegurando los sumideros de residuos.

El holismo (del griego ὅλος [holos]; todo, entero, total), es la idea de que todas las propiedades de un sistema dado (por ejemplo: biológico, químico, social, económico, mental o lingüístico), no pueden ser determinados o explicados por las partes que los componen por sí solas. El sistema como un todo determinará cómo se comportan las partes.

Los Indicadores de Desarrollo Sostenible (IDS) pueden interpretarse como un sistema de señales que facilitan evaluar el progreso de nuestros países y regiones hacia el desarrollo sostenible. Los indicadores son herramientas concretas que apoyan el trabajo de diseño y evaluación de la política pública, fortaleciendo decisiones informadas, así como la participación ciudadana, para impulsar a nuestros países hacia el desarrollo sostenible (Quiroga, 2001).

Es importante resaltar que los indicadores tanto ambientales como de desarrollo sostenible, constituyen un tema que aún se encuentra en proceso de desarrollo en el mundo, en el cual algunos países han avanzado más que otros, en aspectos diversos (Quiroga, 2001).

## 2. INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

El desarrollo sostenible se ha convertido en un objetivo ampliamente reconocido por la sociedad humana desde que el deterioro de las condiciones ambientales indica en muchas partes del mundo que la sostenibilidad puede estar en juego. Pero para saber a ciencia cierta si lo que analizamos tiene o puede tener un desarrollo sustentable necesitamos indicadores apropiados. Encontrar un conjunto apropiado de indicadores de desarrollo sostenible para una comunidad, una ciudad, una región, un país o incluso del mundo no es una tarea fácil. Requiere el conocimiento de lo que es importante para la viabilidad de los sistemas involucrados, y cómo eso contribuye al desarrollo sostenible. El número de indicadores representativos debe ser tan pequeña como sea posible, pero tan grande como esencial (Bossel, 1999).

El sistema total del que la sociedad humana es parte, se compone de un gran número de sistemas de componentes. El desarrollo sostenible sólo es posible si los sistemas de componentes, así como la totalidad del sistema son viables. A pesar de la incertidumbre de la dirección del desarrollo sostenible, es necesario identificar los sistemas de componentes esenciales y definir indicadores que pueden proporcionar información esencial y confiable acerca de la viabilidad de cada uno y de todo el sistema (Bossel, 1999).

Aunque las publicaciones tradicionales especializadas son más bien escasas, sobre todo en nuestra región, al realizar una rápida búsqueda en Internet, el investigador se puede encontrar con un número inabordable de iniciativas sobre indicadores de sostenibilidad en el mundo. Se debe decir que la mayoría de las iniciativas corresponden a emprendimientos de distintas localidades y grupos de base, que revisten diseños metodológicos creativos pero cuya validación científica es discutible,

ya que usan bases estadísticas de calidades diversas y su nivel de acceso a recursos técnicos y financieros debilitan su potencial para alimentar políticas públicas (Quiroga, 2001).

De las experiencias estudiadas, lo primero que se debe indicar, es que algunos países están desarrollando, desde hace un tiempo considerable, indicadores ambientales, mientras que otros, que por lo general se han integrado posteriormente al trabajo de desarrollo de indicadores, lo están haciendo desde el enfoque de desarrollo sostenible, esto es, incorporando (pero no necesariamente vinculando) las dimensiones económica, social, ambiental e institucional del desarrollo.

Se constata una profusión en el desarrollo de indicadores de escala o cobertura nacional, en general a cargo de los gobiernos centrales (agencias de medio ambiente o de desarrollo sostenible). Por otra parte, organizaciones de la sociedad civil y reparticiones gubernamentales sectoriales o territoriales, han estado desarrollando indicadores de sostenibilidad que dan cuenta de fenómenos locales (ciudades), territoriales (cuenca, bahías), temáticos (por ejemplo: biodiversidad, aguas) o bien sectoriales (energía, transporte, agricultura) (Quiroga, 2001).

Estas herramientas se producen para contribuir en el diseño, a lo largo del monitoreo y hasta la consecuente evaluación de las políticas públicas y programas sectoriales o transversales. Los indicadores ambientales y de desarrollo sostenible pueden fortalecer decisiones informadas, así como la participación ciudadana, para impulsar a nuestros países hacia el desarrollo sostenible.

El desarrollo sustantivo tanto de los indicadores ambientales como de desarrollo sostenible (IA/IDS), se inicia a finales de la década del 80 en Canadá y algunos países de Europa. El siguiente impulso, más abarcador, correspondió a la *Cumbre de la Tierra*, que en su Agenda 21, estimuló la necesidad de contar con información ambiental e indicadores

de desarrollo sostenible para monitorear el avance en el desarrollo sostenible. Por lo tanto, la *Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo* (Río de Janeiro, junio 1992) creó la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS), con el objetivo de contribuir a monitorear el progreso hacia el desarrollo sostenible, por lo que dicha Comisión generó un programa de trabajo en IDS que fue importante en el desarrollo de hojas metodológicas y algunos conjuntos de indicadores de DS en los países que participaron en la prueba piloto o posteriormente.

Aunque los indicadores ambientales habían comenzado previamente, a partir de esta reunión de Río y de los compromisos que asumen los gobiernos en la Agenda 21, y en particular del impulso dado por los IDS de la CDS, el trabajo que hasta ese momento era de carácter más bien académico, comienza a cobrar cuerpo en el ámbito de las políticas públicas y en la agenda de los ministerios de medio ambiente y organismos estadísticos en los países.

Con anterioridad, algunos países han trabajado en forma más o menos autónoma y proactiva en el desarrollo de sus indicadores, alcanzando notoriedad por la calidad de sus propuestas, tal es el caso de Canadá y Nueva Zelandia. Su trabajo técnico, aunado al apoyo político y financiero, ha producido resultados que constituyen hasta el día de hoy un referente fundamental. Se debe aclarar que estos indicadores se enfocan a capturar las dinámicas ambientales, que podrían corresponder a la dimensión ambiental del desarrollo sostenible.

La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) es un procedimiento jurídico-administrativo de recogida de información, análisis y predicción destinada a anticipar, corregir y prevenir los posibles efectos directos e indirectos que la ejecución de una determinada obra o proyecto causa sobre el medio ambiente. Permitiendo a la Administración adoptar las medidas adecuadas a su protección. El fin de la EIA es

el de la prevención, que trata de evitar, con anterioridad a su producción, la contaminación o los daños ecológicos, más que combatir posteriormente sus efectos.

Mucho se ha avanzado desde el 2000 en el desarrollo de conjuntos de indicadores nacionales, tanto ambientales como de desarrollo sostenible, tanto si se consideran los países desarrollados, como si nos enfocamos en América Latina y el Caribe. Los países desarrollados y agencias como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD por sus siglas en inglés) elaboraron o fortalecieron sus sistemas de indicadores ambientales y de desarrollo sostenible. En América Latina y el Caribe, varios países han avanzado sustancialmente, publicando indicadores tanto ambientales como de desarrollo sostenible, ya sea por su iniciativa, como a partir del trabajo de construcción y fortalecimiento de capacidades estadísticas y de indicadores ambientales y de desarrollo sostenible desplegado por CEPAL, junto a los países de nuestra región.

Esta edición incorpora por tanto, las experiencias y publicaciones de Argentina, Brasil, Nicaragua, Panamá, Perú y República Dominicana, que han producido sus sistemas de indicadores nacionales después de 2000.

Número inabordable de iniciativas sobre IA/IDS en el mundo. Al analizar la información, se constata que gran parte de estas iniciativas corresponden a emprendimientos de distintas localidades y grupos de base, que revisten diseños metodológicos sin duda innovadores, pero cuya validación estadística podría ser discutible, ya que utilizan datos de calidad y sistematicidad variable, limitando por tanto su potencial para alimentar políticas públicas. Sólo algunas iniciativas constituyen parte de los esfuerzos estadísticos oficiales de escala nacional, que es precisamente el foco de interés en este documento.

El desarrollo sustantivo tanto de los indicadores ambientales como de desarrollo sostenible (IA/IDS), se inicia a finales de la década del 80 en Canadá y algunos países de Europa. El siguiente impulso, más abarcador, correspondió a la *Cumbre de la Tierra*, que en su Agenda 21 (capítulo 40), estipuló la necesidad de contar con información ambiental e indicadores de desarrollo sostenible.

Existe una serie de requerimientos a seguir para encontrar indicadores de desarrollo sostenible:

- a. Los indicadores de desarrollo sostenible son necesarios para orientar las políticas y decisiones en todos los niveles de la sociedad: comunidades, pueblos, ciudades, estados, regiones, países, continentes y del mundo.
- b. Estos indicadores deben representar todas las inquietudes importantes. Un enfoque más sistemático debe considerar la interacción de los sistemas y su entorno.
- c. El número de indicadores debe ser lo más pequeño posible, el conjunto debe ser integral y compacto.
- d. El proceso para encontrar un conjunto de indicadores debe ser participativo para asegurar que el conjunto abarca las visiones y valores de la comunidad o región en el que se desarrolla.
- e. Los indicadores deben estar claramente definidos, ser reproducibles, comprensibles y prácticos. Deben reflejar los intereses y opiniones de los diferentes grupos de interés.
- f. Debe ser posible deducir la viabilidad y la sostenibilidad de la situación actual y compararla con vías alternativas de desarrollo.
- g. Es necesario un enfoque o marco en el cual se defina el proceso y los criterios considerados para la búsqueda de un conjunto adecuado de indicadores de desarrollo sostenible (Bossel, 1999).

Hardi y Zdan (1997), en la guía para la evaluación práctica del avance hacia el desarrollo sustentable que presentan para la evaluación práctica de avance hacia el desarrollo sostenible, mencionan la consideración de una perspectiva holística, que incluye una revisión de todo el sistema, incluyendo el bienestar de los subsistemas sociales, ecológicos y económicos, su estado, así como la dirección y la velocidad de cambio de estado, de sus componentes, y la interacción entre las partes. Lo anterior incluye tomar en cuenta las consecuencias tanto positivas como negativas de la actividad humana en una forma que refleje los costos y beneficios de los sistemas humanos y ecológicos, tanto en términos monetarios como no monetarios.

Considerando uno de los primeros requerimientos para encontrar indicadores de desarrollo sostenible que se refiere a los niveles de la sociedad, es claro que para analizar cada uno de los niveles los indicadores aplicables, disponibles y generables son diferentes y aumentando esta complejidad estos indicadores serán diferentes también dependiendo de las preguntas que se planten.

Ejemplos de estas diferentes escalas y objetivos se presentan a continuación:

El arranque formal del procedimiento de evaluación del Impacto Ambiental se registró en 1988, año en que se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (28 de enero) y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental (7 de junio). Después de ocho años de desarrollo institucional, en 1996, se reforma la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (13 de diciembre), y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental pasa por lo mismo el 30 de mayo de 2000. Estas reformas tuvieron como objetivo fortalecer, particularmente, la evaluación del Impacto Ambiental, todo

ello orientado a lograr que los instrumentos jurídicos cumplieran con su función y que se redujeran los márgenes de discrecionalidad de la autoridad en la materia (Instituto Nacional de Ecología, 2000). Por lo antes mencionado, Espinoza- Najera (2012), analizaron si la evaluación del impacto ambiental coadyuva o no con el desarrollo sustentable, a través de la revisión y análisis de estudios de impacto ambiental de proyectos de desarrollo con dictamen técnico en el municipio de San Pedro Mixtepec, Juquila, Oaxaca, durante el periodo de 1997 a 2006. El resultado demuestra que la información es superficial, y no aporta conocimiento científico sobre los verdaderos impactos que generará el proyecto o actividad al medio ambiente y a los recursos naturales. Se puede concluir que dichos documentos desempeñan un papel preponderante, ya que permiten identificar los impactos ambientales negativos y, al mismo tiempo, armonizar estos efectos aplicando medidas de prevención o mitigación que favorezcan el equilibrio entre el desarrollo y la conservación del ambiente.

En general las metodologías utilizadas para la evaluación de impacto ambiental han empleado ponderaciones subjetivas, o mediciones de ciertos componentes en forma parcializada, en donde no se tiene en cuenta el territorio sobre el cual se desarrollan las acciones y los efectos. Esto hace que las evaluaciones de impacto ambiental no sean ajustadas, tornándose más dificultoso aún en las evaluaciones relacionadas con temas de Ordenamiento Territorial, donde la complejidad está dada no solo por la cantidad de variables a incluir sino por el nivel de interacciones a considerar (Valpreda, 2004).

A pesar de que no siempre es tenida en cuenta, la componente espacial es fundamental en toda evaluación de impacto ambiental, no solo para describir el entorno en el que las acciones se realizan sino para el análisis y correlación de fenómenos que impactan en el territorio y el medio ambiente.

Existe un gran número de indicadores mundiales de sustentabilidad los cuales se mencionan a continuación:

a. Naturaleza y biodiversidad

- Número total de especies de plantas y animales
- Endemicidad de las especies de plantas y animales
- Porcentaje de especies en peligro de extinción
- Número, tipo y estado de conservación de los hábitats
- Sistemas ambientales
- Áreas protegidas
- Área y distribución de los bosques por la altitud geográfica
- Incendios forestales
- Áreas reforestadas

b. Cambio climático

- Adaptabilidad y flexibilidad
- Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero y las desviaciones de los objetivos de Kioto
- Avances en disociar el crecimiento económico de las emisiones de gases de efecto invernadero
- Análisis sectorial de las emisiones de gases de efecto invernadero
- Contribución del sector energético a las emisiones de CO<sub>2</sub>

c. La contaminación del aire

- Evolución de las emisiones de contaminantes del aire
- Avances en disociar el crecimiento económico de las emisiones de contaminantes atmosféricos
- Análisis sectorial de los contaminantes atmosféricos

- Las emisiones de  $SO_2$  *per cápita* y  $NO_x$
  - La calidad del aire en el medio urbano
- d. Recursos de agua dulce y el medio marino
- Captación de agua
  - La demanda de agua *per cápita*
  - Análisis sectorial de la demanda de agua
  - Intensidad de uso del agua en la agricultura
  - Calidad de las aguas continentales y de baño
  - Derrames de hidrocarburos
  - Tratamiento de aguas residuales urbanas
- e. Gestión de residuos sólidos
- Producción de residuos municipales
  - Producción *per cápita* de residuos municipales
  - Composición de residuos municipales
  - Participación relativa de los métodos de eliminación de residuos
  - El reciclaje de los materiales de envasado
- f. Sector energético
- Evolución de la demanda de energía primaria
  - Evolución del consumo de energía final
  - Las emisiones del consumo de energía *per cápita* y  $CO_2$
  - Contribución del sector energético a las emisiones totales
  - El desacoplamiento de la economía a partir de la demanda de energía y de emisiones contaminantes
  - Intensidad energética
  - Evolución relativa de la energía y la demanda de electricidad

- Composición de la matriz de generación eléctrica
  - Participación de las Fuentes de Energía Renovables (FER) en la producción de electricidad
  - La producción de electricidad a partir de FER excluyendo las grandes instalaciones hidroeléctricas
  - Instalación de colectores solares para calentamiento de agua
- g. Sector poblacional
- Crecimiento de la población
  - Sanidad humana
  - Vulnerabilidad
  - Conexión e integración con las comunidades
  - Marginación
  - Niveles educativos
  - Gobernabilidad
- h. Sector vivienda e instalaciones
- Calidad Ambiental Interna y externa
  - Luz del día, vistas y confort visual
  - Oxígeno, ventilación natural, aire fresco y confort térmico
  - Materiales saludables
  - Generación de carbono renovable y baja en las instalaciones
  - Ciclo integral del agua
  - Infraestructura para el reciclaje de agua
  - Aguas pluviales, aguas grises y negras
  - Reducción de emisiones
  - La recolección de residuos
  - La imbricación de los nutrientes con el paisaje y el diseño de energía
  - Materiales verdes

i. Sector transporte

- Evolución del volumen de transporte
- Porcentaje de los modos de transporte
- Evolución del número de turismos
- La disociación del crecimiento económico respecto del transporte
- Evolución de la intensidad del transporte
- Contribución del sector del transporte a las emisiones atmosféricas
- Eco-eficiencia del sector del transporte
- Evolución de la cuota de los automóviles con convertidores catalíticos
- La densidad vial
- Evolución de los accidentes de tráfico

j. Agricultura de animales reproductores de pesca

- Nivel de mecanización
- Agricultura
- El uso de fertilizantes y pesticidas equilibrio / Nitrógeno
- Tierras agrícolas de regadío
- Ecoeficiencia del sector agrícola
- Contribución de la agricultura y la cría de animales a las emisiones
- Porcentaje de participación de la agricultura ecológica
- Evolución de la producción pesquera

k. Industria

- Número y tamaño medio de las empresas industriales
- La concentración de plantas industriales en el área metropolitana de Atenas

- Evolución del consumo de energía en el sector industrial
- Análisis del valor añadido y el consumo de energía
- Continuación del sector industrial a las emisiones atmosféricas
- Ecoeficiencia del sector industrial

1. Sector turismo

- Llegadas de extranjeros
- Análisis de llegadas por modo de transporte
- Distribución geográfica de las actividades relacionadas con el turismo
- Estacionalidad de los flujos turísticos
- Establecimientos turísticos
- Número y ocupación de las instalaciones de alojamiento turístico
- Desarrollo del agroturismo

3. INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN EVOLUCIÓN

Las métricas e indicadores de desarrollo sustentable continúan evolucionando a medida que la tecnología y la disponibilidad de información avanzan. En primer lugar, los límites para las métricas específicas son cada vez más evidentes y que incluye una visión más completa de una empresa o el impacto del producto. En segundo lugar, los indicadores son cada vez más normalizada a unidades funcionales comunes dentro de un sector o categoría de producto (por ejemplo, GEI impacto por kilómetro recorrido o por cada carga de ropa), lo que hace que la interpretación de impacto mucho más clara. En tercer lugar, las mediciones se están centrando en y dar más peso a los sectores o problemas

específicos del producto, dando paso a las afirmaciones comparativas entre productos similares. Este es el caso para la Sostenibilidad del Consorcio, cuyo objetivo es centrarse en las cuestiones más destacadas en cada categoría de producto. En cuarto lugar, los protocolos para la medición del impacto son cada vez más precisa y ágil, evitando las zonas grises de interpretación que pueden conducir a conclusiones diferentes. En quinto lugar, como se fortalece el caso empresarial para la sostenibilidad, indicadores de sostenibilidad son cada vez más ligados a los indicadores financieros para permitir la toma de decisiones inteligentes.

A medida que continúa este proceso, las métricas e indicadores seguirán mejorando. También esperamos que este proceso conducirá a los cuestionarios más cortos como métricas cuantitativas capturan más información acerca de los temas que más importan, y por lo tanto se necesitarán menos énfasis en las cuestiones cualitativas, o preguntas que no son parte integral de un sector o categoría de producto. Todo esto, finalmente, debería hacer más fácil la presentación de informes, así como comparaciones de empresas dentro de un sector más obvias.

Como se mencionó anteriormente e importante identificar los sistemas de componentes que son importantes para el funcionamiento y la viabilidad de todo el sistema. Este proceso de análisis de sistemas se guía por la tarea en particular, y el conocimiento y experiencia de los analistas. Debe ir acompañado de un análisis independiente por otros con diferentes puntos de vista, lo que supone, en particular, los intereses de los que pueden ser afectados por las decisiones de política. El resultado de este esfuerzo es una especie de modelo, en ocasiones verbal y en otras matemático. Este modelo se utiliza para identificar y manejar los indicadores que proporciona información esencial sobre el sistema. Esta identificación y manejo de indicadores en los últimos años ha tenido un gran desarrollo a la par que muchos desarrollos

tecnológicos y de disponibilidad de información; lo que ha permitido la generación de un sin número de indicadores de sustentabilidad.

Los Sistemas de información Geográfica (SIG) y la Percepción Remota (PR) son una de las herramientas que ha tenido y tiene un gran desarrollo que ha permitido a diferentes escalas generar indicadores que antes no podían abordarse.

Actualmente hay varios estudios que integran indicadores geográficos en la evaluación de impacto ambiental así como en la identificación de regiones sustentables y sostenibles. En dichos estudios los indicadores se miden de forma cuali y cuantitativa para lo cual hacen uso las geotecnologías mencionadas SIG y Teledetección. La incorporación de indicadores geográficos en temas tan complejos y comprometidos como los relacionados con el Ordenamiento Territorial se torna necesario debido a la propia naturaleza de ciertos fenómenos que requieren de un enfoque integral georeferenciado, con indicadores medidos en forma cualitativa o cuantitativa (Valpreda et al., 2002).

La componente espacial debería ser considerada básica en toda propuesta de desarrollo sustentable y evaluación de impacto ambiental, por ser la expresión visible de la política económica, social, cultural y ecológica de una zona. Manifestación concreta de la capacidad que presenta cada lugar para el desarrollo de diferentes actividades, aprovechamiento de recursos naturales, localización de infraestructuras y equipamientos y formas de asentamiento humano variadas.

Su estudio encierra una gran complejidad que plantea la necesidad de identificar previamente: lugares con propuestas de ordenamiento que pueden ocasionar un gran impacto, formas de organización diferenciada, composición del ambiente natural, desarrollo de actividades y acciones que provocan efectos en el medio ambiente (Valpreda, 2004).

Los nuevos conocimientos obtenidos y técnicas sobre análisis espacial aplicadas han sido desarrollados con tecnologías informáticas de última generación, los SIG y la Teledetección, las que amplían las posibilidades de estudios y correlación de hechos posibles de georeferenciar y cartografiar de manera precisa, al asociarlos a bases de datos relacionales y producir información sistematizada y actualizada.

Las limitantes en cuanto al uso de estos indicadores se encuentra en los requerimientos que exige esta tecnología, una plataforma informática importante, con gran capacidad de memoria suficiente para soportar una carga gráfica, con software específicos que necesitan ser actualizados permanentemente, y periféricos de última generación para mediciones en terreno o salidas gráficas. Pero las posibilidades que brinda son múltiples y superan a la inversión básica que necesita.

En este tema, es más el discurso que lo que realmente se ha hecho o se ha investigado. Prueba de ello es la cantidad de evaluaciones de impacto ambiental y propuestas de desarrollo sustentable realizadas a partir de un mismo procedimiento y donde la carencia del tratamiento de lo territorial se reduce a presentaciones muy generales de aspectos naturales del lugar sin considerar la importancia del emplazamiento, el entorno y la medición del impacto de variables (Valpreda, 2004).

El estudio de los aspectos mencionados son abordados a partir de la integración de los Sistemas de Información Geográfica, técnicas de Teledetección y Evaluación Multicriterio. La componente espacial o territorial deja de ser una simple descripción del entorno para transformarse en el principal objeto de análisis y correlación de fenómenos que impactan en el medio ambiente. La integración de estas tres herramientas se realiza, a través del diseño de un modelo cartográfico que responde a los objetivos planteados, el que permite el análisis y síntesis de datos georeferenciados a partir de operaciones básicas en

una secuencia lógica utilizada para conocer las formas de organización del territorio y las características del medio natural (Valpreda, 2004).

Por otro lado, actualmente existe una gran cantidad de instituciones gubernamentales y no gubernamentales que se han dedicado a registrar datos finos sobre un gran número de cuestiones que tienen que ver con aspectos tanto ecológicos como sociales. Podemos hablar de instituciones como INEGI, CONABIO, GBIF, entre otras. Como ejemplos de las variables que se pueden generar a partir de estos datos y que cada vez tienen más precisión y por lo tanto mayor nivel de aplicabilidad y veracidad están: costo de la tierra, uso antropogénico, gobernanza y gobernabilidad ambiental, persistencia ambiental y vulnerabilidad ambiental.

Lo descrito en este apartado permite acercarnos más la generación de un enfoque holístico que pueda reflejar la factibilidad o dificultad para la sustentabilidad o sostenibilidad.

Se necesita información sólida acerca del funcionamiento de los sistemas ecológico-ambientales, para tomar decisiones de gestión y uso que no sean tan desacertadas. Una porción de esa información puede generarse como consecuencia de concebir a los sistemas ecológicos como complejos, queriendo decir con esto lo siguiente: elementos interconectados que pueden mostrar “comportamientos” espaciales y temporales no codificados en sus componentes. Este tipo de sistemas presentan “conductas sorpresivas”, es decir, pueden presentar estados estables alternos o incluso desaparecer, en términos funcionales (Scheffer y Carpenter, 2003).

Entender cómo se vinculan las sociedades con la dinámica del ambiente es quizás el reto más importante y urgente para implementar estrategias sustentables de consumo de recursos naturales. Si bien se han desarrollado avances en la comprensión de la dinámica

de los sistemas naturales y de los sociales por separado, la modelación de la interacción entre ambos sistemas ofrece un enorme reto, tanto para las disciplinas básicas como las aplicadas. Sin embargo, los sistemas sociales y naturales, a pesar de ser cualitativamente diferentes, poseen propiedades compartidas, pues ambos son complejos (Watts y Strogatz, 1998; Gordon *et al.*, 2008; Mitchell, 2009; Deffuant y Gilbert, 2011).

En este espacio de trabajo actualmente hay estudios que modelan los vínculos entre los sistemas ambientales y sociales, considerando diversas escalas espaciales y temporales que sean complementarias (desde trabajo en parcelas hasta teledetección). Los “modelos de simulación numérica” son un ejemplo, estos permiten generar conocimiento nuevo que sirve, ya sea para entender los vínculos entre los procesos mencionados, o como insumo para la toma de decisiones en casos específicos de manejo de recursos naturales.

BIBLIOGRAFÍA

- Allenilla, F. (2005) “La sostenibilidad desde la perspectiva del agotamiento de los combustibles fósiles, un problema socioambiental relevante” en *Investigación en la Escuela*, 55, 73-87.
- Biesiot, W. (1997) *Balaton Group Meeting*, September 1997.
- Bossel, H. (1999) *Indicators for Sustainable Development: Theory, Method and Applications. A Report to the Balaton Group*.
- Bovet, P., P. Rekacewicz, A. Sinaï y A. Vidal (eds.) (2008) *Atlas Medioambiental de Le Monde Diplomatique*, París, Cybermonde.
- Brown, L. R. (1998) “El futuro del crecimiento” en L. R. Brown, C. Flavin y H. French *La situación del mundo 1998*, Barcelona, Ed. Icaria.
- Brown, L. (2004) *Salvar el planeta. Plan B: Ecología para un mundo en peligro*, Barcelona, Paidós.
- Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (1988) *Nuestro Futuro Común*, Madrid, Alianza.
- Deffuant, G. y N. Gilbert (2011) *Variability and Resilience of Complex Systems*, Springer.
- Delibes, M. y M. Delibes de Castro (2005) *La Tierra herida. ¿Qué mundo heredarán nuestros hijos?*, Destino, Barcelona.
- Diamond, J. (2006) *Colapso*, Debate, Barcelona.
- Espinoza-Nájera (2012) “La evaluación del impacto ambiental y el desarrollo sustentable. Estudio de caso San Pedro Mixtepec, Juquila, Oaxaca” en *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 18(1): 87-99, 2012.
- Folch, R. (1998) *Ambiente, emoción y ética*, Ed. Ariel, Barcelona.
- Gordon, L.J., G.D. Peterson y E.M. Bennet (2008) “Agricultural modifications of hydrological flows create ecological surprises” en *Trends in Ecology and Evolution*, 23: 211-219.

- Hardi, P. y T. Zdan (1997) *Assessing Sustainable Development: Principles in Practice*. Winnipeg: IISD. Bellagio Principles-Guidelines for Practical Assessment of Progress Toward Sustainable Development.
- Lynas, M. (2004) *Marea alta. Noticia de un mundo que se calienta y cómo nos afectan los cambios climáticos*, RBA Libros S. A., Barcelona,
- Mayor Zaragoza, F. (2000) *Un mundo nuevo*, Barcelona, UNESCO, Círculo de Lectores.
- Mitchell, M. (2009) *Complexity. A Guided Tour*, Oxford University Press.
- Quiroga, R. (2001) *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas*, Naciones Unidas, Santiago de Chile, 13 pp.
- Quiroga, R. (2007) *Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe*, Naciones Unidas, Santiago de Chile, 228 pp.
- Sarukhán, J. (2011) “Presentación” en P. Koleff y T. Urquiza-Haas (coords.) *Planeación para la conservación de la biodiversidad terrestre en México: retos en un país megadiverso*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Scheffer, M. y S.R. Carpenter (2003) “Catastrophic regime shifts in ecosystems: linking theory to observation” en *Trends in Ecology and Evolution*, 18: 648-656.
- Pearce, F. (2007) *La última generación*, Barrabes, Benasque,
- Tompkins, E. L. y W. N. Adger (2004) “Does adaptive management of natural resources enhance resilience to climate change?” en *Ecology and Society* 9(2): 10. Disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art10>
- Valpreda C., E. Gudiño de Muñoz, B. Villegas de Lillo et al. (2002) “La evaluación de impacto ambiental y el Ordenamiento Territorial” en *Proyección*, no. 2., 1(2).
- Valpreda E. C. (2004) *Sistemas de Información Geográfica (SIG)*

*teledetección y evaluación multicriterio en un estudio de impacto ambiental*, Instituto de Cartografía, Investigación y Formación para el Ordenamiento Territorial, Universidad Nacional de Cuyo.

Vilches, A. y D. Gil (2003) *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*, Cambridge University Presss, Madrid,

Vilches A. Gil Pérez, D. J.C. Toscano y O. Macías (2009) *Agotamiento y destrucción de los recurso naturales*.

Watts, D. y S. H. Strogatz (1998) "Collective dynamics of 'small-world' networks" en *Nature*, 393(4): 440-442.

Worm, B., E. B. Barbier, N. Beaumont, J. E. Duffy, C. Folke, B. S. Halpern, J. B. C. Jackson, H. K. Lotze, F. Micheli, S. R. Palumbi, E. Sala, K. Selkoe, J. J. Stachowicz y R. Watson (2006) "Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services" en *Science*, 314, 787-790.



# 2

## DETERMINANTES E INDICADORES PARA LA PRODUCCIÓN SUSTENTABLE EN LOS PARQUES INDUSTRIALES

---

DAVID IGLESIAS PIÑA

Universidad Autónoma del Estado de México

*Centro de Estudios e Investigación en Desarrollo Sustentable*

### INTRODUCCIÓN

Los parques industriales como agrupaciones territoriales de empresas, no siempre operan de manera articulada o integrada, más bien la mayoría siguen funcionando aislada y linealmente, provocando externalidades negativas creciente al ambiente y al propio rendimiento productivo. Incluso se asume que parte de los graves problemas ambientales creados por las industrias nacen por la individualidad funcional de las empresas y la utilización de un proceso de producción estrictamente lineal, que extraen y utilizan materias primas y energías fósiles, que al procesarlas, los residuos generados son devueltos al sistema natural, por lo que este patrón de funcionamiento empresarial difícilmente es sostenible ambiental y económicamente (Golf y Molinero, 2009).

Frente a esta limitación funcional, la disponibilidad de las condiciones geográficas, requerimientos infraestructurales, equipamiento urbano-industrial y servicios peri-industriales, no solo contribuyen a dinamizar el sistema productivo y a reducir la presión ambiental, sino que permite optimizar el uso de los insumos, materiales y energías a través de la creación de ciclos de cierre, que con la intervención de varias empresas, se crean cadenas de procesos, se reduce la generación de residuos y subproductos dañinos al ambiente, haciendo que la producción sea sostenible en el tiempo.

Para lograr este cometido, es necesario la articulación e integración de empresas internas y externas a los parques industriales, ya que contribuyen a configurar estructuras productivas más sustentables, vinculadas directamente con la creación de ambientes que favorecen la competitividad industrial. Esta forma organizada de producción es lo que define la ecoeficiencia, entendido como el aumento del valor del producto a través de la disminución del consumo de materiales, energía y reducción de emisiones a lo largo de la cadena de valor de la producción industrial (Livert-Aquino, 2011). La ecoeficiencia de la industria, no solo optimiza el uso de los recursos naturales y mejora la rentabilidad financiera de las empresas agrupadas, sino que reduce las emisiones de aguas residuales y de residuos sólidos industriales, racionaliza el uso de agua potable y cuida la calidad del aire, gracias a la infraestructura que disponen y que comparten las empresas agrupadas en los parques y sistemas industriales.

Es así que la sustentabilidad productiva en los parques industriales, constituye una alternativa para producir más limpiamente bajo parámetros competitivos, centralizar funciones generales administrativas, logísticas, productivas, comerciales y tecnológicas, optimizar el desempeño ambiental de las empresas participantes y disminuir costos

de producción, buscar mayores impactos favorables en los entornos territoriales donde están establecidos, fomentar el ahorro de energía y materia primas, reducir la generación de residuos y materiales tóxicos, disminuir riesgos, contribuir al ahorro en el gasto de control de la contaminación, estimular la disposición de una mano de obra más motivada, reducir los riesgos civiles ambientales, mejorar la imagen pública, dar mayor confianza al consumidor, entre una multiplicidad de beneficios adicionales (Leal, 2005).

#### 1. LA PERCEPCIÓN AMBIENTAL Y SUSTENTABLE DE LA PRODUCCIÓN EN LOS PARQUES INDUSTRIALES

La industria en economías abiertas y en vías de desarrollo enfrenta grandes retos para su supervivencia y crecimiento. Uno de los más importantes es la sostenibilidad ambiental, que proviene de distintos ámbitos: convenios internacionales para cambiar tecnologías de producción y patrones de consumo; preferencias de consumidores en países desarrollados; prácticas de empresas transnacionales; reglas y normas en el comercio internacional y presiones domésticas a raíz del deterioro ambiental local, donde la respuesta empresarial depende de factores internos, como su visión y capacidad, así como de la influencia de factores externos como el marco legal e institucional de regulación ambiental a la industria, la cooperación internacional, las capacidades tecnológicas nacionales y los esfuerzos del sector productivo organizado (ONU-CEPAL, 2009).

Fue en la fase de producción industrial fordista donde se pretendió atender y valorar al ambiente como determinante de los sistemas productivos industriales, producto de la importancia significativa que se le dio a la tecnología que a su vez propició mejoras en los procesos

de producción, aumentando el tamaño de las fábricas y el desarrollo de nuevas actividades de mayor valor agregado como la automotriz, metalmecánica, química y eléctrica. Con el desarrollo de estas nuevas industrias, también se presentó una mayor intervención estatal, a través de políticas y programas de apoyo a la industria y la creación de las primeras empresas paraestatales, para fomentar la competencia y competitividad internacional, así como para masificar la producción industrial, eficientarla y mejorar su rentabilidad.

Los recursos naturales como los hidrocarburos constituyeron la base de producción, lo que propició una explotación intensiva de recursos no renovables, provocando serias externalidades negativas al ambiente, cuyas prácticas depredadoras y de creciente presión ambiental contribuyeron a la pérdida de recursos naturales y al crecimiento de problemas de contaminación ambiental, por lo que el sistema de producción industrial vigente fue considerado insustentable ambientalmente. Socialmente, la persistencia de población rural y marginada siguió depredando el ambiente, empujado por el crecimiento urbano e industrial.

Este cúmulo de fenómenos, traducidos en altos costos económicos, sociales y ambientales, conjuntamente con los desajustes, rupturas y discontinuidades en el funcionamiento del sistema productivo industrial en dicha etapa, explicó en parte la profunda crisis estructural de la producción industrial fordista, pues influyó en la disminución del ritmo de crecimiento económico, provocando una gran pérdida de empleos, así como el desencadenamiento de frecuentes y crecientes paros laborales.

Ante esta crisis, en la segunda mitad del siglo XX se dio paso a la producción postindustrial o posfordista, donde la incorporación creciente de innovaciones influyó en la mejora tanto de los productos

como de los procesos productivos y las formas de organización empresariales. Fue así como el desarrollo de las nuevas tecnologías, permitió reducir significativamente el consumo de energía y otros insumos basados en recursos naturales, situación que amplió la gama de productos y la satisfacción de necesidades a bajo costo y con mejores estándares de calidad. Asimismo, la industria se organizó en forma de redes productivas, no solo como determinante de una mayor eficiencia productiva, sino como principio básico de operatividad y funcionalidad de las empresas (Iglesias, 2013).

Desde esta perspectiva, se estimuló la creación de ambientes industriales más competitivos, eficientes y sustentables, agrupadas en localidades específicas, de tal manera que pudieran adaptarse al nuevo contexto tecnológico, con sistemas de producción y de organización más flexible y segmentada. Esta forma de producción, no solo contribuyó a la reducción de costos de traslado y de producción, sino propició el incremento de las economías de escala, las economías externas y las economías de urbanización, dando lugar a la conformación de espacios geográficos más densos y dinámicos, que dentro de la teoría de la localización industrial weberiana fueron concebidos como economías de aglomeración, misma que definieron el perfil productivo de las regiones a través de la conformación de redes y sistemas de producción industriales (Precedo y Villarino, 1992; Méndez y Caravaca, 1996; Stimson, *et. al.*, 2006; Capello, 2009).

Las tradicionales economías de aglomeración gestadas y que contemporáneamente se denominan simbiosis industrial o coindustriación, se presentaron y se siguen generando por la proximidad locacional de varias empresas industriales y no industriales, las cuáles pueden presentar o no alguna vinculación orgánica-funcional, buscando aumentar el volumen de producción, incrementar los beneficios

sociales y ser más eficientes y sustentables productivamente. Esta integración productiva industrial, constituye una de las nuevas formas de organización, producción y gestión de la industria contemporánea, ya que no solo influyen en la eficiencia y competitividad de estas, sino que se han convertido en un factor condicionante del emplazamiento de nuevas actividades empresariales, principalmente la industria ligera que presta servicios especializados a dichas unidades de producción (Cotorrueo, 1996).

La preocupación por crear sistemas de producción industriales más eficientes y sustentables, cada vez ha ido ganando terreno, donde el ambiente se convierte en un aspecto nodal para la funcionalidad de estas formas productivas. A pesar de ello, pocos empresarios están plenamente consciente de la dimensión del reto y más bien tienden a alarmarse por el incremento de los costos asociados al control de contaminantes, por lo que sigue prevaleciendo una actitud empresarial reactiva ante las mayores exigencias de la regulación ambiental y solo un número reducido de empresas asumen el reto en plenitud (ONU-CEPAL, 1999).

## 2. LA SUSTENTABILIDAD PRODUCTIVA Y SIMBIOSIS INDUSTRIAL

Como agrupaciones territoriales de empresas, los parques industriales no siempre operan de manera articulada o integrada, más bien la mayoría sigue funcionando aislada y linealmente, provocando externalidades negativas creciente al ambiente y al propio rendimiento productivo. Incluso se asume que parte de los graves problemas ambientales creados por las industrias nacen precisamente por la individualidad funcional de las empresas y la utilización de un proceso de producción estrictamente lineal, que extraen y utilizan materias

primas y energías fósiles, que al procesarlas, los residuos generados son devueltos al sistema natural, por lo tanto, este tipo de patrón de funcionamiento empresarial difícilmente es sostenible ambiental, productiva y económicamente (Golf y Molinero, 2009).

Una alternativa que busca resarcir esta limitación productiva sustentable, es la articulación e integración de empresas enraizadas localmente (ya sea en parques o ciudades industriales), ya que contribuyen a configurar estructuras productivas más sustentables, vinculadas directamente con la creación de ambientes que favorecen la maduración competitiva. La manifestación de esta concatenación productiva es lo que la perspectiva italiana denomino sistema productivo local, sistema local de empresas o sistema industrial localizado (Garofoli, 1992). Dentro de la geografía económica se concibe como áreas de especialización flexible o territorios de industria endógena y recientemente (a partir de los años noventa), el paradigma de la ecología industrial,<sup>1</sup> lo denomino sistema industrial. La característica común de este posicionamiento ampliado es que la agrupación de empresas presenta un nivel de complejidad creciente, definido por las relaciones horizontales que mantienen las unidades productoras, acompañado de cierto nivel de competencia y una densa colaboración reticular con agentes del entorno local y regional, con el fin de mejorar el conocimiento y las decisiones en las distintas industrias sobre el uso de materiales, reducción de los desechos, promoción al reciclaje, la explotación

1 Como área de conocimiento reciente, busca explicar que los sistemas industriales tengan un comportamiento similar al de los ecosistemas naturales, transformando el modelo lineal de los sistemas productivos en un modelo cíclico, impulsando las interacciones entre la economía, el ambiente y la sociedad para incrementar la eficiencia de los procesos industriales.

de energías renovables y tecnologías limpias, buscando prevenir la contaminación y el balance entre las actividades de la sociedad con su entorno, a través de la generación de procesos sistémicos, que se retroalimentan de los diferentes desechos evitando que estos representen un problema para el ambiente.

Ello implica que los desechos se convierten en recursos del mismo o cualquier sistema productivo, buscando no frenar el desarrollo industrial, sino rediseñarlo para que sea compatible con el medio ambiente. Esta forma de integración productiva pretende crear un flujo cíclico de los materiales y energía mediante la asociación y la conectividad con diversos tipos de empresas, permitiendo que el concepto de residuo desaparezca y que se genere un tránsito de materiales con la salida en una industria y la entrada en alguna otra, incrementando la capacidad, trabajo y la vida útil de estos materiales (Alvarado, 2009).

Esta forma de organización productiva es considerada como nuevo modelo de desarrollo endógeno, por los acuerdos de cooperación empresarial establecidos que permiten una mayor competitividad y sustentabilidad en la cadena de producción (Paunero, 2004; Negrín, *et al.*, 2004). Esta forma de organización productiva industrial es lo que define la ecoeficiencia, entendido como el aumento del valor del producto a través de la disminución del consumo de materiales, energía y reducción de emisiones a lo largo de la cadena de valor de la producción industrial (Livert-Aquino, 2011). La ecoeficiencia de la industria, no solo optimiza el uso de los recursos naturales y mejora la rentabilidad financiera de las empresas agrupadas, sino que reduce las emisiones de aguas residuales y de residuos sólidos industriales, racionaliza el uso de agua potable y cuida la calidad del aire, gracias a la infraestructura que disponen y que comparten las empresas agrupadas en los parques y sistemas industriales.

Por tanto, la ecoeficiencia en los parques industriales, es considerado como uno de los arreglos institucionales, productivos y ambientales más contemporáneos dentro de la ecología industrial, ya que constituye una alternativa para producir más limpiamente bajo parámetros competitivos, centralizar funciones generales administrativas, logísticas, productivas, comerciales y tecnológicas, optimizar el desempeño ambiental de las empresas participantes y disminuir costos de producción, buscar mayores impactos favorables en los entornos territoriales donde están establecidos, fomentar el ahorro de energía y materias primas, reducir la generación de residuos y materiales tóxicos, disminuir riesgos, contribuir al ahorro en el gasto de control de la contaminación, estimular la disposición de una mano de obra más motivada, reducir los riesgos civiles ambientales, mejorar la imagen pública, dar mayor confianza al consumidor, entre una multiplicidad de beneficios adicionales (Leal, 2005).

Desde la perspectiva de la ecología industrial, este ambiente productivo integrado en parques industriales se denomina simbiosis industrial, donde se privilegia el intercambio de materiales entre varias empresas y grupos de empresas, induciendo a que las unidades productoras y los agentes involucrados compartan el transporte, la infraestructura y el equipamiento disponible como los materiales, la energía, el agua y los sub-productos (Chertown, 2007). La simbiosis industrial se convierte en el elemento clave para la producción sustentable, pero al mismo tiempo constituye uno de los principales retos para extender su existencia a todos los sectores productivos, principalmente en aquellas economías donde las formas de producción siguen siendo lineales, cuya interacción empresarial no está plenamente desarrollada.

La clave de este ambiente productivo es la colaboración, cohesión y la sinergia que puede existir entre las distintas actividades económicas

ubicadas en territorios geográficamente próximos, lo que posibilita el surgimiento y crecimiento de ecoparques industriales, considerado como una unidad de producción y negocio, en el que las empresas instaladas cooperan entre sí, comparten sus recursos para alcanzar una mejora económica y social, reducen las repercusiones sobre el ambiente, mejoran la competitividad, reducen costos y el consumo de recursos, así como la promoción y desarrollo de nuevas actividades (Vázquez, 1993; Messner, 2002; Golf y Molinero, 2009).

En el corto plazo, este ambiente industrial debe verse como una tendencia para aminorar las presiones ambientales y fomentar la sustentabilidad productiva, aunque es cierto que cuando los residuos de materiales y energías no son recuperados y reutilizados, su disposición incontrolada perturba los sistemas físicos y biológicos, donde dichos daños son en la mayoría de las veces irreparables, cuya escasez o disponibilidad ilimitada se ve reflejado tanto en los costos de producción como en los de consumo (Seoánez, 1998).

### 3. ALGUNOS DETERMINANTES E INDICADORES PARA CUANTIFICAR LA PRODUCCIÓN SUSTENTABLE EN LOS PARQUES INDUSTRIALES

La mera integración de empresas vía parques industriales no es garantía de una eficiencia y sustentabilidad productiva, ya que es necesaria la disponibilidad de condiciones internas en términos de infraestructura y equipamiento industrial, así como de condiciones externas capaces no solo de favorecer el establecimiento y funcionamiento de empresas, sino sobre todo hacer de estos ambientes productivos sostenible en la temporalidad, con efectos positivos en el entorno de ubicación (Iglesias, 2013).

Por ello, para que la industria se encamine hacia la creación y maduración de sistemas productivos sustentable, es necesario tomar en cuenta tanto la tecnología como todos aquellos factores que están presentes en el entorno, como la infraestructura, el capital social, la capacidad de organización, las instituciones financieras y el propio ambiente, la capacidad funcional de la sociedad, la confianza que estos tiene para desarrollar alguna actividad, el tipo de políticas públicas, la organización de las autoridades locales, así como los patrones y comportamientos de los diferentes colectivos sociales (Vázquez, 1993; Messner, 2002). Estos requerimientos deben ser susceptibles de cuantificarse y medirse por medio de indicadores, con el fin de conocer su situación actual (nivel de disponibilidad de factores y recursos, necesidades y problemáticas) para tomar decisiones y planear su funcionalidad temporal, evitando en lo sumo las externalidades ambientales negativas.

Los indicadores, como resultado del procesamiento de información, aun y cuando necesarios y útiles, no son suficientes para establecer una relación de conocimiento que permita aprehender lo específico-concreto de una situación frente a otra, tanto a nivel de su articulación como de sus potencialidades diversas de desarrollo productivos, de aquí la importancia y necesidad de establecer una relación entre los elementos teóricos y las variables e indicadores necesarios que permitan vincularlo con lo empírico, para demostrar su funcionamiento y estructura, al tiempo de reflejar las características específicas de las condiciones productivas de los parques industriales y así poder señalar las diferentes direccionalidades sustentables de la producción.

De esta manera, los indicadores como datos precisos y puntuales, dimensionan la evolución o comportamiento de cada una de las categorías y variables explicativas del ambiente productivo industrial. Adicionalmente, proporciona información relevante para definir mecanismo

de acción e intervención, ya que buscan mediar, a través de la información existente, un estado final para cada componente. Para transformar la información cualitativa en indicadores, es necesario tomar en cuenta algunos criterios (Fundación Friedrich Eber, 2001):

- a. Deben ser fáciles de cuantificar, agregar y desagregar.
- b. Deben ser sencillos, de fácil manejo e interpretación.
- c. Deben ser susceptibles de actualizarse constantemente.
- d. Deben estar disponibles periódicamente.
- e. Deben ser confiables o quien lo genere deben gozar de confiabilidad y credibilidad científica-institucional.
- f. Deben ser comparables en el tiempo.
- g. Deben tener una significación conceptual.

En este tenor, los parques industriales deben disponer con las siguientes condiciones, susceptibles de cuantificarse (ONUDI, 1979; Méndez y Caravaca, 1996; SE, 2005; SE, 2011; Iglesias, 2013):

- a. Delimitación y organización interna del espacio: límites y tamaño de los lotes industriales, traza urbana, red vial, zonas libres (áreas verdes), especificaciones de usos del suelo y tipo de construcciones permitidas.
- b. Infraestructura: vialidades, energía eléctrica, abastecimiento de agua, plantas de tratamiento de aguas residuales, drenajes y redes telefónicas.
- c. Equipamiento y servicios: vigilancia y seguridad, servicios de limpieza, oficinas de correos, asistencia sanitaria, transporte público, constructoras, bancos y servicios de asesoría técnica.

En términos de servicios e infraestructura, los requerimientos son:

a. Servicios básicos:

- Agua potable y/o de uso industrial. El requerimiento mínimo debe ser de 0.5 litros por segundo por hectárea (l/s/ha) y el recomendable de 1 l/s/ha.
- Energía eléctrica. La capacidad mínima debe ser de 150 kilovoltios por hectárea (kva/ha) y la recomendable de 250 kva/ha.
- Redes telefónicas. La cantidad mínima se contempla de 10 líneas por hectárea, aunque lo recomendable es contar con 20.
- Red de aguas residuales. Debe estar en función a la precipitación máxima del área geográfica.

b. Infraestructura y urbanización:

- Carriles de aceleración y desaceleración o camino de acceso al parque.
- Vialidades pavimentadas de concreto asfáltico o concreto hidráulico.
- Guarniciones de concreto.
- Alumbrado público suficiente y eficiente en vialidades y banquetas: mínimo promedio de 8 luxes.
- Nomenclatura de calles y números oficiales de los lotes.
- Áreas verdes: 3% del área total del parque.
- Señalización horizontal y vertical (informativas, restrictivas y preventivas).
- Redes de energía eléctrica.
- Agua potable.
- Teléfonos.
- Drenaje con cualquiera de las siguientes soluciones:

1) descarga de aguas residuales a red municipal; 2) reuso previo tratamiento; 3) descarga a cielo abierto, previo tratamiento, cumplimiento con norma vigente y permiso de la Comisión Nacional del Agua (CNA).

c. Superficie:

- El desarrollo industrial debe tener un mínimo de 10 hectáreas de superficie urbanizada para considerarse parque industrial, y se recomienda contar con una reserva de terreno para su crecimiento por lo menos de 10 hectáreas de terreno utilizable.

d. Terreno industrial. Todas las edificaciones deben cumplir con las siguientes características:

- Densidad de construcción: superficie máxima de desplante 70%, espacios abiertos 30%, superficie de terreno 100 %.
- Restricciones de construcción, distancia mínima al frente de la calle o avenida de 7 metros; distancia mínima a colindancias laterales y posterior de 2.5 metros; distancia mínima a colindancias con andén de carga 32 metros y banquetas frente a empresas en operación.
- Áreas verdes. Destinar el 5 % mínimo de la superficie del terreno para este uso.
- Estacionamientos. Deben contar con un área de estacionamiento suficiente para albergar vehículos (autos, bicicletas, transporte de personal, motos, camiones y otros), mismas que deben estar pavimentada o recubierta con gravilla. Asimismo, cada lote industrial debe contar con las siguientes áreas mínimas para estacionamiento:

- Cajón de estacionamiento por cada 200 m<sup>2</sup> de área de almacenamiento.
  - 1 Cajón de estacionamiento por cada 150 m<sup>2</sup> de área de producción.
  - 1 Cajón de estacionamiento por cada 50 m<sup>2</sup> de área de oficinas.
  - 1 Cajón de estacionamiento para tráileres por cada 1000 m<sup>2</sup> de área de nave industrial.
  - Los andenes de carga no deben estar ubicados frente al acceso principal, excepto si el terreno tiene 2 o más frentes. El área del cajón de estacionamiento, incluyendo superficie de circulación debe ser de 25 m<sup>2</sup> mínimo, para automóviles.
- e. Ubicación relativa. Cercanía con:
- Zonas habitacionales.
  - Centro de la ciudad.
  - Carretera federal, autopista, línea ferroviaria, aeropuerto o puerto marítimo.
  - Clientes y proveedores.
  - Frontera, terminal de carga y aduana.
- f. Impacto Ambiental
- Contar con la Manifestación de Impacto Ambiental, en donde se especifique que la actividad industrial a desarrollar no genera impactos ambientales negativos en la localidad o región de asentamiento.

Agrupando la información previa, es posible definir nueve requerimientos categóricos con sus respectivas variables, tal como se aprecia en la Tabla 1, cuyo tratamiento estadístico permite la obtención de

indicadores e índices de explicación puntual sobre las condiciones de dichos aspectos y su influencia en la producción sustentable de los parques industriales.

TABLA 1.  
Requerimientos funcionales de los parques industriales

Categoría	Variables	Indicador	Índice
Condiciones Geográficas	Superficie total	Hectáreas	De distribución espacial
	Superficie urbanizada		
	Superficie no urbanizada		
	Área de reserva		
Equipamiento Industrial	Energía eléctrica	Kilovatios/hectárea	De disponibilidad
	Subestación eléctrica	Unidades	
	Red de gas	Unidades	
	Agua potable	Unidades	
	Drenaje pluvial	Litros/segundo/hectárea	
	Espuelas de ferrocarril	Unidades	
Infraestructura Ambiental	Planta de tratamiento de aguas residuales	Litros/segundo/hectárea	De disponibilidad
	Red de drenaje sanitario	Litros/segundo/hectárea	
	Red de descargas industriales	Litros/segundo/hectárea	
	Calentadores/calderas solares	Unidades	
	Celdas solares	Unidades	
	Contenedores para residuos especiales	Unidades	
	Centro de acopio para residuos especiales	Unidades	
	Centro de disposición para residuos especiales	Unidades	
Reuso de aguas residuales	Litros/segundo/hectárea		

Urbanización Industrial	Vialidades de acceso	Kilómetros	De disponibilidad
	Guarnición	Proporción*	
	Banquetas	Proporción	
	Pavimentación	Proporción	
	Alumbrado público	Unidades de Luminarias	
	Nomenclatura de calles	Unidades	
	Señalizaciones	Unidades	
	Mobiliario urbano	Unidades	
	Áreas verdes	Proporción	
Comunicaciones y transportes	Red telefónica	Líneas/hectárea	De disponibilidad
	Red de fibra óptica	Unidades	
	Red de comunicación satelital	Unidades	
	Transporte urbano	Unidades	
	Estaciones de ascenso y descenso	Unidades	
Servicios Peri-industriales	Asociación de industriales	Unidades	De disponibilidad
	Casetas de vigilancia		
	Oficina de administración		
	Sala de eventos especiales		
	Servicios de mantenimiento		
	Sistema contra incendios		
	Estación de bomberos		
	Estaciones de gasolineras		
	Servicio de guardería		
	Servicios médicos		
	Instituciones financieras		
	Áreas recreativas		
	Restaurantes		
	Hoteles		
Área comercial			
Aduana interior			

Interacción entre Empresas	Vinculación con empresas internas Vinculación con empresas externas Vinculación entre parques	Frecuencia/tiempo	Grado de conectividad
Interacción Regional	Distancia a zonas habitacionales Distancia a la aduana Distancia a autopistas Distancia a carreteras federales Distancia a líneas férreas Distancia a la zona urbana Distancia a la ciudad central Distancia al centro de abastecimiento Distancia al centro de comercialización	Kilómetros	Grado de accesibilidad regional
Interacción Internacional	Distancia a puertos Distancia a aeropuertos Distancia a las fronteras internacionales Distancia a los mercados internacionales	Kilómetros	De interacción espacial internacional

\* Porcentaje respecto al área destinada para tal infraestructura.

**Fuente:** Elaboración propia con base en SIMPPI, 2015.

Cabe resaltar que cada uno de los indicadores referidos, tiene un rango definido por la Norma Oficial Mexicana de Parques Industriales, coherente con lo estipulado en las pautas para el funcionamiento de los parques industriales de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, mismas que se toma como referencia para obtener el índice correspondiente para cada variable.

Los índices y grados correspondientes, se determina para cada una de las variables, a fin de identificar las condiciones de cada requerimiento. Con la agregación de los datos refinados de manera segmentada, se obtiene un valor medio, que refleja puntual y concretamente la condición de cada categoría, misma que se toma como referencia para conocer el nivel de variación de cada variable. A partir del conocimiento de estos comportamientos, es posible determinar y saber las condiciones de la producción sustentable en los parques industriales. A modo de ejemplo, se enuncia cada una de las expresiones empleadas para determinar los índices y grados correspondientes (Iglesias, 2013).

#### Índice de distribución

$$IE_{ij} = \left( \frac{X_{ij}}{Y_{ij}} \right)$$

Donde:

*J*: superficie destinada a la variable *i* en el espacio *j*.

*A*: superficie total del espacio *j*.

Cuyos valores de los índices obtenidos da pauta a la definición de los siguientes rangos:

$ID_{ij} = 1$ . La superficie objetivo está ocupado “uniformemente”.

$ID_{ij} > 1$ . Algún espacio de la superficie objetivo tiene mayor dimensión de ocupación que lo definido.

$ID_{ij} < 1$ . Algún espacio de la superficie objetivo tiene menor dimensión o no está ocupado totalmente.

## Índice de disponibilidad

$$IE_{ij} = \left( \frac{X_{ij}}{Y_{ij}} \right)$$

Donde:

X: disponibilidad real del equipamiento  $i$  en el lote o hectárea  $j$ .

Y: disponibilidad recomendada del equipamiento  $i$  en el lote o hectárea  $j$ .

Los rangos son:

$IE_{ij} < 0.5$ . La disponibilidad del equipamiento  $i$  en el parque industrial  $j$  es insuficiente.

$0.6 > IE_{ij} < 1$ . La disponibilidad del equipamiento  $i$  en el parque industrial  $j$  es suficiente.

$ID_{ij} > 1$ . La disponibilidad del equipamiento  $i$  en el parque industrial  $j$  es más que suficiente, se rebasa el requerimiento especificado.

Cabe aclarar que el valor nominal de los rangos cambia de acuerdo a las especificaciones de cada variable. Dicho valor es la que previamente han establecido las instancias correspondientes (a nivel internacional la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial y en México la Secretaría de Economía), como estándares mínimos para garantizar el funcionamiento y crecimiento de las empresas que se asientan en los parques industriales.

Grado de conectividad

$$GC = \beta = \frac{ra}{qa}$$

Donde:

$r_a$ : cantidad de veces que una empresa se relaciona con un agente o institución en un determinado periodo (arco).

$q_a$ : número de agentes o instituciones con que se mantienen vínculos en un determinado periodo (nodo).

Los rangos especificados son:

$\beta=1$ . La conectividad es débil.

$\beta<1$ . La conectividad es la necesaria.

$\beta>1$ . La conectividad es fuerte o alta, que también puede interpretarse como exagerada o innecesaria.

Grado de accesibilidad regional

$$IEa, b = \left( \frac{Pa}{Da^2} \right) = \left( \frac{Pb}{Db^2} \right)$$

Donde:

$A$ : Disponibilidad del servicio  $i$  en el lugar  $j$  donde está asentado el parque industrial.

$I$ : Cobertura o longitud del servicio  $i$  en el lugar  $j$  donde está asentado el parque industrial.

Con los siguientes rangos:

$GAR<1$ . La accesibilidad es baja.

$1>GAR<2$ . La accesibilidad es media.

$GAR>2$ . La accesibilidad es alta.

Grado de interacción espacial internacional

$$IE_{a,b} = \left( \frac{Pa}{Da^2} \right) = \left( \frac{Pb}{Db^2} \right)$$

$$IE_{a,b} = \left( \frac{Pa}{Pb} \right) \left( \frac{db}{da} \right)^2$$

Donde:

*a*: Parque industrial.

*b*: Espacio (que puede ser un mercado o país).

*P*: Unidades del servicio o infraestructura (puertos, aeropuertos) existente en el país *b*.

*D*: Distancia entre *a* y *b*.

Con los siguientes rangos:

$IE=1$ . Interacción internacional necesaria.

$IE<1$ . La interacción internacional es baja.

$IE>1$ . La interacción internacional es alta.

Una vez conocido el comportamiento de cada una de las variables a través de su índice respectivo, es posible determinar la presencia y nivel de sustentabilidad de la producción de los parques industriales a través de la siguiente expresión:

$$YSij = \alpha_0 + \alpha_1 CG + \alpha_2 EI + \alpha_3 IA + \alpha_4 CT + \alpha_5 SPI + \alpha_6 IEm + \alpha_7 IR + \alpha_8 II + \epsilon_n$$

$$YSij = \sum_{n=1}^7 \alpha_n RI$$

A partir de la resultante, si el índice es igual o mayor a la unidad, implica que las condiciones internas y externas existentes en los parques industriales son las adecuadas, no solo para propiciar el funcionamiento de las empresas en dichos espacios, sino que sus condiciones favorecen una menor presión al ambiente. En caso contrario, un índice menor, infiere que algunos de los requerimientos no cumplen con las características que demandan las empresas para operar eficientemente.

## CONCLUSIONES

La agrupación de empresas en forma de parques industriales, no solo contribuyen a disminuir la presión ambiental, sino incide favorablemente en el desarrollo de la localidad y región donde están establecidas. Desde esta perspectiva, dicha agrupación empresarial, siguen considerándose como uno de los principales instrumentos, en términos de costos y efectividad para promover la producción sustentable de las empresas e industria en países en proceso de industrialización, así como para fomentar la interacción económica de las regiones. Es claro que la funcionalidad de estos conglomerados empresariales depende de un conjunto de factores internos (como la infraestructura y el equipamiento) y externos (como la disponibilidad de servicios de apoyo a la industria) que determinan su desenvolvimiento, por lo que es de esperar que cuando algunos de estos no están disponibles en las condiciones necesarias, los logros serán mínimos frente a los altos niveles de inversión realizados, incluso su dinámica contribuye al rápido deterioro ambiental, al agotamiento de los recursos productivos y a la generación de desechos con diferentes grados de peligrosidad en volúmenes que van más allá de la capacidad de asimilación de la naturaleza (Carrillo, 2001).

Por lo tanto, las condiciones geográficas, del equipamiento, de la infraestructura ambiental, de las comunicaciones y transportes, de los servicios peri-industriales, de la interacción empresarial, regional e internacional, deben cubrir los requerimientos que demandan las empresas, no solo para atraerlas, sino retenerlas y propiciar su pleno desenvolvimiento, buscando la generación de economías de escala, de aglomeración, de urbanización y sobre todo que puedan influir en mejorar la estructura productiva local y regional.

Para lograr este cometido, es fundamental la participación de las diferentes industrias y el conjunto de agentes económicos, para conformar eco-parques o parques eco-industriales, los cuales a diferencia de los parques industriales tradicionales, buscan promover la colaboración entre firmas para un mejor manejo de los subproductos o residuos medioambientales y energéticos con el fin de minimizar los impactos ambientales. Estos ambientes productivos, además de privilegiar el desempeño sustentable de las empresas, también incentivan la conformación de redes de cooperativas inter-firmas basados en la transferencia de los diversos desechos materiales y energéticos para su reincorporación a diversos sistemas productivos, dando cabida a diversas oportunidades de intercambio con otras empresas para generar beneficios colectivos.

El conjunto de variables e indicadores presentados, dan cuenta de la posibilidad no solo para conocer las condiciones referidas, sino para determinar su influencia en la existencia de ambientes de producción sustentables, como alternativa para reducir la presión ambiental, buscando la estancia del ambiente en lo temporal para que las diversas generaciones puedan seguir disfrutando de los bienes y servicios que les proporciona.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, R. (2009) *Cooperación entre Firmas y Ecología Industrial. Un estudio de caso: Industria Mexicana de Reciclaje*, UAM-X, México.
- Capello, R. (2009) *Regional economics*, Routledge, New York.
- Carrillo, G. (2001) “Economía ecológica y ecología industrial” en J. Morales y L. Rodríguez (comp.) *Economía para la protección ambiental. Ensayos teóricos y empíricos*, UAM-A, México.
- Chertow, M. (2007) “Uncovering industrial symbiosis”, special feature on industrial symbiosis, school of forestry and environmental studies Yale University en *Journal of Industrial Ecology*. Vol. 11. No. 1.
- Cotruel, R. (1996) *Competitividad de las empresas y de los territorios*, Inmark, Madrid.
- Fundación Friedrich Ebert (2001) *La planificación del desarrollo económico local y sus elementos*, Documento de trabajo (s/n), Argentina.
- Garofoli, G (1992). “Les systemes de petites entreprises; un cas paradigmatic de developpment endogene” en G. Benko y Alan Lipietz, *Les regiones qui gagnent. Districts et reseaux: les nouveaux paradigmes de la geographie economique*, PUF, Paris.
- Golf, E. y M. Molinero (2009) “Propuesta de un modelo de gestión del conocimiento para el parque econindustrial de L´Orxa” en *Avances en técnicas de reducción del impacto ambiental*, Marfil, España.
- Iglesias, D. (2013) *La infraestructura y las posibilidades de formar un sistema productivo local en los parques industriales de México. Caso del parque industrial Ixtlahuaca*, Tesis doctoral, UNAM, México.
- Leal, J. (2005) *Ecoeficiencia: marco de análisis, indicadores y experiencias*, ONU-CEPAL, Santiago de Chile.
- Livert-Aquino, F. (2011) *Ecoeficiencia y desarrollo de infraestructura urbana sostenible en Asia y América Latina*, ONU-CEPAL, Santiago de Chile.
- Méndez, R. e I. Caravaca (1996) *Organización industrial y territorio*, Editorial Síntesis, Madrid.

- Messner, D. (2002) *The concept of the “world economic triangle”: global governance and options for regions*, Institute of Developments Studies, England.
- Negrín, E., et. al. (2004) *El papel de las PYMEs en los sistemas productivos locales. Un enfoque desde Cuba*, Red Iberoamericana de Investigadores sobre Globalización y Territorio. Disponible en: [cmq.edu.mx](http://cmq.edu.mx).
- ONU-CEPAL (2009) *Industria y medio ambiente en México y Centroamérica. Un reto de supervivencia*, Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile.
- ONUDI (1979) *Pautas para el establecimiento de parques industriales en los países en desarrollo*, Naciones Unidas, New York.
- Paunero, X. (2004) *Sistemas productivos locales en América Latina ¿Fortaleza o nueva mitología?*, Universidad de Girona. Disponible en [www.tau.ac.il/eial/XII\\_1/paunero.html](http://www.tau.ac.il/eial/XII_1/paunero.html).
- Precedo, A. y M. Villarino (1992) *La localización industrial*, Editorial síntesis, Madrid.
- Secretaría de Economía (SE) (2005) *Norma oficial mexicana de parques industriales, versión 2005. NMX-R-046-SCFI-2005*, Gobierno de la República, México.
- Secretaría de Economía (SE) (2011) *Norma oficial mexicana de parques industriales, versión 2011. NMX-R-046-SCFI-2011*, Gobierno de la República, México.
- Seoánez, M. (1998) *Ecología industrial: Ingeniería medioambiental aplicada a la industria y a la empresa*, 2ª edición, Ediciones Mundi-Prensa, España.
- Vázquez, A. (1993) *Política económica local, la respuesta de las ciudades a los desafíos del ajuste productivo*, Pirámide, Madrid.

# 3

## INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD COMO HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS

---

ROQUE JUAN CARRASCO AQUINO

Instituto Politécnico Nacional

*Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio  
Ambiente y Desarrollo (CIIEMAD)*

En este apartado se analizarán algunos indicadores de sostenibilidad. Trataremos de utilizar los indicadores que más se aproximen al estudio propuesto con base en el desarrollo sostenible; de aquí entonces, que los índices de sostenibilidad sean parte de las piezas claves para la reconstrucción territorial. Aunque el índice que utilizaremos se presente un tanto complejo para su medición cuantitativa; sin embargo, nos auxiliaremos de un método operativo que a través de los indicadores se podría representar la realidad derivada de algunos procesos de conceptualización y/o de su descripción práctica.

Aquí hemos retomado un planteamiento hecho por Franco, en el sentido de que los sistemas de indicadores de sostenibilidad permiten un juicio objetivo sobre las posibilidades reales que presentan para acelerar la transición hacia un modelo de esta naturaleza, es decir, introducir una visión que va más allá de la protección medioambiental

y sintonizar con una perspectiva de eficiencia ambiental en sentido amplio, pero integrada desde el desarrollo local: máximo beneficio económico obtenible con una mínima depreciación (Franco, 1995).

Cabe mencionar también que la viabilidad de los sistemas de indicadores globales o completos como instrumentos útiles para orientar la gestión de las actuales conurbaciones, no dependen tanto de las dificultades conceptuales o estadísticas que su diseño plantea, como de los problemas institucionales que imposibilitan su adecuada utilización en la sociedad actual, sino que los relega comúnmente al nivel de meros ejercicios o propuestas sin valor práctico, o bien derivando sus pretensiones iniciales de globalidad hacia aplicaciones sectoriales o parciales. O como ha sido el caso de la mayoría de los programas y proyectos internacionales que han venido preocupando, con pretensiones de globalidad, de mejorar la sostenibilidad y el medio ambiente urbano (Naredo, 1999). De ahí entonces, proponemos algunos indicadores que tendrán como resultado, quizás, entre propósitos y resultados de los principales programas a utilizar en nuestro análisis.

Sin embargo, creemos que dada la configuración de los asentamientos humanos, éstos han sido y seguirán siendo un reflejo propio de la estructuración económica, política y social de la sociedad. Por lo que, para cambiar este modelo no basta con hacer simples planteamientos tecno-científicos, sino se modifica también el statu quo mental e institucional que lo ha generado. De ahí entonces que se considere necesaria la racionalización de los problemas, pero, además, que se involucren las instituciones para cambiar actitudes y aporten los medios para ello.

De esta manera consideramos que, la verdadera importancia y el significado más representativo sobre los usos de los indicadores estriban en la utilidad, como herramientas de gestión, prevención y para la

planificación desde una perspectiva local en las Auditorías Ambientales Municipales. Por tanto, retomando la idea de Naredo (1999), plantea que el proyecto de reconvertir las conurbaciones actuales hacia la meta de la sostenibilidad global exige, para que sea realizable, reavivar esa conciencia colectiva, no solo en lo local, sino también en lo global.

## 1. PLANTEAMIENTOS TIPOLOGICOS DE INDICADORES

Entre los que destacan para nuestro caso de estudio tenemos:

- a. Descriptivos: Estos indicadores se utilizan en el procedimiento “técnico-descriptivo”, que sería parecido a realizar fotografías para una determinada situación de estudio en concreto. También, son útiles en aplicaciones particulares o para ofrecer información de carácter genérico, es decir, no analizan ni interpretan los elementos capturados; asimismo, en el nivel de conocimiento desde el punto de vista científico es prácticamente insignificante.
- b. Tecnológicos: Indicadores utilizados en el procedimiento “técnico-analítico”. Intenta encontrar una conexión entre la realidad y un modelo teórico, pero desde la tendencia que marca la misma realidad. Es utilizado en la búsqueda de resolución de problemas o la toma de decisiones y en la valoración de programas o búsquedas teóricas. Estos indicadores son útiles en la orientación para la toma de decisiones.
- c. Conceptuales: Indicadores utilizados en el procedimiento “metodológico-conceptual”, donde el objetivo clave es la elaboración de modelos teóricos que permiten acercarse a la realidad del fenómeno en cuestión. Éstos surgen del análisis

debido al conocimiento del conjunto de dimensiones desde un concepto científico ligado a alguna teoría. Indicador que se obtiene para instrumentos de un proceso deductivo. Sirven especialmente para la investigación básica. Asimismo, en el sentido que presentan, si son medibles tanto directa o indirectamente en la búsqueda aplicada; y si no son mensurables deben quedar en posición de espera de nuevos datos o nuevos instrumentos de búsqueda.

De la clasificación anterior retomaremos solo los indicadores de sostenibilidad que se incorporan a las Auditorías Ambientales Municipales, como por ejemplo, los tecnológicos, ya que éstos buscan la conexión entre la realidad y el modelo teórico de sostenibilidad. Éstos también buscan orientar la toma de decisiones, atendiendo el equilibrio del sistema local a lo largo del tiempo. Aquí mismo son utilizados de la misma manera los indicadores psicosociales en la Auditorías Ambientales Municipales, porque permiten recoger información sobre aspectos psicosociales que se relaciona con los problemas ambientales.

## 2. FUNCIONES DE LOS INDICADORES

Desde la perspectiva sostenible, tomaremos como punto de partida los indicadores que más nos interesa, para el caso mencionaremos algunas razones que nos remiten a sus objetivos y las tendencias a la que nos pueden llevar, tal como lo expresa Franco (1995), por ejemplo los que:

- a. Reflejan problemas.
- b. Pueden facilitar comparaciones entre diferentes sistemas, países, regiones, distritos, etcétera.

- c. A partir de determinados sistemas, pueden predecir tendencias futuras.
- d. Facilitan la planificación de las intervenciones.
- e. Valoran programas intervenciones.

Por otra parte, los indicadores también proveen información de manera que pueden simplificar la comunicación entre los expertos, los políticos y los ciudadanos, dado que la utilidad reside, según Alberti (1996a), en los siguientes elementos:

- a. Control sistemático de los cambios medioambientales urbanos.
- b. Se avisa de forma temprana cuando existen problemas ambientales.
- c. Se fijan objetivos.
- d. Análisis de la actuación
- e. Información y comunicación pública.

Siguiendo los planteamientos anteriores y coincidiendo con Antoni Meca (1998), que resumen algunas ideas en torno a las transformaciones de modelos para el desarrollo sostenible, se puede llegar a considerar, desde esa perspectiva, un proceso de instancias que determinan una serie de pasos transitorios para la construcción de un sistema de indicadores. Para ello hemos anotado cuando menos tres:

- a. De elaboración. Aquí la escala de valores o variables se elabora y se somete a prueba. Es decir, se realiza un análisis de indicador a indicador.
- b. Materialización. Donde la escala de variables se va convirtiendo en algo más objetivo, es decir, en el sentido de la fiabilidad.

- c. Estandarización. Aquí se toma en cuenta el grado de relatividad de las puntuaciones desde un grupo normativo.

Hemos planteado algunos elementos que nos aproximan hacia los indicadores de sostenibilidad. Sin embargo, en ese contexto se han obtenido algunas características que pensamos coinciden con los lineamientos generales tanto de los organismos internacionales como de algunos investigadores comprometidos con los principios del desarrollo sostenible. De esta manera podrían ser admitidos como tales los siguientes:

- a. Sensibles
- b. Válidos
- c. Fiables
- d. Específicos
- e. Flexibles
- f. Comparables
- g. Universales
- h. Comprensibles

Desde las características planteadas, y siguiendo los lineamientos internacionales que cumplen los sistemas de indicadores propuestos, existen los que no satisfacen alguna selección de algunas variables medioambientales, por lo que necesitarán de la fusión de éstas mismas, cuando menos de una expresión numérica. En consecuencia se tendrá un valor que se llamará índice. Conocido como un valor sin precisión cuantitativa, pero que resulta en la suma por ponderación sucesiva, o también conocida por múltiples unidades de medidas. En tanto que existen dos elementos que pueden fungir el mismo papel: el índice

y el indicador; éstos tienen las mismas características. Pero, siendo más concretos en la definición, podría concretizarse que el índice es una herramienta más eficiente y dinámica porque sintetiza múltiples informaciones.

### 3. CARACTERÍSTICAS DE LOS INDICADORES PARA EL DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE

El Índice Europeo de Sostenibilidad (1994), ha utilizado para medir la sostenibilidad local un modelo que se estudió con 50 ciudades y se obtuvieron tres áreas para analizar los indicadores: primero, específica; segundo, básica y; tercero, central. Al final se llegó a establecer unos factores que serán determinantes a la hora de tomar en cuenta los Índices:

- a. Uso eficiente de los recursos. (Toma en cuenta y de manera racional el consumo de energía, agua y residuos h/d).
- b. Calidad del ambiente construido. (Debe existir concordancia entre los espacios construidos y las áreas de infraestructuras).
- c. Economía verde. (Las empresas deben respetar y tomar en cuenta las auditorías ambientales).
- d. Espacios verdes. (Relación entre las personas y un porcentaje adecuado respecto a los espacios verdes en los procesos de urbanización).
- e. Ambiente saludable. (Respeto a la calidad del aire y que no exceda los límites permitidos).
- f. Accesibilidad. (Las distancias entre vivienda y trabajo sean considerados como un indicador de sostenibilidad).

- g. Vitalidad. (O los aspectos socioculturales que tenga una relación con las actividades locales y globales).
- h. Democracia participativa. (Repartimiento de justicia social a toda la población y en especial apoyo a los de bajos recursos económicos).
- i. Bienestar social. (Fortalecimiento de la calidad de vida material de la sociedad).

Estos índices juegan un papel importante a la hora de establecer los parámetros de sostenibilidad. Además, de ser los factores fundamentales que toda sociedad deberá tener y considerar en el momento de la elaboración de políticas destinadas a un desarrollo más sostenible. Tal como lo expresa tanto la Agenda 21, el Índice Europeo de Sostenibilidad, la Agencia Europea de Medio Ambiente, Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, entre organismos internacionales comprometidos con el Programa medioambiental.

#### 4. MODELOS, INDICADORES E ÍNDICES URBANOS PARA CIUDADES SOSTENIBLES

En este apartado trataremos de plantear algunas ideas en torno a los modelos que se basan en indicadores para el análisis urbano más sostenible. Primero, se tratará de introducir elementos que abordarán algunos puntos sobre los indicadores, así como de los índices para la conformación de ciudades sostenibles; en segundo lugar, admitiremos indicadores urbanos que plantean los modelos integradores del sistema-entorno, desde el planteamiento hecho por Rueda (1999), por ejemplo:

- *Diseños de índices e indicadores*
  - Desde la metodología, que a nuestro juicio es importante tomar en cuenta, porque nos aproxima al problema, comparando el modelo analítico desde los principios de la presión, estado y de respuesta, con base en el modelo analítico-teórico conocido como el de sistema-entorno.
  - Desde el prisma teórico del modelo sistema-entorno. En este tipo de modelo participan, además, indicadores básicos destinados a cuantificar el desarrollo y crecimiento de las ciudades y sus transformaciones espaciales.
  - Otros indicadores que se les llama de apropiación humana de los recursos naturales, por cierto, con tendencias hacia el aspecto global, ilustran la limitación de los recursos básicos en nuestro entorno y la capacidad de asimilación de los sumideros de la tierra.

## 5. PLANTEAMIENTO DE LA UNIDAD SISTEMA-ENTORNO

- a. Descriptores urbanos. Para tratar sobre los índices e indicadores urbanos, partiremos de algunos parámetros como sería en este caso el de Descriptores. Estos son variables o parámetros que reflejan cuantitativamente una determinada realidad urbana, desde alguna de sus características en el ámbito físico, económico o social (Rueda, 1999). Obteniendo sus valores nos permitirían “describir” la realidad a la cual nos estamos refiriendo, estos serían, por ejemplo: una representación gráfica de aceras de más de dos metros de ancho. Otros descriptores podrían ser también de habitabilidad

y calidad de vida. Entre estos descriptores el punto común que los integra es el de ser flexibles para establecer estándares urbanos que posteriormente permitirán dibujar el perfil de la calidad urbana de una determinada ciudad.

- b. Indicadores e índices urbanos. Se puede definir un indicador urbano de la siguiente manera: es una variable o estimación que provee una información agregada, sintética, respecto a un fenómeno más allá de su capacidad de reproducción propia. Asimismo, se puede identificar como una variable que ha sido socialmente dotada de un significado debido a su propia configuración y cuya preocupación es la de insertarse coherentemente en el proceso de toma de decisiones respecto al medio ambiente. Cuando no se satisfacen ciertos valores por los indicadores o variables descriptivas de un fenómeno ambiental, se auxilian de los índices que son adimensionales, es decir, con una adición ponderada. El índice urbano posee las mismas características que el indicador, pero su carácter social es más acentuado; por lo que esto se traduce en una mayor síntesis de la información relevante y mayor eficacia en la toma de decisiones.

#### 6. INDICADORES URBANOS EN MODELOS TEÓRICOS EN ESTRUCTURAS ANALÍTICAS: MODELO PRESIÓN-ESTADO-RESPUESTA (P-E-R)

Hemos obtenido estos indicadores ambientales de tres grupos: 1º los que originan el problema (flujos de emisiones, uso de recursos naturales, etcétera); 2º relaciona la calidad del medio ambiente con los efectos de las acciones humanas (Indicadores de efecto, estado o calidad)

y por último el 3º mide la reacción social en relación a mejorar el medio ambiente (Indicadores de respuesta). Por lo que desde la perspectiva de la OCDE define estas tres categorías como de Indicadores de Presión, Estado y Respuesta, definido por las relaciones causa-efecto (Jiménez, 1996). Explicando:

De donde *P* (presión): de este indicador se derivan dos tipos de presiones, primero, la directa; segundo, la indirecta. El ejemplo de un indicador de presión directa sería de los incendios; y las indirectas los impactos sobre la biodiversidad como consecuencia de la construcción de carreteras.

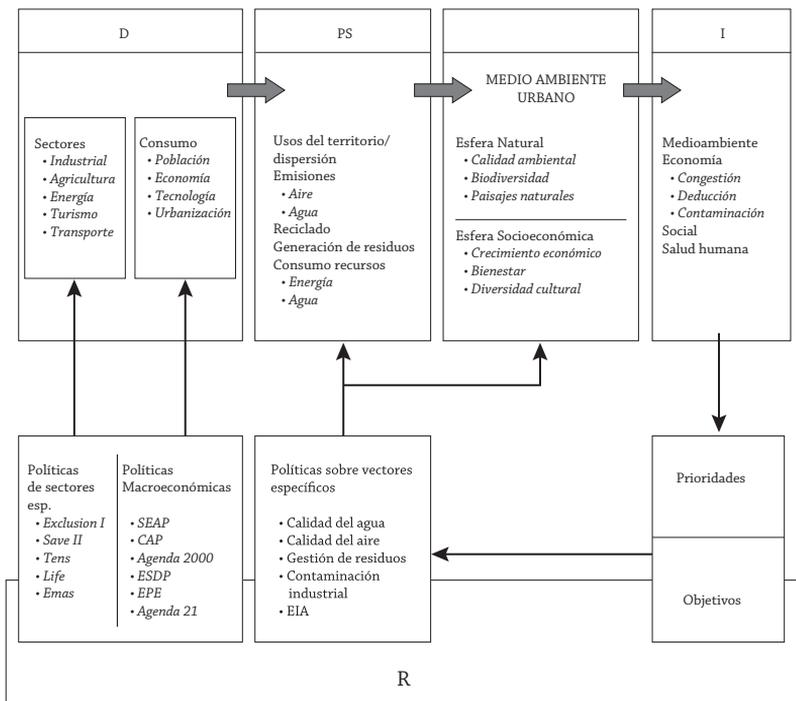
De *E* (estado): se refiere al estado del medio ambiente, que la describe, incorporando la calidad de los recursos naturales (flora, fauna, suelo, aire y agua).

De *R* (respuesta): estos indicadores se basan en términos de las políticas ambientales y de los recursos naturales (depuración de las aguas residuales, reciclaje de residuos, etcétera).

Este modelo se adapta a cualquiera de los planteamientos porque es común para la toma de decisiones. Además, se puede integrar un alto número de variables. Por otra parte, la Agencia Europea de Medio Ambiente para impactos urbanos propone un esquema de interconexiones entre sectores económicos (*D*), presión (*P*), estado (*E*), impactos (*I*) y de respuestas (*R*): *DPEIR*.

FIGURA 1.

Modelo Presión-Estado-Respuesta



**Fuente:** Salvador Rueda, Modelos e indicadores para ciudades más sostenibles... Tomado de EEA.

De la Figura 1, hemos obtenido los tres tipos de indicadores: presión, estado y respuesta, que nos ayudarán a abordar algunas de las políticas socialmente relevantes de nuestro estudio.

## 7. INDICADORES URBANOS EN MODELOS TEÓRICOS INTEGRADORES: MODELO SISTEMA-ENTORNO

Desde la perspectiva de este modelo –siguiendo a Salvador Rueda– incluso si partimos de un sistema que, acompañando nuestro análisis anterior, podemos decir entonces lo siguiente: con un ecosistema existe la tendencia a aumentar la complejidad en el tiempo. Incluso es en este sentido que se puede mencionar que existe un proceso organizado de manera sucesiva para llegar a incrementar la complejidad y asegurar un mejor control para el futuro. En consecuencia, el “control” que hacemos mención, se refiere a las variables del entorno que provienen del sistema y se acomodan a los mensajes en forma de flujos materiales, energéticos y de información que le manda su entorno, donde el entorno también puede conocerse como un sistema (Rueda, 1999).

De esta manera, las variables que son utilizadas en el entorno ocasionarían, primero, no solo se envía el desarrollo sostenible de ciudades al espacio urbano, sino también a un concurso medioambiental más amplio. De hecho, la ciudad vive, intercambia y actúa recíprocamente con el sistema metropolitano entero. Por consiguiente, uno solo no puede hablar sobre la sostenibilidad, principalmente acerca del medioambiente/sostenibilidad metropolitana (o autosostenido). Sino también, porque la ciudad necesita el ambiente como apoyo ecológico para guardar su organización, sus procesos vitales, su proceso de regeneración y su capacidad para el intercambio (Fusto, 1997).

Sin embargo, desde el planteamiento anterior, cave hacer mención de que el entorno al cual nos referimos recibe mensajes en forma de flujos que provienen del sistema, de la estructura y de la organización. El sistema tiene una sensibilidad que depende de las características de

los reguladores. Si son débiles, el entorno modifica la organización y rompe con el equilibrio.

La relación que existe entre el sistema y su entorno, según Conrad (Conrad, 1983),<sup>1</sup> los ecosistemas urbanos siguen una igualdad:

La complejidad – la capacidad de anticipación = la complejidad del entorno – su sensibilidad del sistema de éste.

Qué indica esta igualdad: en primer lugar, nos dice que hay una interdependencia íntima entre el entorno y el sistema; en segundo, el traspaso de información entre el sistema y el entorno es igual; tercero, para mantener la igualdad dependerá del equilibrio entre los cuatro sumandos de la ecuación y; cuarto, si se rompe la igualdad, desaparece el sistema formando un nuevo sistema. Pero al mismo tiempo, existe la posibilidad de identificar algunas variables con menor flexibilidad, así como de indicadores que tengan un seguimiento de la unidad “Sistema-Entorno” para proyectar hacia el futuro.

Para relacionar el sistema-entorno con el modelo analítico: presión-estado-respuesta, se desprende la siguiente fase de transición:

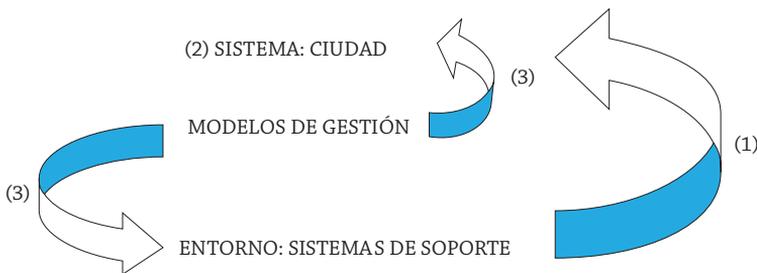
- a. Con relación a la presión, se refleja respecto a la sensibilidad del entorno.
- b. El estado, corresponderá con la complejidad y la variación en los sistemas de soporte y la del propio sistema urbano.
- c. Respuesta, en este aspecto, coincide con la capacidad que puede tener el sistema.

<sup>1</sup> Salvador Rueda, retoma la idea anterior de M. Conrad de su libro *Adaptability*, posteriormente, dice él mismo, que Wagensberg la amplió –sobre la igualdad también- para llegar a la propuesta que citamos.

Pero, por otra parte, cuando se aplica el modelo *P-E-R*, tiende a preservar la igualdad expuesta y se mantiene sus equilibrios, informándonos posteriormente de la preferencia que debe tomar cada decisión. En consecuencia, el modelo sistema-entorno tendrá entonces a conformar un marco teórico que no incorporará el modelo *P-E-R*. Un ejemplo del sistema-entorno, véase la Figura 2.

En la Figura se dibuja en la parte superior una flecha que llamaremos “Sistema”, o que es igual a ciudad; en la parte inferior se localiza el “Entorno”. Mientras que se representan los flujos con flechas de diferentes grosores: la parte derecha es el grado de explotación, donde el grosor es proporcional a los flujos que se quiere representar, pero, por la parte izquierda se localiza el nivel de impacto. En suma, se puede desprender del esquema el contenido de los sumandos anteriores que constituyen la unidad (si se prefiere la igualdad) del sistema-entorno.

FIGURA 2.  
Sistema entorno



**Fuente:** Salvador Rueda, *Modelos e Indicadores para ciudades más sostenibles*.

En términos de la numeración se tendría:

- (1) los sistemas urbanos que se basan en la explotación de materias primas y, además, ejercen una presión sobre ellos; éstos mismos harán presión sobre el sistema de soporte que estará a, su vez, en función de la intensidad del propio entorno.
- (2) Con la presencia de materiales y energía del entorno que llegan a la ciudad (transformados y/o elaborados en materias primas y bienes de consumo), permite mantener la organización (como una complejidad del sistema).
- (3) Mientras que los modelos de gestión organizan los flujos y el consumo de recursos, incluso son los que permiten aumentar o disminuir nuestra capacidad de anticipación; en tanto que serán los modelos los que determinarán el grado de explotación del entorno y el impacto entrópico que se ejercerá sobre el sistema urbano.

El proceso que a continuación (Cuadro 1) se describe girará en torno a una modelización del comportamiento del sistema urbano, con lo que nos auxiliaremos de indicadores que faciliten la comparación y el seguimiento de aquel. Se propondrán algunos indicadores basados por la Agencia Europea de Medio Ambiente en el año de 1995, donde distingue entre actividades y presión generada; asimismo, Salvador Rueda los retoma, entre otros. Con relación a las áreas urbanas se ha identificado 54 indicadores clasificados en tres rubros de, modelos urbanos, de flujos urbanos y de la calidad del medio ambiente urbano:

CUADRO 1.  
Indicadores de modelos urbanos

I. INDICADORES DE MODELOS URBANOS	
<i>1º. Población Urbana</i>	
a) Población	1. Número de habitantes en ciudades 2. Numero de habitantes en periferias
b) Densidad de Población	3. Población por Km2 4. Superficie por clase de densidad
<i>2º. Territorio Urbano</i>	
a) Superficie total	5. Superficie en Km2
b) Superficie total construida	6. Superficie en Km2 7. Por uso de terreno
c) Superficie abierta	8. Superficie en Km2 9. Porcentaje de zonas verdes 10. Porcentaje de agua
d) Red de transportes	11. Autopistas (Km) 12. Vías férreas (Km) 13. Porcentaje de la superficie total urbana
<i>3º. Áreas urbanas abandonadas</i>	
a) Superficie total	14. Superficie en Km2 15. Porcentaje de la superficie total urbana
<i>4º. Áreas de renovación</i>	
a) Superficie total	16. Superficie en Km2 17. Porcentaje de superficie urbana

---

*5º. Movilidad urbana*

- |   |   |
|---|---|
| a) Medio de transporte                    | 18. Número y<br>19. Longitud media de viajes por Km/h por medio de transporte por día                   |
| b) Modos de transporte para ir al trabajo | 20. Número de trayecto hacia y desde la periferia<br>21. Porcentaje de población urbana                 |
| c) Volumen de tráfico                     | 22. Total y,<br>23. Destinos ida/vuelta en vehículo<br>24. Número de vehículos en las principales rutas |

---

**II. INDICADORES DE FLUJOS URBANOS**

---

*6º. Agua*

- |                     |  |
|---------------------|--|
| a) Consumo de Agua  | 25. Consumo por habitante en litros por día<br>26. Porcentaje de agua subterránea en el consumo total  |
| b) Aguas residuales | 27. Porcentaje de las aguas domésticas conectadas a un sistema de depuración<br>28. Número y,<br>29. Capacidad de las plantas de tratamiento por tipo de tratamiento |

---

*7º. Energía*

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| a) Consumo de energía               | 30. Electricidad en GWh por año<br>31. Energía usada por tipos de fuel y sector<br>32. Número y, |
| b) Plantas de producción de energía | 33. Tipo de energía y plantas de calor en periferia  |

---

*8º. Materiales y productos*

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| a) Transporte de mercancías | 34. Cantidad de mercancías movidas desde y hacia la ciudad en Kg. per. Cápita por año |
|-----------------------------|---|
-

---

*9º. Residuos*

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| a) Producción de residuos            | 35. Cantidad de residuos sólidos contabilizados en TN por hab/año  |
| b) Reciclaje                         | 36. Composición de los residuos<br>37. % de agua reciclada por fracción  |
| c) Tratamiento de residuos y basuras | 38. Número de incineradores<br>39. Volumen incinerado<br>40. Número de vertederos<br>41. Volumen recibido por tipo de residuos |
- 

III. INDICADORES DE  
LA CALIDAD DEL MEDIO  
AMBIENTE URBANO

---

*10. Calidad de agua*

- |                     |   |
|---------------------|---|
| a) Agua potable     | 42. Números de días/año en que la media de agua potable es rebasada   |
| b) Aguas embalsadas | 43. Concentración de O <sub>2</sub> en el agua embalsada en Mg por litro<br>44. Número de días que el pH es > 9 o < 6 |
- 

*11º. Calidad del aire*

- |   |   |
|---|---|
| a) A largo plazo  | 45. Principales concentraciones anuales.                                      |
| b) Concentraciones a corto plazo de: O <sub>3</sub> , O <sub>2</sub> , TSP. | 46. Excedentes de AQGs: O <sub>3</sub> ,<br>47. SO <sub>2</sub> y,<br>48. TSP |
- 

*12º. Calidad acústica*

- |  |   |
|--|---|
| a) Exposición al ruido (habitantes por periodo de tiempo). | 49. Exposición al ruido por encima de 65 dB y,<br>50. Por encima de 75 dB (50). |
|--|---|
-

---

*13°. Seguridad vial*

a) Víctimas (muertos y heridos) en accidentes de tráfico	51. Número de muertos y, 52. Número de heridos en accidentes de tráfico por 10.000 habitantes
b) Promedio de suelo por persona	53. M2 por persona

---

*14°. Accesibilidad de espacios verdes*

a) Proximidad a los espacios verdes urbanos	54. Porcentaje de gente a 15 minutos de distancia (caminado) de los espacios verdes urbanos 55. Número de especies de pájaros
---	--

---

**Fuente:** Salvador Rueda y Web del Instituto de Estadística de Cataluña.

Con relación a los indicadores expuestos, retomaremos los que más se ajustan a nuestro estudio: desarrollo urbano y movilidad. Pese a que esta última variable no esté tan explícita en el recuadro anterior, sin embargo, plantearemos indicadores más comunes –coincidiendo con Muriel Ll, en su trabajo de investigación de fin de carrera- así como los indicadores que destacaremos de la clasificación que establece el Departamento de Desarrollo Social y Económico de las Naciones Unidas, respecto a 185 indicadores analizados por Llugany (1999) que están en función de las siguientes categorías:

- Categorías establecidas por la ONU:
  - Social (S). Podría tener un significado igual a los indicadores de impulso.
  - Económica (Ec). Representaría a los indicadores de estado.
  - Medio ambiente (Ma). Como los indicadores de respuesta.
  - Institucional (I). Una combinación de las tres anteriores.

Además, coincidiendo con los Indicadores de la Hart Environmental Data (HED); de los investigadores Bradley y Kibert (B & K) y de Salvador Rueda (SR). En consecuencia, de los indicadores que más peso específico tendrá en nuestro análisis, serán los que a continuación propondremos, siguiendo las cuatro categorías enunciadas anteriormente y, además, retomaremos en especial de la propuesta de la Diputación de Barcelona (50 Indicadors de Sostenibilitat, Grups de Treball, 1998), de la ONU (United Nations. Sustainable Development. Hojas de metodología, 1999), así como las de la Agenda 21 y anexamos algunas propuestas nuestras (RJCA):

Estas categorías son parte de un proceso de revisión de la información, para que al final nos ayuden a contextualizar los indicadores que más se aproximen al análisis de nuestro caso de estudio. No obstante, desde la propuesta de la Generalitat de Cataluña y Salvador Rueda establecen otra clasificación, pero, que en el fondo coinciden con la propuesta de las Naciones Unidas. La clasificación propuesta es la del Sistema ciudad-entorno que utiliza las mismas categorías que hemos planteado en líneas arriba, es decir, Impulso, Estado y Respuesta.

Sin embargo, volviendo a los planteamientos anteriores, cabe hacer énfasis en una de las ideas que hemos mencionado, como por ejemplo, sabemos que hoy día la sostenibilidad urbana en los centros urbanos mayores del mundo económico –ciudades mundiales o ciudades globales- es dependiente y está en función de dos interconexiones, todavía aparentemente en el proceso centrífugo: primero, la globalización de la economía urbana, y segundo, en la fragmentación de la comunidad social y política urbana. Según el autor de este planteamiento, Roger Keil, sugiere en este papel que en la política local puede jugar y está jugando una acción importante con relación a la dinámica global en los espacios urbanos fragmentados y sus habitantes. Y ve que la

política urbana es como el lugar donde el nexo de lo global y lo local se producen. Mientras raramente es beneficioso en la era actual de la globalización, la regulación de estas relaciones a través de la política local, es la única oportunidad para lograr una medida de sostenibilidad de las relaciones sociales con la naturaleza como en las ciudades grandes de hoy (Keil, 1995). Insistimos en este proceso ya que para el caso de estudio que estamos analizando, nos remite a tomar en cuenta realmente los problemas propios del entorno local.

## 8. INDICADORES Y SUS CARACTERÍSTICAS: SOCIAL, ECONÓMICA, MEDIOAMBIENTAL E INSTITUCIONAL

CUADRO 2.  
Indicadores Ambientales

Cap. del Programa 21, ONU, HED y SR, RJCA y Tipo de Indicador: Impulso, Estado y Respuesta.	CARACTERÍSTICAS DE LOS INDICADORES  CATEGORÍA: SOCIAL. (S)
S6E-ONU	Acceso de agua potable.
S5E-ONU	Densidad de población.
S3I-HED	Distribución de empresa e industrias por sectores de actividades.
S3E-HED	Distribución de la riqueza en función de las rentas.
S3I-HED	Distribución geográfica de empleos disponibles.
S36E-ONU	Esperanza de permanencia en la escuela.
S6E-ONU	Esperanza de vida al nacer.
S6E-ONU	Estado nutricional de los niños.
S7R-ONU	Gasto en infraestructura por habitante.
S6R-ONU	Gasto nacional en servicios locales de salud.
S6R-ONU	Gasto nacional total en el sector de la salud como porcentaje del PNB.

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD COMO HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS

S3E-ONU	Índice cuadrado del grado de pobreza.
S3E-ONU	Índice de Gini de desigualdad de ingresos.
S3E-ONU	Índice del grado de pobreza.
S3I-HED	Índice general de pobreza.
S36E-ONU	Niños que alcanzaron el quinto grado de educación primaria.
SE-RJCA	Nº de viviendas con servicios de energía eléctrica.
SE-RJCA	Nº de viviendas con servicios de gas.
SE-RJCA	Nº de viviendas con servicios públicos: agua potables.
S3I-HED	Número de empleos por sectores de actividades.
S6E-HED	Número de habitantes de todas las edades que sufren de maltratos.
S3E-HED	Número de horas de trabajo necesarios para satisfacer las necesidades básicas (vivienda, alimentación y salud).
S36E-ONU	Número de mujeres por cada cien hombres en la mano de obra (% de mujeres trabajadoras).
S36I-HED	Número de museos, bibliotecas, museos y otros edificios culturales.
S3I-HED	Número de niños que viven en la pobreza.
SE-RJCA	Número de niños y niñas en la economía local de la PEA.
S3I-HED	Número de personas que viven por debajo del umbral de pobreza.
S7I-ONU	Pérdidas humanas y económicas debidas a desastres naturales.
S6E-ONU	Peso suficiente al nacer.
S7E-ONU	Porcentaje de la población que vive en zonas urbanas.
S36R-ONU	Porcentaje del Producto Interno Bruto dedicado a la educación.
S36E-HED	Relación entre edificios culturales.
S7E-ONU	Relación entre el precio de la vivienda y el ingreso.
S7E-ONU	Relación entre el precio de la vivienda y el ingreso.

INDICADORES DE LA SUSTENTABILIDAD

S3E-ONU	Relación entre los salarios medios de los hombres y las mujeres.
S3E-HED	Renta media por habitante.
S6E-ONU	Saneamiento básico: porcentaje de la población que disponen de medios adecuados para la eliminación de excrementos.
S7E-ONU	Superficie útil por persona.
S7E-ONU	Superficie y población de los asentamientos urbanos autorizados y no autorizados.
S7E-ONU	Superficie y población de los asentamientos urbanos autorizados y no autorizados.
S36I-ONU	Tasa de alfabetización de adultos (% de educación primaria; % de educación secundaria; % de universitaria).
S5I-ONU	Tasa de crecimiento anual de oferta de empleo (por sectores de actividades).
S7I-ONU	Tasa de crecimiento de la población urbana.
S51-ONU	Tasa de crecimiento demográfico.
S3I-ONU-HED	Tasa de desempleo.
S36I-ONU	Tasa de escolarización dentro de la educación primaria (bruta y neta).
S36I-ONU	Tasa de escolarización dentro de la enseñanza secundaria (bruta y neta).
S5I-ONU	Tasa de fecundidad total.
S5I-ONU	Tasa de migración neta.
S6E-ONU	Tasa de mortalidad derivada la maternidad.
S6E-ONU	Tasa de mortalidad infantil.
S6R-ONU	Tasa de uso de métodos anticonceptivos.
S36I-ONU	Tasa de variación de la población en edad escolar.
SE-RJCA	Porcentaje de la Población Económicamente Activa (PEA) hasta los 12 años.
SR-RJCA	Porcentaje del Producto Interno Bruto Interanual.
SE-RJCA	Porcentajes de viviendas con todos los servicios.
SE-RJCA	Porcentajes de viviendas sin los mínimos de servicios.

S6R-ONU	Vacunación contra enfermedades infecciosas infantiles.
CATEGORÍA: ECONÓMICA (EC)	
EC4I-ONU	Consumo anual total de energía.
EC4I-SR	Consumo de energía final anual.
ECE-RJCA	Consumo de gas, electricidad, carbón, gasoleo.
EC4I-HED	Costo de electricidad.
ECE-RJCA	Distribución de productos locales.
EC4R-ONU	Gasto en protección del medioambiente como porcentaje del PIB.
ECE-RJCA	Kilómetros que recorre en la distribución.
EC4E-SR	Monto del financiamiento nuevo o adicional para el desarrollo sostenible.
ECE-RJCA	Porcentaje de combustibles fósiles: gasóleo, gasolina, etcétera
ECE-RJCA	Porcentaje de consumo de energía por vivienda.
ECE-RJCA	Porcentaje de energía eléctrica en viviendas rurales.
ECE-RJCA	Porcentaje de energía eléctrica por vivienda urbana.
EC4E-ONU	Porcentajes de bienes de capital ecológicamente racionales.
EC2E-HED	Producción de alimentos locales.
EC2I-ONU-HED	Producto interno Bruto por Habitante.
EC2E-ONU	Producto interno neto ajustado conforme a consideraciones ambientales.
EC4R-SR	Proporción de energía renovable local/energía total.
ECE-RJCA	Tipo de transporte.
EC2E-HED	Venta de productos alimenticios locales.
CATEGORÍA: MEDIOAMBIENTAL (MA)	
MA18I-ONU	Apropiación del agua superficial.
MA10I-ONU	Cambios en el uso de la tierra.

INDICADORES DE LA SUSTENTABILIDAD

MAR-RJCA	Cantidad de desechos peligrosos en contenedores especiales.
MA10E-SR	Complejidad del sistema urbano.
MA9E-ONU	Concentraciones de contaminantes en el aire ambiental de las zonas urbanas.
MA18R-B&K	Consumo anual de agua reciclada por habitante.
EC4I-SR	Consumo de energía final anual.
MA9I-ONU	Consumo de sustancias que agotan la capa de ozono.
MA18I-ONU-B&K	Consumo doméstico de agua por habitante.
MA10E-SR	Consumo potencial de suelo urbano.
MA10E-SR	Eficacia del sistema urbano.
MA21I-ONU-SR	Eliminación de desechos domésticos por habitante.
MAE-RJCA	Eliminación de desechos orgánicos por habitante.
MA21E-SR	Eliminación de desechos sólidos por habitantes.
MA21R-ONU	Eliminación municipal de desechos.
MA21E-SR	Emisiones de CO <sub>2</sub> , NH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, CFC.
MA9I-ONU	Emisiones de gases de efecto invernadero.
MA9I-ONU	Emisiones de óxidos de azufre.
MA15E-ONU	Especies amenazadas como porcentaje del total de especies autóctonas.
MA16R-ONU	Existencia de reglamentos o directrices sobre bioseguridad.
MAR-RJCA	Gastos de transportación hacia contenedores especiales.
MAR-RJCA	Gastos de tratamiento de desechos peligrosos como porcentaje del PIB.
MA20R-ONU	Gastos de tratamientos de desechos peligrosos.
MA21R-ONU	Gastos en gestión de desechos.
MA9R-ONU	Gastos en medidas de reducción de la contaminación del aire.
MA22I-ONU	Generación de desechos peligrosos.
MA20I-ONU-SR	Generación de desechos radiactivos.

MA21I-ONU-SR	Generación de desechos sólidos industriales y municipales.
MA10E-SR	Huella ecológica del sistema.
MAI-RJCA	Impacto del transporte en la economía local.
MAI-RJCA	Índice de contaminación local.
MA12E-ONU	Índice nacional de precipitaciones mensuales.
MA11I-ONU	Intensidad de la tala de bosque.
MA10R-ONU	Ordenación de los recursos naturales descentralizada a nivel local.
MAE-RJCA	Ordenación del territorio por usos del suelo.
MAE-RJCA	Porcentaje de desechos peligrosos.
MAE-RJCA	Porcentaje de desechos sólidos producidos por habitante.
MAE-RJCA	Porcentaje de desechos sólidos reciclados y usados.
MAE-RJCA	Porcentaje de desechos sólidos reciclados.
MAR-RJCA	Porcentaje de la superficie de bosques no urbanizables.
MA11R-ONU	Porcentaje de la superficie de bosques que está regulado.
MAR-RJCA	Porcentaje de la superficie del bosque del programa reservado para parque natural.
MAE-RJCA	Porcentaje de la superficie periférica.
MAE-RJCA	Porcentaje de la superficie urbanizada.
MAE-RJCA	Porcentaje de suelo no urbanizable.
MAI-RJCA	Porcentaje de superficie de recorrido de los transportes.
MAE-RJCA	Producción de desechos orgánicos por habitante.
MA18E-ONU	Reservas de aguas subterráneas.
MA18I-SR	Superficie agua superficial para el aprovisionamiento de la ciudad.
MA14E-ONU	Superficie cultivable por habitante.
MA11R-ONU	Superficie de bosques protegidos como porcentaje de la superficie total de bosques.

INDICADORES DE LA SUSTENTABILIDAD

MAE-RJCA	Superficie de suelo para industrias.
MAE-RJCA	Superficie de suelo para vivienda.
MA10E-SR	Superficie de suelo urbano + superficie de suelo periurbano + superficie de suelo de uso indirecto
MA10E-SR	Superficie de suelo urbano + superficie de suelo periurbano.
MA10E-SR	Superficie de suelo urbano.
MA20E-ONU	Superficie de tierras contaminadas con desechos peligrosos.
MAE-RJCA	Superficie destinada a la “sepultura” de desechos peligrosos.
MA15R-ONU	Superficie protegida como porcentaje de la superficie total.
MA10E-SR	Superficie urbanizable.
MAE-RJCA	Tipos de transportes
MA18R-ONU	Tratamiento de las aguas residuales.
MA14I-ONU	Utilización de abonos.
MA14I-ONU	Utilización de energía en la agricultura.
MA14I-ONU	Utilización de plaguicidas agrícolas.
MA11E-ONU	Variación de la superficie de bosques.

CATEGORÍA: INSTITUCIONAL (1)

I40E-ONU	Acceso a la información.
I35R-ONU	Científicos e ingenieros dedicados a actividades de investigación y desarrollo por millón de habitantes.
I35E-ONU	Científicos e ingenieros potenciales por millón de habitantes.
I8R-ONU	Consejos nacionales para el desarrollo sostenible.
I23-32R-ONU	Contribución de las organizaciones no gubernamentales al desarrollo sostenible.
I8R-ONU	Estrategias de desarrollo sostenible.
I8R-ONU	Evaluaciones del impacto ambiental asignadas.

I35R-ONU	Gastos en investigación y desarrollo como porcentaje del producto interno bruto. (PIB).
I40E-ONU	Líneas telefónicas principales por cien habitantes.
I23R-HED	Número de electores votantes.
IR-RJCA	Porcentaje de programas ecológicos aplicados en las economías locales.
IR-RJCA	Porcentaje de electores votantes pero no participativos.
I8R-ONU	Programa de contabilidad ecológica y económica integrada.
I39R-ONU	Ratificación de acuerdos mundiales.
I23-32R-ONU	Representación de los grupos principales en los consejos nacionales para el desarrollo sostenible.
I23-32R-ONU	Representantes de minorías étnicas y poblaciones indígenas en los consejos nacionales para el desarrollo sostenible.

**Fuente:** Datos obtenidos de la ONU (United Nations. Sustainable Development. Hojas de metodología, 1999); Salvador Rueda; Hart Environmental Data (HED); de los investigadores Bradley y Kibert (B & K) y; propuesta nuestra RJCA.

Del cuadro anterior destacaremos los indicadores que se ajustan a nuestras necesidades, mismos que dependerán de las dos áreas de estudio: Vallés Catalán y Puebla, México. De ahí entonces que, se obtendrán los datos que nos puedan facilitar tanto los medios de información como del Instituto de Estadísticas de Cataluña y otras instituciones que manejen información cuantitativa.

Podrían existir ciertos problemas para el funcionamiento y utilización de los indicadores; por ejemplo, retomando algunas de las ideas de A. B. Birtles: el primer problema desarrollado del esquema es el inmenso rango de problemas medioambientales o los indicadores medioambientales que potencialmente podrían ser incluidos. Otro problema listo y existente es un rango ancho de las obligaciones legales que relacionan al ambiente. De utilizar la naturaleza más práctica, hay

un límite financiero al esfuerzo que puede ponerse razonablemente en cualquier valoración, gobernado principalmente por la buena gana del cliente para pagar. Un problema técnico es la necesidad no solo para especificar el criterio medioambiental, sino también una manera práctica de evaluar los daños (Birtles, 1997).

Categorías de indicadores urbanos:

- Territorio urbano:
  1. Superficie total (km<sup>2</sup>).
  2. Superficie total construida (km<sup>2</sup>). Por uso de terreno [habitacional, industrial y servicios].
  3. Superficie abierta (km<sup>2</sup>): porcentaje de zonas verdes.
  4. Áreas urbanas baldías (km<sup>2</sup>): superficie y porcentaje totales.
  5. Áreas de renovación (km<sup>2</sup>): superficie y porcentajes totales.
- Población urbana:
  1. N° de habitantes en la ciudad.
  2. N° de habitantes en la periferia.
  3. Población por km<sup>2</sup>
  4. Superficie por clase de densidad.
- Movilidad urbana:
  1. Medio de transporte: Número y longitud media de viajes por km/hab y por medio de transporte.
  2. Modos de transporte para ir al trabajo: número de trayecto hacia y desde la periferia y % de la población urbana.
  3. Volumen de tráfico: total y destinos ida/vuelta en vehículos en las principales rutas.
  4. Red de transportes (km): autopistas y vías férreas.

Categorías de flujos urbanos:

1. Consumo de agua por habitante en litros por día.
2. Consumo de energía eléctrica.

Categorías de calidad del medio ambiente urbano:

- Calidad del agua:
  1. Agua potable: número de días año en que la media del agua potable es rebasada.
  2. Calidad de las viviendas: promedio de suelo por vivienda, m<sup>2</sup> por persona.

## 9. LA SOSTENIBILIDAD DEL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLÉS

Siguiendo el análisis que hemos desarrollado a lo largo de los capítulos que preceden a éste, ahora se planteará el objetivo que perseguiremos en este apartado. En consecuencia el objeto del presente capítulo consiste en el estudio de la escala local de los indicadores de desarrollo sostenible dentro de los procesos de transformación del territorio para cada uno de los municipios que constituyen el Vallés Occidental. Este análisis permitirá contextualizar la situación actual de la región.

El estudio que se propone, considera necesariamente parte de las categorías previamente enumeradas en el apartado anterior para su análisis en el marco de los indicadores de sostenibilidad que se insertan en el territorio considerado. Aquí hemos coincidido de cierta manera con los autores, Alberti y Bettini, cuando plantean que los indicadores serán utilizados para definir el grado de sostenibilidad ambiental de un modelo urbano, con base en el Informe Brundland (Alberti, y Bettini, 1996b). El listado que hemos propuesto de indicadores son los más pertinentes para el estudio del modelo de desarrollo

sostenible que hará referencia a las categorías que se expresan en los siguientes Indicadores en: urbanos, flujos urbanos y calidad del medio ambiente urbano.

#### 10. SOBRE EL ÁREA METROPOLITANA DE PUEBLA

De la propuesta nuestra del análisis comparativo del Vallés y Puebla, haremos una descripción pormenorizada de la zona en la cual se aplicará el modelo conforme a los parámetros del desarrollo urbano del Área Metropolitana de Puebla.

Con base en los indicadores anteriores, se tratará de modelizar el área metropolitana de Puebla, por ejemplo: qué tipo de población es la que tiende a concentrarse en el territorio tanto de la periferia como de la zona central, y sobre todo, hacia donde tiende el mismo crecimiento. Por otra parte, cabe mencionar qué se deben tomar en cuenta para la ordenación espacial de la conurbación. Podríamos mencionar las posibles conexiones entre los municipios de la metrópoli; aquí dependerá de sus especificidades inmediatas, desde la aplicación de políticas activas de producción y consumo, pasando por los sectores productivos más dinámicos, hasta llegar a la consolidación de la estructura productiva y se vea reflejada en la ordenación del territorio; y por último qué características debe tener el crecimiento y cómo ha de aprovecharse el uso del suelo.

Con relación a los flujos urbanos, se tomarán en consideración la ubicación de los centros de trabajo. Ya que con base en la estructura del tejido urbano, se estudiarán los desplazamientos de la movilidad urbana de la zona. Dado que en el área metropolitana de Puebla, la movilidad, dentro de otros parámetros de influencia en la conformación de aquel, es la que demanda de mayor infraestructura, servicios

de transporte público, y de mayor integración para disminuir los flujos innecesarios del desplazamiento de residencia-trabajo, así como de la movilidad obligada por estudio. Estos elementos, entre otros, son destacables para explicar el desorden urbano que presenta actualmente la zona conurbada.

En el marco anterior, es necesario prestar atención para la ejecución de mejores prácticas y acciones que conduzcan hacia un ordenamiento del uso del suelo, además, que abarquen medidas consensuadas en la reordenación espacial respetando los usos y costumbres de sus habitantes (características muy propias de la cultura mexicana). Espacios y usos racionales para la agricultura, la industria, el transporte, el desarrollo urbano, los espacios verdes, las reservas y otras necesidades esenciales tanto de la ciudad de Puebla como de sus municipios de su área de influencia, serán las que deben orientar el tipo de crecimiento y de una planificación integrada que tome en cuenta justamente las necesidades del medio ambiente, en suma de una ciudad más sostenible.

En torno a la calidad del medio ambiente, los modelos territoriales que se han aplicado a las conurbaciones latinoamericanas, lejos de resolver las disfunciones del crecimiento irracional, han venido a paliar algunas zonas de crecimiento, pero que con el devenir de los años las contradicciones del modelo de crecimiento anárquico, sin planteamientos reales de sus habitantes, ni de una verdadera planificación, ha redundado en nuevos problemas caóticos que va en detrimento de sus habitantes.

Problemas similares son los que presentan, Granahan, Songsore y Kjellén, en el caso europeo, pero, con especificidades que difieren de las ciudades latinoamericanas, por ejemplo: En el contexto urbano, la afluencia de problemas no es ninguna ambigüedad dañina o benéfica

al ambiente físico. Sin embargo, con los modelos que han existido sobre el desarrollo económico, la afluencia cambia el sitio del desafío medioambiental urbano. Donde uno percibe los peores problemas que puede variar y dependerá si uno se preocupa por problemas muy localizados como el agua de la casa, la higienización y/o la polución aérea interior; problemas a nivel de ciudad: como la polución en el aire, del ambiente, la contaminación del agua, o problemas globales como el calentamiento global y daños a la capa de ozono. Generalmente, los riesgos medioambientales urbanos causados en la mayoría de los enfermos de salud son aquellos encontrados en casas pobres, vecindades y desempleados, principalmente localizados en el Sur.

Los ejemplos más extremos de daño medioambiental, en el ámbito de la ciudad, se encuentran en y alrededor de las megaciudades de ingreso medio y las ciudades industriales de las economías anteriormente planteadas. Es el caso, de los contribuyentes urbanos de las ciudades grandes, tiende a los problemas medioambientales globales, es decir, los que viven preponderantemente en las áreas urbanas del Norte. Si uno mira las ciudades, la historia de ciudades son abundantes, o incluso por los grupos diferentes dentro de una ciudad, es posible discernir los contornos de una transición medioambiental que relaciona a una serie de fenómenos medioambientales. Por lo que es allí donde tiende a ser un cambio espacial debido a los problemas medioambientales, por ejemplo, en el caso de calentamiento global, para no impactar en las futuras generaciones. Estas tendencias solo reflejan disposiciones, políticas, así como la demografía y geografía, que pueden hacer unas condiciones medioambientales diferentes en y entre las ciudades de afluencia (personas, recursos energéticos, transportes, etcétera) comparable (Granahan, Songsore y Kjellén, 1996).

## BIBLIOGRAFÍA

- Agence Européenne de l'Environnement a Developpe (1995), ONU.
- Alberti, M. y V. Bettini (1996b) "Capitolo sesto, Sistemi urbani e indicatori di sostenibilità" en Virginio Bettini *Elementi Di Ecología Urbana*, Ed. EINAUDI, Torino.
- Birtles, A. B. (1997) "Environmental impact evaluation of building and cities for sustainability" en *Evaluation of the built environment for sustainability*, Brandon, P.L. Lombardi; V. Bentivegna. E & Spon, London.
- Franco, N. (1995) "Auditorías ambientales municipales: Eines de gestió locals per assolir ciutats sostenibles i saludables. Congreso Internacional "Tecnología, desarrollo sostenible y Desequilibrios", Terrassa (Barcelona), 14-16 septiembre.
- Girard, F. L. (1997) "Self-sustainable urban development" en *Evaluation of the built environment for sustainability*, Brandon, P.L. Lombardi; V. Bentivegna. E & Spon, London.
- Jiménez, L. M. (1996) "Desarrollo, Sostenible y Economía Ecológica" en *Integración medio ambiente-desarrollo y economía-ecológica*, Ed. Síntesis, Madrid.
- Keil, R. (1995) "World city formation, local politics, and sustainability" en *Local places in the age of the global*, Roger Keil, Verda R. Wekerle, David V. J. Bell. Ed. Block Rose Books, New York.
- Llugany, M. (1999) "Étude de critères de sustentabilité et leurs impacts sur L'Aménagement territorial du parc fluvial du Ripio de Sabadell. Región metropolitana de Barcelone" en *Proyecto de fin de carrera; director del Proyecto: Dr. Pere Alavedra Ribot*, ETSEI, Terrassa, Barcelona.
- McGranahan, G., J. Songsore y M. Kjellén (1996) "Transiciones medioambientales urbanas" en *Sustainability, Poverty Urban Environmental Transitions*. Ed. CEDNC PUGH, London.

- Meca, M. A. (1998) “Estudio de la gestión de los recursos energéticos y su impacto en la ordenación del territorio de la Región Metropolitana de Barcelona, desde el prisma de la Sostenibilidad” en *Proyecto de fin de carrera; director del Proyecto: Dr. Pere Alavedra Ribot*, ETSEI, Terrassa, Barcelona.
- Naredo, J. M. (1999) “Sobre la insostenibilidad de las actuales conurbaciones y el modo de paliarla” en *Ciudades para un futuro más sostenible*.
- Proposta de 50 Indicadors de Sostenibilitat. Xarxa, de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat, Grups de Treball* (1998) Diputació de Barcelona, Àrea de medi Ambient, Barcelona.
- Rueda, S. (1999) “Modelos e indicadores para ciudades más sostenibles” en *Workshop: Indicadores de huella y calidad ambiental urbana. Departament de Medi Ambient, Generalitat de Catalunya*, Barcelona.
- UE (1992) *Cap a un Desenvolupament sostenible; Programa de la Comunitat Europea sobre Política i Acció con relación al Medi Ambient i al desenvolupament sostenible: una proposta de la Comissió de les Comunitats Europees*, març del 1992, Departament de Medi Ambient, Barcelona.
- United Nations (1999) “Sustainable Development” en *Hojas de metodología*. Disponible en <http://www.un.org/esa/sustdev/indisd/spanish/capitu1-32>.
- Alberti, M. (1996a) “Measuring urban sustainability” en *Environmental Impact Assessment Review*, vol.16, núm.4-6, jul-nov.

# 4

## INDICADORES DE LA (IN) SUSTENTABILIDAD URBANA EN LA METRÓPOLI DE TOLUCA

---

FERMÍN CARREÑO MELÉNDEZ  
Universidad Autónoma del Estado de México  
*Centro de Estudios e Investigación en Desarrollo Sustentable*

### 1. NATURALEZA Y SOCIEDAD: UNA RELACIÓN DIALÉCTICA

La naturaleza sólo tiene sentido en cuanto está relacionada con una acción práctica eminentemente humana: (la naturaleza, tomada en forma abstracta, por sí, fijada en la separación del hombre, no es nada por el hombre). Por lo tanto, la relación del hombre y el medio ambiente debe fundamentalmente concebirse como un fenómeno social.

La historia del hombre no puede ser separada de la historia de la naturaleza, más bien, debe verse como un proceso orgánico indisoluble en el cual no hay separación entre naturaleza y sociedad. La historia puede ser considerada desde dos puntos de vista, dividiéndola en historia de la naturaleza e historia de los hombres. Sin embargo, no hay que dividir dos aspectos: mientras existan hombres, la historia de

la naturaleza y la historia de los hombres se condicionan recíprocamente (Marx: 1968).<sup>1</sup>

Lukacs (1960), señala que la naturaleza es una categoría social, esto es, siempre está socialmente condicionando lo que en un determinado estadio del desarrollo social vale como naturaleza, así como la relación de esa naturaleza con el hombre y la forma en la cual éste se enfrente con ella, o, en resolución, la significación de la naturaleza en cuanto a su forma y su contenido, su alcance y su objetividad.

El desarrollo de la sociedad se ha caracterizado por un constante incremento de la capacidad cognoscitiva del hombre y de su poder para actuar sobre la naturaleza. Empero, dicho poder se ha visto enfrentado a un encadenamiento dinámico de fenómenos y situaciones que paulatinamente es más evidente, planteándole nuevas exigencias en cuanto a sus acciones e instrumentos, así como en cuanto a su manera de concebir y conceptuar la realidad. Preservar en un conocimiento «lineal», compuesto de innumerables disciplinas paralelas, no alcanza a cumplir ya sus objetivos científicos ni prácticos. El indispensable proceso de desarrollo supone complementariedades y transformaciones que se dan en universos interdependientes.

La relación hombre-naturaleza es, antes que nada, una relación unitaria que implica una interacción recíproca entre ambas entidades, que aisladas de su dialéctica carece de sentido. No existe un medio ambiente natural independiente del hombre: la naturaleza sufre siempre su acción transformadora y a su vez lo afecta y determina en un proceso dialéctico de acciones e interacciones.

1 Esta afirmación no está incluida en la versión definitiva de la obra. La frase fue tachada por Marx por haber sido desarrollada en el texto. Ella forma parte de la versión MEGA de Berlín de 1932, p. 567. Véase también el apéndice *Textos suprimidos por Marx y Engels*.

La historia del hombre ha sido la búsqueda constante de instrumentos y formas de establecer relaciones con la naturaleza y, a través de este proceso histórico, la ha ido utilizando y adaptando a sus necesidades. Dicha modificación permanente de la naturaleza afecta al mismo tiempo al hombre, originando cambios en sus condiciones de vida y en las relaciones con sus semejantes.

Dentro de este proceso dialéctico de influencias recíprocas, la relación hombre-naturaleza no se da en términos abstractos, sino del hombre en tanto grupo social, parte de un determinado sistema social, en un medio ambiente específico. La relación del hombre con la naturaleza y la transformación que deriva de esta relación es así un fenómeno social. No existe, por lo tanto, una escisión entre sociedad y naturaleza o, mejor dicho, entre sistema social y sistema natural, debiendo éstos ser concebidos como partes de un todo, como dos subsistemas interrelacionados, integrados a un sistema mayor.

Ahora bien, el hombre se enfrenta con la naturaleza en una actitud de transformación y apropiación. De ello derivan dos elementos importantes para explicar el impacto del desarrollo de la sociedad sobre el medio ambiente: su actitud utilitaria y su enfoque parcial, selectivo, de los fenómenos naturales.

De acuerdo con el planteamiento marxista, dicha dominación no debe ser entendida como una actitud expoliadora, predatoria de la naturaleza. No se trata de una explotación irrestricta, sino de un adecuado manejo del sistema natural con vistas a la satisfacción de las necesidades humanas.

...Y así a cada paso que damos se nos recuerda que en modo alguno gobernamos la naturaleza como un conquistador a un pueblo extranjero, como alguien que se encuentra fuera de la naturaleza, sino que nosotros, seres de

carne, hueso y cerebro, pertenecemos a la naturaleza y existimos en su seno, y todo nuestro dominio de ella consiste en el hecho de que poseemos sobre las demás criaturas, la ventaja de aprender sus leyes y aplicarlas en forma correcta (Engels, 1972: 145-146).

A lo largo de la historia, la acción del hombre sobre los procesos naturales se ha ido materializando en lo que podría llamarse un medio ambiente construido, que se superpone al medio ambiente natural: el proceso social-histórico se lleva a cabo en un lugar dado, en un espacio que preexiste a la vida humana y a cualquier sociedad. Se trata del espacio físico, natural o, en su acepción más común, del medio ambiente. Con el devenir histórico se va creando otro espacio que está básicamente determinado por las relaciones humanas y por su modo de organización social. Junto al espacio físico preexistente se construye así un espacio social. Ambos están estrechamente interrelacionados, a tal punto que no es posible distinguir el uno del otro de no mediar un proceso analítico.

Este desarrollo es entendido por Marx y Engels como un proceso de cambio de formaciones sociales a través del desarrollo de las fuerzas productivas.

Podemos distinguir las fuerzas productivas reales y las fuerzas productivas humanas. Unas y otras se forman y modelan en estrecha interdependencia; en efecto, los hombres crean los medios de producción y los métodos técnicos que les permiten utilizarlos, mientras que, al mismo tiempo, las aptitudes humanas se modelan en el proceso de la producción de las cosas y en la utilización de los medios de producción. Marx emplea igualmente el término de «fuerzas productivas materiales» subrayando de esta manera que las fuerzas productivas son expresión de la actitud del hombre con respecto

a la naturaleza, o sea, de la relación entre el hombre y el mundo material que le rodea; igualmente, del carácter activo de esta relación (Lange 1966; 19).

El desarrollo de las fuerzas productivas va modificando las relaciones del hombre con la naturaleza, lo que a su vez modifica el proceso de interacción de la sociedad con la naturaleza. La transformación en el seno de las formaciones sociales resulta de la superación de las contradicciones internas que llevan a la sociedad a adaptarse a una nueva situación. Es aquí donde se muestra la relación hombre-naturaleza como interacción dialéctica.

Esto queda manifiesto en lo que Marx llamó «el modo de producción asiático». Es decir, sociedades que se organizaron en función de las posibilidades de aprovechamiento de un medio ambiente natural específico, generalmente asentadas en cuencas fluviales y estructuradas a base del aprovechamiento de los recursos hidráulicos, con el desarrollo del modo de producción asiático se lleva a cabo el paso de la comunidad arcaica o primitiva a la sociedad de clases. Según Godelier (1969), la comunidad primitiva corresponde a la economía de «ocupación de la naturaleza», y hay un proceso de transición hacia la economía de «transformación de la naturaleza».

La caracterización anterior pone de relieve la importancia que la dimensión ambiental tiene tanto en la organización social del grupo como en su porvenir, al definir una estructura social que va creando nuevos elementos dinámicos en su seno (las clases sociales).

Pero es esencialmente Marx (1988), el que ha vislumbrado la articulación hombre-naturaleza. Para este autor:

...el trabajo es, en primer lugar, un proceso entre el hombre y la naturaleza, un proceso en que el hombre media, regula y controla su metabolismo con

la naturaleza. El hombre se enfrenta a la materia natural misma como un poder natural. Pone en movimiento las fuerzas naturales que pertenecen a su corporeidad, brazos y piernas, cabeza y manos, a fin de apoderarse de los materiales de la naturaleza bajo una forma útil para su propia vida. Al operar por medio de ese movimiento sobre la naturaleza exterior a él y transformarla, transforma a la vez su propia naturaleza. Desarrolla las potencias que dormitaban en ella y sujeta a su señorío el juego de fuerzas de la misma (Marx, 1988: s.p.).

El trabajo, entonces, es el nexo material en donde se reúnen y sintetizan el accionar del hombre con el funcionamiento de la naturaleza. Es una relación fuertemente dinámica, de permanente intercambio e interacción. La sociedad modifica y es modificada, la naturaleza sufre cambios, pero a la vez reacciona transmitiendo esos cambios. “El hombre administra un intercambio de materias con la naturaleza. Asimila lo que la naturaleza le brinda a través de la puesta en juego de sus capacidades corporales, su fuerza y habilidad, su intelecto e imaginación, con herramientas o máquinas, apropiando y transformando materia para convertirla en un objeto útil a sus necesidades”. Esta naturaleza modificada, a su vez, configura un nuevo entorno que actúa sobre el hombre creando nuevas condiciones.

Pero el proceso de trabajo entendido en sus elementos simples, como momento esencial en la articulación sociedad-naturaleza, es característico de cualquier modo de organización de la sociedad humana.

...es una actividad orientada a un fin, el de la producción de valores de uso, apropiación de lo natural para las necesidades humanas, condición general del metabolismo entre el hombre y la naturaleza, eterna condición natural

de la vida humana y por tanto independiente de toda forma de esa vida, y común, por el contrario, a todas sus formas de sociedad (Marx, 1988:223).

Guido P. Galafassi (1993) señala, que esencialmente en los elementos simples que componen el proceso de trabajo (fuerza de trabajo, objeto y medio de trabajo) donde es posible discernir los componentes sociales y humanos que configurarán los diversos escenarios que se construyen en la relación sociedad-ambiente. La naturaleza constituye el objeto de trabajo primario sobre el cual el hombre vuelca su actividad.

La tierra (la cual, económicamente hablando incluye también el agua), en el estado originario en que proporciona al hombre víveres, medios de subsistencia ya listos para el consumo, existe sin intervención de aquél como el objeto general del trabajo humano. Todas las cosas que el trabajo se limita a desligar de su conexión directa con la tierra son objetos de trabajo preexistentes en la naturaleza (Marx, 1988: 216).

El medio de trabajo es aquél elemento que el hombre utiliza en su trabajo para aplicarlo a las cosas que transformará, para ejercer su acción sobre el objeto. Constituye “una cosa o conjunto de cosas que el trabajador interpone entre él y el objeto de trabajo y que le sirve como vehículo de su acción sobre dicho objeto” (op. cit: 217).

La intervención sobre la naturaleza a partir del trabajo reconoce, entonces, a la naturaleza como el objeto sobre el cual se actúa, el recurso natural es apropiado y transformado. Con base en características originarias, el recurso desarrolla sus potencialidades al participar del proceso de transformación al que se ve sometido por el hombre. El recurso aporta sus cualidades naturales y a partir de éstas se explotan y generan las características esenciales que permitirán la satisfacción

de necesidades sociales. El recurso, por lo tanto, se conforma basándose a una escala de valoración social que determina la utilidad o no de cada porción de la naturaleza.

Si para otras especies la lucha por la supervivencia caracteriza su existencia, la humana hace mucho que no tiene más competidora que ella misma, el hombre, buscando superar el nivel de subsistencia, ha ido modificando el medio que le rodea de acuerdo a un parámetro básico: la mejora de la calidad de vida. La humana es la única especie que ha podido modificar a gran escala el medio circundante, configurando su propio ecosistema, el urbano.

La satisfacción de las necesidades humanas, unida a otras connotaciones relativas al control sobre el medio, la lucha por el poder y la búsqueda del conocimiento, ha “justificado” los actuales niveles de desarrollo, así como el camino seguido para llegar a los mismos. La ciudad nace como resultado y símbolo de este proceso, en el que el hombre no sólo ocupa el territorio cercano, sino que extiende su huella, transformando su entorno para proveerse de los insumos necesarios para su expansión. Si bien usualmente se considera este fenómeno únicamente desde las perspectivas demográfica y urbanística, la urbanización también supone una transformación ecológica (Rees y Wackernagel, 1997; Vitousek *et al.*, 1997).<sup>2</sup>

Desde su origen como asentamiento organizado, la ciudad ha sido el foco difusor del desarrollo humano. Pero también, desde este mismo momento se produce una inflexión en la relación de equilibrio hombre-medio existente hasta entonces: Al pasar de una economía

2 La tasa de extinción de especies inducida por el hombre se está acercando a la producida por las grandes catástrofes naturales de finales del Paleozoico y Mesozoico (Rees y Wackernagel, 1997).

de recolección, nómada o de subsistencia, a otra de producción, más estable y próspera, se originan los primeros problemas dentro de la esfera del incipiente medio ambiente urbano.

El hombre preagrícola, por necesidades de subsistencia, ha de dispersarse en el paisaje. La caza y la recolección exigen tal vez un mínimo de cinco kilómetros cuadrados para producir el alimento de una persona. En estas condiciones, y sin el más sencillo de los sistemas de transporte, es tecnológicamente imposible que se formen grandes concentraciones humanas. La revolución agraria modifica esta tendencia. La escasez de los productos silvestres es suplida con una producción propia que permite crecimientos poblacionales sostenidos. Al poder producir más alimentos en una superficie menor, los pobladores comienzan a formar comunidades primitivas. Se deduce que el requisito previo para la urbanización será la “transformación del suelo” (Mumford, 1961:29), y el intercambio de los excedentes de alimentos producidos en la comunidad.

Varios milenios tienen que transcurrir para que la condición definitiva de la urbanización se lleve a cabo, es decir la liberación de parte de la población de las obligaciones de cultivar, alcanzándose lo que se conoce como proceso de civilización. Las primigenias ciudades comienzan aproximadamente en el 6.000-5.000 a.c., aunque hasta el 1.000 a.c. no se encuentran pruebas fehacientes del desarrollo de asentamientos complejos catalogados como ciudades, surgidos en las extensas llanuras aluviales entre el Tigris y el Eufrates.

Gracias a las relaciones comerciales entre las ciudades originales, las crecientes necesidades de consumo local son satisfechas con producción de otros lugares y viceversa. En las ciudades comerciales fenicias y las *polis* griegas, el crecimiento de la población del asentamiento se desliga de las limitaciones derivadas de la explotación de los recur-

sos cercanos, lo cual permite un mayor crecimiento demográfico sostenido. Las necesidades primarias son cubiertas más eficientemente, lo cual permite la especialización productiva y el desarrollo de otras actividades “más urbanas o civilizadas” (comercio, religión, ciencia, filosofía, etcétera). La huella ecológica<sup>3</sup> de los asentamientos empieza a ser superior al ámbito de ocupación de los mismos, sin duda gracias a los avances tecnológicos aplicados al transporte.

## 2. LAS CIUDADES Y SUS CONTRADICCIONES URBANAS

Roma no sólo acuña el concepto pleno de *urbe y civitas*, sino también el de los problemas derivados de la vida urbana (Mumford, 1961). Como señalan las crónicas de la época, el ruido y la densidad de habitantes<sup>4</sup> son ya un problema grave en los *vici* o barrios de las grandes ciudades imperiales, llamadas genéricamente *oppidum* desde la época de Julio Cesar (Wells, 1984), lo que obliga a “huir” a las villas rústicas para re-encontrar la tranquilidad y evitar el sofocante calor de la ciudad. La figura del *Censor* aparece como medida para vigilar las costumbres de los ciudadanos y contabilizar las personas y haciendas objeto de gravamen.

En la Roma ancestral, la contaminación es típicamente encontrada en ciudades preindustriales donde la gente quema madera para vivir y trabajar. Para Horacio y algunos de sus contemporáneos “El humo,

3 El concepto de “huella ecológica” es formulado inicialmente por Rees (1992), refiriéndose al ámbito de incidencia ecológica de un asentamiento en términos de la cantidad de tierra productiva que necesita para su consumo y la asimilación de los residuos generados.

4 En la ciudad existen viviendas pluri-familiares agrupadas en plantas superpuestas llamadas *insulae* con graves problemas de insalubridad, que contrastan con las tradicionales *domus* unifamiliares de una planta (Bettini, 1996).

la riqueza y el ruido" de la ciudad de Roma no representaba ningún encanto. Como residentes de la ciudad más grande de la antigüedad, los romanos estaban conscientes de los problemas de la contaminación del aire, ellos la llamaban *Gravioris caeli* (el paraíso pesado) o *Infamis aer* (El aire infame). Además de la contaminación del aire por la higiene pública de hospitales, acueductos y baños públicos. Similares niveles de higiene pública no fueron retomados hasta muy entrado el siglo 18 (Planeta Vivo, 2005).

Interesante resulta destacar que las civilizaciones europeas que crecieron en torno al Mediterráneo no mostraban mucha preocupación por su entorno natural ni por las consecuencias a largo plazo de la explotación de los recursos, el método empleado por ellos y que en cierta medida heredamos y practicamos hasta nuestros días, es un mejoramiento del intercambio comercial y la conquista de nuevos territorios. Otro enfoque totalmente distinto fue empleado por culturas en China, India y Perú, ellos comprendían las consecuencias de sus acciones sobre el medio ambiente y tomaban medidas para prevenir los efectos negativos, como la erosión mediante el cultivo en terrazas, rotación de cultivos, uso de fertilizantes naturales e inclusive en el caso de los Incas el cultivo de especies vegetales resistentes para la recuperación de suelos afectados por la erosión (Planeta Vivo, 2005).

Para Pirenne (1972), la formación de concentraciones urbanas en el Medievo es resultado del desarrollo de las actividades comerciales e industriales de la incipiente clase urbana, la burguesía. Este hecho conmociona la organización económica del campo, cultivándose cada vez en mayor medida las tierras antes declaradas baldías o forestales. El hecho destacable de la época medieval es el florecimiento de nuevas ciudades en torno a los campos que los señoríos y monasterios destinaban a roturar con una finalidad ya no de subsistencia o tributo, sino

comercial. La atracción de mano de obra agraria, unida a la actividad manufacturera, supone la concentración de población en torno a las ciudades y *burgos* fortificados, generando auténticas crisis ecológicas derivadas de la saturación de la capacidad de acogida urbana.

Las crisis ambientales urbanas del Medioevo son debidas, según Castro (2002), principalmente, a las malas condiciones higiénicas y sanitarias, así como a la defectuosa conservación de los alimentos. En esta época, los frenos naturales de la población (Malthus, 1798), las guerras, epidemias y plagas, someten a grandes altibajos los crecimientos demográficos urbanos. La peste bubónica que azota a Europa durante varios años puede considerarse un problema eminentemente de salud pública urbana. No obstante, en términos agregados todavía no se puede considerar que la actividad humana condicione el equilibrio del ecosistema global. Se trata de situaciones de insustentabilidad local derivadas de factores distintos a los energéticos o ambientales.

Empero, son muchos los episodios en la historia de las ciudades calificables como sostenibles en términos de salud pública (Naredo, 1996a), sobre la base, normalmente, en diseños urbanos bastante meritorios: desde las grandes obras hidráulicas romanas, que permiten el abastecimiento de agua de las grandes superficies agrarias y las ciudades, hasta la cultura medieval árabe, la cual ha dejado numerosos ejemplos en Andalucía, consiguiendo compatibilizar altas densidades de población con calidades higiénicas más que aceptables.<sup>5</sup>

Para Castro (2002), las primeras ciudades del continente se desarrollaron en la región conocida como Mesoamérica, aproximadamente hace dos mil años. Estas regiones estaban densamente pobladas y su

5 Impulsora del saneamiento urbano en sentido moderno, muchos tramos de alcantarillado están en uso hoy en día.

economía era eminentemente agrícola. El surgimiento de estas ciudades estuvo definitivamente vinculado con el florecimiento de grandes culturas clásicas.

Surgieron en este período, básicamente en Mesoamérica, dos modelos de ciudades; el primero surgió en Teotihuacán y representa la ciudad planeada con un criterio monumental pocas veces visto; este modelo se difundió mucho en toda la región centro de Mesoamérica y fue muy fácil reproducirlo por las características planimétricas de la región:

Apoyándose en dos ejes en forma de cruz, sus constructores desarrollaron una cuadrícula que, a la vez que encerraba a las residencias de los grupos directivos, permitía desplazamientos fáciles y el drenaje de las aguas (Hardoy, 1998).

El otro modelo muy difundido en esta región fue el maya, conformado por un centro ceremonial principal al cual se le anexaban otros de menor importancia y, sin ningún orden se agrupaban junto a las viviendas. Este modelo característicamente se adaptaba a la accidentada topografía del terreno, además hay que considerar que es muy difícil encontrar planicies en esta región maya.

Tenochtitlán (capital azteca) y Cuzco (capital inca) fueron sin lugar a dudas las ciudades más importantes en ese período en toda la región. Hardoy (1998), las define como las síntesis urbanísticas de los dos diferentes modelos antes mencionados. La evolución y el crecimiento de estas ciudades estuvieron estrechamente vinculados con la expansión militar y político-económica de ambos imperios.

Es importante resaltar que estas culturas tuvieron grandes limitaciones tecnológicas, que fueron substituidas por la utilización organizada de la mano de obra masiva de la región, a tal punto que hoy en día nos continúa impresionando sus grandes obras civiles y religiosas.

La ciudad de México fue la principal urbe de las colonias iberoamericanas, pero el carácter primario de la economía colonial nunca le permitió superar al resto de las ciudades. Los límites históricos de su magnitud durante el siglo XVIII debido al impulso de la explotación minera y agrícola, que requería de población en las zonas rurales; entonces, se otorga la función de centro administrativo y comercial.

La más importante división del trabajo físico e intelectual es la separación entre la ciudad y el campo. La oposición entre el campo y la ciudad comienza con el tránsito de la barbarie a la civilización, del régimen tribal al Estado, de la localidad a la nación, y se mantiene a lo largo de toda la historia de la civilización hasta llegar a nuestros días (Marx y Engels, 1972).

Con la ciudad aparece la necesidad de crear órganos de administración, de policía, y la creación de los impuestos, entre otros, en una palabra, de la organización política comunal [*des Gemeindwesens*] y, por tanto, de la política en general. Se manifiesta aquí por vez primera la separación de la población en dos grandes clases, basada directamente en la división del trabajo y en los instrumentos de producción. La ciudad es ya obra de la concentración de la población, de los instrumentos de producción, del capital, del disfrute y de las necesidades; al paso que el campo sirve de exponente cabalmente al hecho contrario, al aislamiento y la soledad. La oposición entre la ciudad y el campo sólo puede darse dentro de la propiedad privada. Es la expresión más palmaria del sometimiento del individuo a la división del trabajo, a una determinada actividad que le viene impuesta, sometimiento que convierte a unos en limitados animales urbanos y a otros en limitados animales rústicos, reproduciendo diariamente esta oposición de intereses.

El trabajo vuelve a ser aquí lo fundamental, el poder sobre los individuos, y mientras exista este poder, tiene que existir necesariamente

la propiedad privada. La abolición de la antítesis entre la ciudad y el campo es una de las primeras condiciones para la comunidad, condición que depende, a su vez, de una masa de premisas materiales, que no es posible alcanzar por obra de la simple voluntad, como cualquiera puede percibir a primera vista.

Desde mediados del siglo XX las ciudades absorben los primeros emplazamientos industriales, quedando asfixiadas y produciéndose problemas de relocalización en las mismas. Las industrias, buscando las economías de localización, saltan a la periferia de la ciudad, que acaba finalmente por reabsorberlas dado su rápido crecimiento. Por otra parte, los llamados núcleos-satélite crecen gracias a la cercanía a la ciudad central o a los nodos de transporte, aumentando sus flujos de intercambio. Las grandes industrias contaminantes se localizan ahora al amparo de la economía global en los países menos desarrollados, no sólo económicamente (con mano de obra más barata), sino también en materia de legislación y protección del medio ambiente, por otra parte prácticamente indemne hasta entonces. La huella ecológica urbana salta a otros continentes para el abastecimiento de energía y materias primas.

Las grandes superficies y los polígonos industriales de calidad se sitúan en la periferia no necesariamente cercana. Las ciudades se extienden en el territorio en forma de red jerarquizada, donde existen distintas posibilidades de localización empresarial. Dentro de la vertebración del territorio, las ciudades juegan un papel determinante, sobre todo los grandes espacios metropolitanos, adoptando ciertamente una funcionalidad que condiciona la intensidad de las interrelaciones con otros ámbitos, configurándose los llamados Sistemas de Ciudades.

El territorio es cruzado por vías de transporte masivo que acortan las distancias temporales de forma considerable. La cercanía a los

nodos y a las infraestructuras de comunicaciones eficientes resulta vitales para la competitividad económica. El sector industrial, gracias a las nuevas formas de gestión, basadas en la subcontratación y filiación de la producción, así como la tercerización, hacen necesarias menores cantidades de suelo, pero transformados y de mayor calidad (suelo industrial con cableado de fibra de vidrio), así como una mayor calificación de los empleados.

Desde la década de los cuarenta se presentó en México un proceso de industrialización que se incluye dentro del denominado modelo económico de sustitución de importaciones, el cual ha estado estrechamente ligado con la concentración de la industria en la capital del país, además de los problemas de capitalización del campo mexicano, lo cual ha hecho de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) el principal centro económico y político del país desde la época de la colonia.

Sin embargo, la enorme concentración industrial se articuló con características tales que limitaron la capacidad del sector para absorber grandes cantidades de mano de obra, sobre todo a partir de la década de los sesenta. Con la disminución industrial provocada en la década de los ochenta por la aguda crisis económica (-17%) se puede explicar el hecho de que la creciente población urbana se haya ocupado en el sector terciario, el cual ha absorbido a la mayor parte de la fuerza de trabajo liberada por la descomposición del agro mexicano. Dentro de este contexto, como parte del proceso se fueron generando los problemas de desempleo y subempleo.

La ciudad se convirtió así en el asiento de nuevas actividades productivas, de intercambio y de consumo que generaron nuevos grupos sociales, así mismo repercutió en la expansión o modificación de otras ciudades ya existentes. Nuevos sectores de la clase media aparecieron en el escenario urbano, y al mismo tiempo se extendieron el proletariado

y el semiproletariado. Estos grupos sociales han tenido diferente incidencia en el plano político y en la estructuración del estado, el cual a su vez ha desarrollado una serie de estrategias en cuanto a los procesos industriales y económicos.

### 3. ¿QUÉ ES LA SUSTENTABILIDAD?

Muchas son las definiciones existentes para los términos *desarrollo sostenible*, *sostenibilidad* o *sustentabilidad*. No obstante, la más difundida es la del Informe Brundtland (WCED, 1987): “el desarrollo que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas”. Sin embargo, este enunciado está formulado con demasiada ambigüedad, lo cual por otra parte justifica su gran aceptación y prolífico uso en documentos de muy diversa índole, “muchas veces en sentidos totalmente opuestos al que pudiera parecerlos” (Norgaard, 1988:6), o simplemente como una “frase de moda” de significado espurio (Lelé, 1991:607). El uso de la definición de sustentabilidad del Informe Brundtland centrada en el aspecto de la equidad intergeneracional, plantea importantes problemas metodológicos que obligan a la definición *a priori* de los siguientes hechos: el horizonte temporal, las preferencias de las generaciones futuras (Page, 1991:67), las necesidades básicas a satisfacer y la coherencia interna de sostener un desarrollo que actualmente no es equitativo entre las naciones (Castro, 2002).

En general, para una sociedad, la sustentabilidad, tendría significado si existieran condiciones económicas, ecológicas, territoriales, sociales y políticas, para lograr su funcionamiento en forma armónica en el espacio y en el tiempo. En el tiempo, la armonía debe darse entre la actual generación y las venideras; en el espacio, la armonía debe

darse entre la sociedad con su ambiente, entre mujeres y hombres y, entre los diferentes sectores sociales.

No puede haber sustentabilidad en una sociedad cuando se están destruyendo o terminando los bienes naturales, o cuando la riqueza de un sector se logra a costa de la pobreza de otro, o cuando se explota un territorio para beneficio de otro, o cuando unos grupos reprimen a otros, o con la destrucción de culturas o razas, o cuando el hombre ejerce diversos grados de explotación, violencia y marginación contra la mujer. Tampoco podrá haber sustentabilidad en un mundo que tenga comunidades, países o regiones que no son sustentables. La sustentabilidad debe ser global, regional, local e individual y en los campos ecológico, territorial, económico, social y político.

Frente a la ambigüedad comentada (Castro, 2002), la mayoría de autores separan el término en varios componentes. En este sentido, destaca el esquema de los tres pilares del desarrollo sustentable propuesto por Munasinghe (1993), que distingue entre sustentabilidad medioambiental, económica y social. La primera apunta hacia la conservación de los sistemas soporte de la vida (tanto como fuentes de recursos, como destino o depósito de residuos); la sustentabilidad económica se refiere al mantenimiento del capital económico; la acepción social es definida como el desarrollo del capital social. El impacto en el territorio mejora o no las condiciones del espacio construido. Finalmente, el desarrollo sustentable es el concepto integrador de los tres anteriores.

En tal virtud, definimos a la sustentabilidad como:

...un proceso multidimensional que implica cambios en las estructuras socioeconómicas, ambientales y territoriales; de mejoramiento continuo y equitativo de la calidad de vida, de forma tal, que los recursos se utilicen en el presente para beneficio de la humanidad, sin comprometer las expectativas de la vida futura (Carreño, 2015: s.p.).

Estamos proponiendo que la sustentabilidad sea una perspectiva para que haya desarrollo de la humanidad, no puede haber sustentabilidad cuando se atenta contra la vida y se devasta el territorio y la naturaleza. La Sustentabilidad entonces es para preservar la vida, la humanidad, el territorio y el ambiente pues se encuentran en riesgo de colapsar ante la persistente visión de convertirlas en una mercancía.

La dimensión de esta conceptualización, tiene que ver con la incorporación de elementos de análisis y de enfoques diferentes; el territorio como soporte de las actividades de la humanidad debe ser incorporado al análisis de la sustentabilidad, pues es ahí, donde se materializan, sintetiza o repercuten los procesos de sustentabilidad o insustentabilidad.

Consideramos que las demisiones social y económica no pueden tratarse de manera aislada; deberán integrarse en conjunto, denominado dimensión socioeconómica, para que, con las de ambiente y territorio integren una visión y metodología de análisis de la sustentabilidad tal como lo ilustra la imagen X.

#### 4. INDICADORES

##### *¿Qué son los indicadores?*

El concepto de indicador proviene del verbo latino *indicare*, que significa revelar, señalar. Lo cual, aplicado a la sustentabilidad, se concreta en un conjunto de parámetros especialmente diseñados para obtener información específica, según objetivos predeterminados, de algún aspecto considerado prioritario, de la relación sociedad-entorno natural (Fermán, 2002).

Son muchas las definiciones sobre indicadores existentes, una de ellas es la establecida por la OCDE que considera que un indicador es

un parámetro, o valor derivado de otros parámetros, dirigido a proveer información y describir el estado de un fenómeno con un significado añadido mayor que el directamente asociado a su propio valor. A su vez, este organismo define el concepto de índice como un conjunto agregado o ponderado de parámetros o indicadores.

Los indicadores nos permiten sintetizar información sobre una realidad compleja y cambiante. Quiroga (2004), los indicadores son en sí información selecta y procesada, cuya utilidad ha sido predefinida y su existencia justificada, porque nos permiten hacer un mejor trabajo y evitar consecuencias inaceptables que pueden ocurrir con mayor frecuencia cuando no se puede producir o procesar toda la información pertinente para el caso.

Gallopin (1996 y 2006), define los indicadores como “variables”, es decir, representaciones operativas de un atributo (calidad, característica, propiedad) de un sistema. Los indicadores por tanto son imágenes de un atributo, las cuales son definidas en términos de un procedimiento de medida u observación determinado. Cada variable puede asociarse a una serie de “valores” o estados a través de los cuales se manifiesta. Este autor que hace una revisión extensiva del concepto, identifica el indicador como variable, “una variable es una representación operacional del atributo, un modelo empírico de la realidad, un signo<sup>6</sup> (cualidad, característica, propiedad) de un sistema”.

Un indicador no es más que un signo que ofrece información más allá del dato mismo, permitiendo un conocimiento más comprensivo de la realidad a analizar (calentamiento global). En definitiva, el indicador es una medida de la parte observable de un fenómeno que

6 Gallopin G.C. (1997) *Indicators and their Use: Information for Decision-making a Whilley J. Sustainability Indicators*, Moldan & Bilharz eds.

permite valorar otra porción no observable de dicho fenómeno (Chevalier *et al.*, 1992). Se convierte pues en una variable *proxy* que “indica” determinada información sobre una realidad que no se conoce de forma completa o directa: el nivel de desarrollo, el bienestar, etcétera. Por otra parte, como señala Ott (1978), un indicador puede ser la forma más simple de reducción de una gran cantidad de datos, manteniendo la información esencial para las cuestiones planteadas a los datos. El indicador ha de permitir una lectura sucinta, comprensible y científicamente válida del fenómeno a estudiar (Castro, 2002).

Romo (2004), señala que un indicador es más que una estadística; Es un signo, típicamente medible, que puede reflejar una característica cuantitativa o cualitativa, y que es importante para hacer juicios sobre condiciones de sistema actual, pasado o hacia el futuro. También considera que es una variable que en función del valor que asume en determinado momento, despliega significados que no son aparentes inmediatamente, y que los usuarios decodificarán más allá de lo que muestran directamente porque existe un constructor cultural y de significado social que se asocia al mismo.

En este sentido y de acuerdo con Castro (2002), se define a los indicadores como medidas en el tiempo de las variables de un sistema que nos dan información sobre las tendencias de éste, sobre aspectos concretos que nos interesa analizar. Éstos pueden estar compuestos simplemente por una variable (número de vehículos de un municipio) o por un grupo de ellas, como por ejemplo los metros cuadrados de verde urbano por habitante y también pueden encontrarse interrelacionadas formando índices complejos, como los índices económicos.

En el complejo campo de la sustentabilidad (Quiroga, 2002), un indicador adecuado aplica su conjunto genérico de ideas a este sistema particular, mostrando el nivel efectivo respecto de un conjunto de principios, criterios y metas evocadas en el concepto de sustentabilidad.

Así, los indicadores de sustentabilidad proveen señales que facilitan la evaluación de progreso hacia objetivos que contribuyen a lograr la meta de producir bienestar humano y ecosistémico en forma simultánea, a lo largo del tiempo.

Las tres funciones básicas de los indicadores (OCDE, 1997), son: simplificación, cuantificación y comunicación. Los indicadores han de ser representaciones empíricas de la realidad en las que se reduzcan el número de componentes. Además, han de medir cuantitativamente (al menos establecer una escala) el fenómeno a representar. En la teoría de la medida, el término indicador se refiere a la especificación empírica de conceptos que no pueden ser completamente medidos de forma operativa, como el bienestar o la sostenibilidad.

Por último, el indicador ha de utilizarse para transmitir la información referente al objeto de estudio.

Para Fricker (1998:370), los indicadores sociales, tienen utilidad informativa, predictiva, orientada hacia la resolución de problemas, evaluadora de programas, y definitoria de objetivos.

Los indicadores de la sustentabilidad sirven, entonces, para sintetizar información sobre una realidad compleja y cambiante. Los indicadores son en sí información selecta y procesada, cuya utilidad ha sido predefinida y su existencia justificada, porque permiten hacer un mejor trabajo y evitar consecuencias inaceptables que pueden ocurrir con mayor frecuencia cuando no es posible producir o procesar toda la información pertinente para el caso.

Quiroga (2004:12), señala que con indicadores adecuados, quienes monitorean los procesos pueden adelantar tendencias e intervenir antes de que se produzcan procesos indeseables o irreversibles. Los que implementan políticas pueden objetivar y medir la efectividad de esta, pueden calibrar los instrumentos y programas y refocalizar los esfuerzos en forma oportuna. Y la ciudadanía en general puede compartir la

misma base objetivada de información selecta para interlocutar con el gobierno y el sector privado en igualdad de condiciones, al menos en lo que respecta a la información (Castro, 2002).

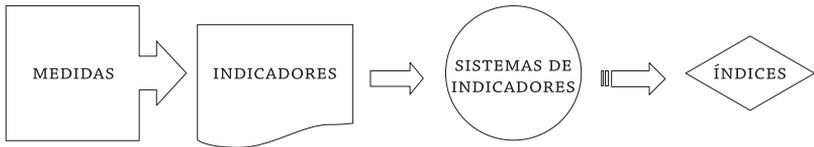
El objetivo de los indicadores señala Rodríguez (2002:8), es proveer una base empírica y numérica para conocer los problemas, calcular el impacto de nuestras actividades en el medio ambiente y para evaluar el desempeño de las Políticas públicas. Los indicadores hacen más sencilla la comunicación, al simplificar fenómenos complejos y traducirlos en términos numéricos. Las mediciones ayudan a los tomadores de decisiones y a la sociedad a definir objetivos y metas. Cuando se les observa a lo largo del tiempo, deben ser capaces de comunicar información específica sobre el progreso e indirectamente evidenciar la eficiencia de los programas y políticas diseñadas para promover la sustentabilidad.

Normalmente, Castro (2002), distingue entre indicadores simples e indicadores complejos, sintéticos o índices (Figura 1). Los primeros hacen referencia a estadísticas no muy elaboradas, obtenidas directamente de la realidad, comúnmente presentadas en forma relativa a la superficie o la población. La información que se infiere de estos indicadores es muy limitada. Los indicadores sintéticos o índices son medidas adimensionales resultado de combinar varios indicadores simples, mediante un sistema de ponderación que jerarquiza los componentes. La información que se obtiene de estos indicadores es mayor, si bien la interpretación de la misma es en muchos casos más difíciles y con ciertas restricciones.

A su vez, dentro de los indicadores pueden también distinguirse los indicadores objetivos, aquellos que son cuantificables de forma exacta o generalizable, de los indicadores subjetivos o cualitativos, que hacen referencia a información basada en percepciones subjetivas de

la realidad pocas veces cuantificables (calidad de vida), pero necesarias para tener un conocimiento más completo de la misma. Por ejemplo, un indicador objetivo es la tasa de alfabetización de la población, mientras que uno subjetivo sería la percepción individual del paisaje urbano (Castro, 2002).

FIGURA 1.  
Proceso de elaboración de índices



Fuente: Elaboración propia.

OCDE (1993), Adriaanse (1993) y Gallopín (1997), sugieren siete principios generales:

- a. Los valores de los indicadores han de ser medibles (o al menos observables).
- b. Los datos han de estar ya disponibles o en su caso, han de poderse obtener mediante mediciones específicas.
- c. La metodología para la recopilación y el procesamiento de los datos, así como para la construcción de indicadores, ha de ser clara, transparente y estandarizada.
- d. Los medios financieros, humanos y técnicos para la construcción y monitorización de los indicadores han de estar disponibles.
- e. Los indicadores han de ser “rentables” o de costo eficiente, relativizándose su costo al objetivo que ha de medir.

- f. Los indicadores han de disfrutar de gran aceptación política en el nivel apropiado para la toma de decisiones.
- g. La participación y el apoyo del público en el uso de los indicadores es fundamental.

De acuerdo con Castro (2002), algunos autores han propuesto criterios de selección de indicadores. En la medición del Medio Ambiente (MMA, 1996), se enumeran los siguientes:

- a. Validez científica: El indicador ha de estar basado en el conocimiento científico del sistema o elementos del mismo descritos, teniendo atributos y significados fundamentados.
- b. Representatividad: La información que posee el indicador debe de ser representativa.
- c. Sensibilidad a los cambios: El indicador debe señalar los cambios de tendencia preferiblemente a corto y medio plazo.
- d. Fiabilidad de los datos: Los datos deben de ser lo más confiables posible, de buena calidad.
- e. Relevancia: El indicador debe proveer información de relevancia para poder determinar objetivos y metas.
- f. Comprensible: El indicador ha de ser simple, claro y de fácil comprensión para los que vayan a hacer uso del mismo.
- g. Predictivo: El indicador ha de proveer señales de alarma previa de futuros cambios en términos como el ecosistema, la salud, la economía, etcétera
- h. Metas: El indicador ideal propone metas a alcanzar, con las que comparar la situación inicial.
- i. Comparabilidad: El indicador debe ser presentado de tal forma que permita comparaciones interterritoriales.

- j. Cobertura Geográfica: El indicador ha de basarse en temas que sean extensibles a escala del nivel territorial de análisis.
- k. Costo-Eficiencia: El indicador ha de ser eficiente en términos de costo de obtención de datos y de uso de la información que aporta.

Carley (1981), señala que los indicadores sociales pueden ser usados básicamente de cuatro maneras:

- a. Como colección de medidas sobre un aspecto parcial de la realidad. Si bien realmente no se trata de indicadores, sino de datos o simples estadísticas. Muchos informes sectoriales se basan en una enumeración de estadísticas, pero sin la finalidad de abarcar todas las dimensiones de la realidad a estudiar. (los informes de situación del medio ambiente urbano suelen apoyarse en una batería de indicadores tales como cantidad de residuos generados al año, consumo diario de agua, de energía, etcétera).
- b. Como instrumento directo para la toma de decisiones. Ciertos indicadores son utilizados *per se* como instrumentos de intervención y gestión, poniendo en relación a los agentes y sus objetivos de política ambiental con la información sobre el estado del medio ambiente urbano por ejemplo. En muchas ciudades para la gestión del tráfico urbano se utilizan con cierta homogeneidad una selección de indicadores intraurbanos referidos a la movilidad, tiempos de parada, ruido, gases emitidos, etcétera
- c. Como parte de un sistema de indicadores con una estructura integrada y racional. Tales sistemas tratan de ofrecer una perspectiva comprehensiva y sistemática de los fenómenos mediante el uso de cierto número de indicadores que cubran

una amplia variedad de importantes actividades humanas. (Un buen ejemplo de rango internacional es la *Global Urban Indicator Database* dentro del programa Hábitat de Naciones Unidas).

Por su parte, Gallopín (1997), propone una clasificación más práctica de las funciones principales de los indicadores: Evaluar las condiciones y tendencias; Comparar entre lugares y situaciones; Evaluar las condiciones y las tendencias en relación a los objetivos y metas; Conseguir información prioritaria de forma rápida; y anticipar las condiciones y tendencias futuras.

Los sistemas de indicadores pueden, según Castro (2002), utilizarse para un amplio abanico de posibilidades. Se pueden resumir en cuatro grandes grupos las utilidades que presentan los mismos:

- a. Modelización. Un sistema de indicadores elaborado de forma rigurosa permite el análisis de los elementos que componen un sistema, junto a los subsistemas derivados y las relaciones entre los elementos, tanto desde un punto de vista estático, como dinámico, analizando la evolución de las variables.
- b. Simulación. A partir del modelo es posible utilizar los indicadores para analizar las variaciones que se producen alterando sólo algunos componentes y manteniendo el resto intacto (*ceteris paribus*). Interesante al analizar realidades que difícilmente se pueden recrear en un laboratorio, como es el caso de las ciencias sociales.
- c. Seguimiento y Control. Establecidos unos valores objetivos o metas, los indicadores permiten cuantificar el grado de consecución de los mismos, así como las causas que llevan a dicha situación.

d. Predicción. Al trabajar con fenómenos que varían en el tiempo es posible, a partir de un sistema fiable de indicadores y las series históricas, aproximarse a la realidad de un futuro más o menos cercano.

Zarzosa (1996), señala que los problemas que pueden plantearse con el uso de indicadores son:

- a. Ambigüedad en cuanto al significado del indicador o disociación entre el indicador y el fenómeno a medir.
- b. Escasez de datos estadísticos.
- c. Heterogeneidad de las fuentes estadísticas.
- d. Dificultad práctica de incluir los indicadores subjetivos o de percepción.
- e. Carácter desagregado de los indicadores sociales, dado que normalmente se refieren a aspectos muy concretos y resulta necesario hacer agregaciones para ganar en significación.
- f. Problema de la escala. En muchas ocasiones, la dimensión espacial del objeto de estudio no coincide con la escala considerada para la toma de decisiones. Esta cuestión resulta un problema central en el análisis de la interacción entre sistemas sociales y ecológicos (Wilson *et al.*, 1999).
- g. Problema de la comparación: comparación temporal y espacial. El seguimiento de un indicador a lo largo del tiempo puede dificultarse por variaciones en la elaboración de los datos estadísticos de base, así como pérdida de representatividad del mismo. Asimismo, no siempre es posible comparar el mismo indicador entre, por ejemplo, ciudades cuya estructura morfológica o evolución son diametralmente opuestas.

La estructura lógica según Castro (2002), en la que se organiza un sistema de indicadores está en función a los objetivos que se plantean con el mismo:

- a. Por temas, medios o sectores. Organizándose los indicadores en base a los temas o problemáticas del medio urbano (residuos, ruido, energía); por medios (aire, agua, suelo); o por sectores (industria, turismo, vivienda).
- b. Estructura causal. Basándose en que las actividades humanas ejercen una presión sobre el medio, el cual registra cambios de estado, y que la sociedad responde para mantener o mejorar la calidad de los recursos naturales.
- c. Estructura espacial o ecosistémica. Agrupándose los indicadores por ámbitos espaciales (barrios, núcleos, áreas metropolitanas) o por ecosistemas (ecosistema urbano).

De entre las innumerables utilidades que ofrece un sistema de indicadores para la dimensión urbana, la principal sin duda es resolver los problemas existentes de información (sobre todo ambiental). Sin embargo, no es suficiente con recoger información sino también es necesario homogeneizar dichas técnicas para compatibilizar los sistemas indicadores de diferentes núcleos urbanos, evitando así, los problemas de comparabilidad espacial y temporal.

## 5. INDICADORES DE (IN)SUSTENTABILIDAD URBANA

Diversas experiencias metodológicas y enfoques han generado modelos no todos coincidentes, sin embargo los intentos por evaluar la sustentabilidad y en especial la urbana, han aportado diversos

indicadores que bien vale la pena revisar a efecto de lograr nuevas perspectivas y aportes a éste paradigma.

Entre las experiencias, encontramos la de diferentes países de Europa y en nuestra América, entre ellas:

*Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)*

En el informe “Medio Ambiente en Europa” (EEA/AEMA, 1995), se incluyen en el apartado urbano, 55 indicadores ambientales agrupados en 16 atributos urbanos y centrados en 3 temas: Diseño urbano, flujos urbanos y calidad ambiental urbana. El conjunto de indicadores se centra en los mayores problemas urbanos en función de la información y datos incluyendo aspectos sociales, económicos de los asentamientos humanos.

CUADRO 1.  
Indicadores propuestos por la AEMA  
INDICADORES PARA EL DISEÑO URBANO

Población urbana	
Población	1. N° de habitantes en la ciudad. 2. N° de habitantes en la conurbación.
Densidad de población	3. Población por km <sup>2</sup> . 4. Áreas por densidades
Suelo Urbano	
Area total	5. Area en km <sup>2</sup> .
Area total construida	6. Área en km <sup>2</sup> . 7. Por usos.

Area abierta

---

- 8. Área en km<sup>2</sup>.
- 9. % Áreas verdes.
- 10. % agua.

Redes de Transporte

---

- 11. Longitud de carreteras en kms.
  - 12. Longitud de railes de tren en kms.
  - 13. % total del área urbana.
- 

Areas abandonadas

Area Total

---

- 14. Area en km<sup>2</sup>.
  - 15. % total del área urbana.
- 

Areas recuperadas urbanas

Área Total

---

- 16. Área en km<sup>2</sup>.
  - 17. % Total del área urbana.
- 

Movilidad urbana

Desplazamientos modales

---

- 18. N° desplazamientos en km. por hab. / modo de transporte/ día.
- 19. Distancia recorrida en km. Por habitante por modo de transporte por día.

Diseño de conmutación

---

- 20. N° de conmutadores de entrada y salida de las conurbaciones.
- 21. % de población urbana.

Volumen de trafico

---

- 22. Total en vehículo/km.
  - 23. *Inflow/outflow* en vehiculos/km.
  - 24. Número de vehículos en las principales rutas.
- 

Fuente: EEA,1995.

INDICADORES DE FLUJO URBANO	
Agua	Consumo de Agua
	25. Consumo por habitante, litros por día.
	26. % de aguas subterránea usada como recurso frente al total.
	Aguas Residuales
	27. % de emisarios conectados a sistemas de depuración.
	28. N° de plantas de tratamiento por tipo de depuración.
Energía	29. Capacidad plantas de tratamiento por tipo de depuración.
	Consumo de energía
	30. Uso de electricidad en Gw/h por año.
	31. Uso de energía por tipo de combustible y sector.
	Plantas de producción de energía
	32. N° de plantas productoras en las conurbaciones.
Materiales y Productos	33. Tipo de plantas productoras en las conurbaciones.
	Transporte de mercancías
	34. Cantidad de mercancías movidas como salida y entrada de la ciudad en kg. Por persona y año.
Residuos	Producción de residuos
	35. Cantidad de RSU recogidos en toneladas por persona y año.
	36. Composición del residuo.
	Reciclaje
	37. % de residuos reciclados por fracción.
	Tratamiento de residuos y deposito
38. N° de incineradoras.	
39. Volumen incinerado.	
40. N° de vertederos.	
41. Volumen recibido por tipo de residuo.	

Fuente: EEA, 1995.

## INDICADORES DE CALIDAD AMBIENTAL URBANA

## Calidad del agua

## Agua potable

42. Días al año que los estándares de agua potable exceden los de OMS.

## Aguas superficiales

43. Concentración de O<sub>2</sub> en las aguas superficiales en p.p.m.

44. N° de días con pH entre 6 y 9.

## Calidad del aire

Periodo largo de SO<sub>2</sub> + TSP

45. Concentraciones medias anuales.

Concentración en periodo corto de O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, PST

46. Exceso sobre los valores guías de OMS de O<sub>3</sub>.

47. Exceso sobre los valores guías de OMS de SO<sub>2</sub>.

48. Exceso sobre los valores guías de OMS de Part. Susp. Totales.

## Calidad Sonora

## Exposición al ruido (hab. Por periodo de tiempo)

49. Exposición superior a 65 dB.

50. Exposición superior a 75 dB.

## Seguridad de tráfico

## Fatalidades y causas de accidentes de tráfico

N° de personas fallecidas en accidente de tráfico cada 10.000 habitantes.

N° de personas heridas en accidente de tráfico cada 10.000 habitantes.

## Calidad de Vivienda

## Superficie edificada por persona

53. m<sup>2</sup> por persona.

---

 Accesibilidad a zonas verdes

---

 Proximidad a áreas verdes urbanas
 

---

 54. % personas que tienen a 15 min.,  
caminando una zona verde urbana.
 

---

Calidad de Vida Salvaje urbana

---

 N° de especies de aves
 

---

 55. N° de especies de aves.
 

---

Fuente: EEA, 1995.

## 6. ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE)

La OCDE/OECD desarrolla un amplio programa de trabajo sobre indicadores ambientales desde principio de los setenta, destacando dos de las últimas publicaciones básicas en este contexto. Una de 1991 sobre la experiencia de la OCDE en los indicadores ambientales y en 1993 sobre integración de indicadores ambientales en políticas sectoriales. La institución (Castro, 2002), deja claro que dichos indicadores no son un conjunto definitivo siendo necesaria una coordinación de las iniciativas de los países miembros para la aplicación y comparación entre países. En principio, los indicadores ambientales son tomados como una herramienta más en la ayuda de toma de decisiones políticas.

En la publicación de 1994 (OCDE, 1994), la lista de indicadores ambientales se completa adoptando la clasificación PER a un total de 72 indicadores que constituyen el conjunto de indicadores medioambientales de la OCDE, donde el medio ambiente urbano juega un importante papel.

CUADRO 2.  
Indicadores de la OCDE

TEMA	PRESIÓN	ESTADO	RESPUESTA
<i>Cambio climático</i>	Índice de emisiones de gases de efecto invernadero. Emisiones de CO <sub>2</sub> .	Concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero. Temperatura media global.	Eficiencia energética. Intensidad energética. Instrumentos económicos y fiscales.
<i>Destrucción De la capa De ozono</i>	Índice de consumo aparente de sustancias que destruyen la capa de ozono. Consumo aparente de CFCs y Halones	Concentraciones atmosféricas de sustancias que destruyen la capa de ozono. Niveles terrestres de radiación UV-B.	Tasa de recuperación de CFC.
<i>Eutrofización</i>	Emisiones de Nitratos y Fosfatos en agua y suelo (balance de nutrientes). Nitratos de fertilizantes y ganadería. Fosfatos de fertilizantes y ganadería.	BOD/DO, concentración de Nitratos y Fosfatos en aguas continentales y marinas.	% de población conectada a plantas de tratamiento de aguas residuales (químicas o agrícolas). % de población conectada a plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas. Tasas por tratamiento de aguas residuales. Cuota detergentes sin fosfatos.
<i>Acidificación</i>	Índice de sustancias acidificantes. Emisiones de SO <sub>x</sub> y NO <sub>x</sub> .	Excedentes de cargas críticas de pH en aguas y suelos. Concentraciones en la lluvia ácida.	% de vehículos con catalizadores. Capacidad de los equipos para la reducción del SO <sub>x</sub> y el NO <sub>x</sub> de las fuentes fijas.

<i>Contaminación tóxica</i>	Emisiones de metales pesados. Emisiones de compuestos orgánicos. Consumo de pesticidas.	Concentración de metales pesados y compuestos orgánicos en ecosistemas y organismos. Concentración de metales pesados en los ríos.	Cambios de contenidos tóxicos en los productos y su producción. Cuota de mercado de gasolina sin plomo.
<i>Calidad del medio urbano</i>	Emisiones urbanas al aire (SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> y partículas en suspensión). Densidad de la circulación (urbana y nacional). Grado de urbanización.	Población expuesta a: Polución del aire. Ruido. Calidad del agua de lluvia en áreas urbanas.	Espacios verdes. Instrumentos económicos, fiscales y regulatorios. Gasto en tratamiento de aguas residuales y reducción del ruido.
<i>Biodiversidad/ Paisaje</i>	Alteración del hábitat y conversión de tierras.	Especies amenazadas en proporción al total de especies conocidas.	% zonas protegidas sobre el total de territorio nacional y por tipo de ecosistema.
<i>Residuos</i>	Generación de residuos: Municipales, Industriales, Nucleares y Peligrosos.	No aplicable	Minimización de residuos. Tasa de reciclaje, Gasto en instrumentos económicos y fiscales.
<i>Recursos naturales R. hídricos R. forestales R. pesqueros Degradación de suelos</i>	Intensidad de uso de recursos hídricos. Capacidad productiva actual de los recursos forestales. Capturas de pescado Riesgos de erosión: tierra agrícola actual y potencial. Cambios en el uso de la tierra.	Frecuencia, duración y extensión de períodos de escasez de agua. Área, volumen y estructura de los bosques. Stocks de pescado para desovar. Pérdidas de suelo.	Precios del agua y tasas por tratamiento de aguas residuales. Gestión y protección de áreas forestales. Cuotas pesqueras. Áreas de suelo rehabilitado.

<i>Indicadores generales</i>	Crecimiento y densidad demográfico/a. Crecimiento del PNB. Gasto final en consumo privado. Producción industrial. Estructura de oferta energética. Volumen de tráfico por carretera. Parque automovilístico. Producción agraria.	No aplicable	Gastos medioambientales. Gasto en control y reducción de la contaminación. Opinión pública.
------------------------------	---	--------------	---

Fuente: Elaboración propia.

Si bien la OCDE, siguiendo a Castro, no desarrolla iniciativas específicas orientadas a la creación de indicadores sintéticos de sostenibilidad, sin embargo, en colaboración con Naciones Unidas y el Banco Mundial realiza distintos *Seminarios sobre Indicadores de Progreso del Desarrollo*, íntimamente ligados por tanto a la sostenibilidad del desarrollo.

La lista de indicadores seleccionados asciende a 21, estando en constante discusión. Estos indicadores (Cuadro 3) son analizados también en otras publicaciones similares como el *Informe sobre el Desarrollo Humano* de Naciones Unidas (UNDP, 1992 y 2000), o los *Indicadores de Desarrollo Mundial* (World Bank, 2000a y 2000b).

CUADRO 3.  
Indicadores Centrales de la OCDE

OBJETIVOS	INDICADORES
<i>Bienestar Económico</i>	
Reducir la extrema pobreza	Incidencia de pobreza extrema: población por debajo de 1\$ diario. Tasa de pobreza. Desigualdad: proporción del quintil más pobre del consumo nacional. Malnutrición infantil.
<i>Desarrollo Social</i>	
Educación primaria universal	Tasa de escolarización primaria. Finalización del 4º grado en educación primaria. Tasa de alfabetización de 15 a 24 años.
Igualdad de género	Tasa de chicas/chicos en la educación primaria y secundaria. Tasa de alfabetización femenina/masculina (15 a 24 años).
Mortalidad Infantil	Tasa de mortalidad infantil. Tasa de mortalidad hasta 5 años.
Mortalidad maternidad	Tasa mortalidad maternal. Nacimientos atendidos por personal cualificado.
Salud	Tasa de anticoncepción. Tasa de contagio de HIV en mujeres embarazadas de 15 a 24 años de edad.
<i>Sostenibilidad Ambiental y Regeneración</i>	
Medio Ambiente	Países con estrategias definidas de desarrollo nacional sostenible. Población con acceso a agua potable. Intensidad de uso de agua potable. Biodiversidad: Área de tierra protegida. Eficiencia energética: PNB por unidad de uso energético. Emisiones de CO <sub>2</sub> .
<i>Indicadores Generales</i>	
	PNB <i>per cápita</i> . Tasa de alfabetización adulta. Tasa de Fertilidad. Esperanza de vida al nacer. Ayuda internacional como % del PIB. Deuda externa como % del PIB. Inversión como % del PIB. Comercio como % del PIB.

Fuente: OCDE, 1998.

## 7. OFICINA DE ESTADÍSTICA DE LA COMISIÓN EUROPEA (EUROSTAT)

El trabajo desarrollado por EUROSTAT en materia de indicadores de sostenibilidad está en estrecha coordinación con la D.G. XI (Medio Ambiente) y XVI (Política Regional). Recientemente ha publicado los primeros resultados obtenidos en materia de indicadores de presión ambiental (EUROSTAT, 2000), dentro del proyecto TEPI (*Toward Environmental Pressure Indicators*). El medio ambiente urbano se incluye entre las áreas de interés, por lo que se plantea la posibilidad de establecer un índice de presión ambiental en las aglomeraciones urbanas como parte del sistema europeo de índices de presión ambiental. El proceso se inició definiendo un grupo de 45 técnicos que realizaron consultas a agencias gubernamentales, ONGs e industrias para obtener el listado de indicadores que focalizarán las acciones urbanas a nivel nacional y europeo. Finalmente, un total de 3000 expertos europeos han sido encuestados para elaborar una lista de indicadores de presión ambiental (Castro, 2002).

La base de trabajo consiste en 60 indicadores de alta prioridad, agrupados en 10 ámbitos de política medioambiental, relacionados con los temas del Quinto Programa de Acción Comunitaria en Materia de Medio Ambiente (CCE, 1992). Estos ámbitos son:

- a. Polución del aire.
- b. Cambio climático.
- c. Pérdida de biodiversidad.
- d. Medio ambiente marino y zonas costeras.
- e. Agujero de la capa de ozono.
- f. Agotamiento de recursos.

- g. Dispersión de sustancias tóxicas.
- h. Medio ambiente urbano.
- i. Residuos
- j. Contaminación del agua y recursos hídricos.

De esos indicadores, aproximadamente un tercio de los mismo han sido producidos con datos actualmente disponibles en EUROSTAT. Otro tercio han sido creados a partir de información procedente de otros institutos internacionales, tales como la Agencia Europea de Medio Ambiente y otros. Los 20 indicadores aproximadamente restantes han sido calculados a partir de cero. Para la construcción de los indicadores de presión en cada tema se usan ponderaciones aceptadas por la amplia comunidad científica y el público en general y propuestas por un sistema de consulta denominado EXTASY (*Expert Topic Assessment System*).

Por otra parte, EUROSTAT (1998), ha desarrollado un proyecto piloto siguiendo la metodología de la Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (UNCSD, 1996). Este estudio considera 46 indicadores basados en estadísticas a nivel nacional para los estados miembros de la Unión Europea. Los indicadores de desarrollo sostenible se han dividido en cuatro grupos (Cuadro 4).

CUADRO 4.  
Indicadores de desarrollo sostenible de EUROSTAT

ÁMBITOS	INDICADORES
Económico	<p>PIB por habitante. Participación de las inversiones en el PIB. Parte del valor añadido industrial en el PIB. Consumo anual de energía por habitante. Consumo de recursos energéticos renovables. Índice de duración de las reservas de energía comprobadas. Gastos en protección del medio ambiente como porcentaje del PIB. Inversión extranjera directa. Ayuda pública al desarrollo como porcentaje del PIB.</p>
Social	<p>Tasa de crecimiento de la Población. Tasa neta de migración. Indicador coyuntural de fecundidad. Tasa de mortalidad infantil. Esperanza de vida al nacer. Participación del gasto nacional total de sanidad en el PIB. Tasa de desempleo. Número de mujeres por cada 100 hombres en la fuerza de trabajo. Salarios medios de las mujeres en comparación con los de los hombres. Densidad de población. Población de las zonas urbanas. Tasa de crecimiento de la población urbana. Superficie habitable por habitante. Consumo por habitante de combustibles fósiles en transportes por carretera.</p>
<i>Ambiental</i>	<p>Consumo de sustancias que reducen la capa de ozono. Emisiones de gases responsables del efecto invernadero. Emisiones de óxidos de azufre. Emisiones de óxidos de nitrógeno. Gastos para la disminución de la contaminación atmosférica. Consumo de agua por habitante. Tratamiento de aguas contaminadas. Disminución anual de aguas subterráneas y superficiales. Superficie cultivable por habitante. Cambio de utilización de los suelos. Utilización de energía en la agricultura. Utilización de abonos. Residuos sólidos o urbanos.</p>

Gastos en gestión de residuos  
 Índice de reciclado y reutilización de residuos.  
 Evolución de la superficie forestal.  
 Intensidad de explotación forestal.  
 Mantenimiento de bosques (%).  
 Especies amenazadas en porcentaje del total de especies nativas.  
 Superficies protegidas en porcentaje de la superficie total.

---

*Institucional* Gasto en I+D en porcentaje del PIB.  
 Líneas telefónicas principales por cada 100 habitantes.

---

Fuente: OCDE, 1998.

## 8. LA EXPERIENCIA DE AMÉRICA

### *México*

De acuerdo con Quiroga (2001), el desarrollo de los indicadores de sostenibilidad partió de la creación de la Secretaría de Medio Ambiente, Recurso Naturales y Pesca en 1994, en colaboración con el Instituto Nacional de Ecología que es un Órgano Desconcentrado de la Secretaría, habiéndose trabajado tanto la línea ambiental como la de desarrollo sostenible.

El esquema seguido fue el propuesto por la OCDE de Presión-Estado-Respuesta, y desarrollaron un sistema de Indicadores para evaluar el desempeño de la política ambiental.

En colaboración con la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) y en el marco del Programa Frontera XXI (establecido para atender de manera bi-nacional los asuntos ambientales fronterizos de los dos países), desarrollaron también un sistema de indicadores ambientales para la región fronteriza.

Siguiendo a Quiroga (2001), el reporte del taller internacional de IDS de la CDS realizado en Barbados (diciembre de 1999), México ha

logrado elaborar 113 de los 134 indicadores propuestos por el CDS. De estos 113 indicadores, 39 se clasifican en el marco PER como de presión, 43 son de estado y 31 son de respuesta. Del total, 97 fueron elaborados de acuerdo a las hojas metodológicas propuestas por CDS, y otros 16 son de carácter alternativo. Por categorías temáticas, la capacidad general de elaboración es mayor en los temas institucionales, social y económico, lo que se explica porque para muchos de ellos la información básica o el propio indicador se producía hace tiempo en México. Los indicadores ambientales, en cambio, son de desarrollo reciente y su disponibilidad, así como la de información básica ambiental, es menor. El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y el Instituto Nacional de Ecología (INE), publicaron en julio de 2000 (libro y sitio web), una selección de los anteriormente descritos Indicadores de Desarrollo Sostenible de México.

Los objetivos de estos IDS son, en primer lugar, proporcionar un conjunto de indicadores que contribuyan al conocimiento de la problemática de sostenibilidad y al diseño de estrategias y políticas en esta materia en dicho país, y en segundo lugar, sentar las bases metodológicas que permitan continuar el trabajo de elaboración y actualización de dichos indicadores (Quiroga, 2001).

CUADRO 5.  
Indicadores de Desarrollo Sostenible en México

INDICADOR	P-E-R	CATEGORÍA
Relación entre salarios medios de hombres y mujeres	Presión	Social
Tasa Neta de Matrícula Escolar en Primaria	Presión	Social
Niños que alcanzan el quinto grado de primaria	Estado	Social
Esperanza de vida escolar	Estado	Social

INDICADORES DE LA SUSTENTABILIDAD

Porcentaje del PIB destinado a educación	Respuesta	Social
Esperanza de vida al nacer	Estado	Social
Peso suficiente al nacer	Estado	Social
Tasa de mortalidad materna	Estado	Social
Tasa de Crecimiento de la Población Urbana	Presión	Social
Consumo de Combustible Fósil por habitante en vehículos motor	Presión	Social
Pérdidas Humanas y Económicas debidas a Desastres Naturales	Presión	Social
Porcentaje de Población que vive en zonas urbanas	Estado	Social
Producto interno neto ajustado ambientalmente por habitante	Estado	Económica
Consumo anual de energía por habitante	Presión	Económica
Participación de las industrias intensivas en RRNN no renovables en valor agregado manufacturero	Presión	Económica
Reservas probadas de fuentes energéticas fósiles	Estado	Económica
Duración de las reservas probadas de energía	Estado	Económica
Participación del consumo de recursos energéticos renovables sobre consumo final energético	Estado	Económica
Gasto en protección ambiental como % del PIB	Respuesta	Económica
Participación de Bienes de Capital Ambientalmente limpios en la importación total de bienes de capital	Estado	Económica
Estrategias de Desarrollo Sostenible (en desarrollo)	Respuesta	Institucional
Programa de Cuentas Económicas y Ecológicas Integradas (ed.)	Respuesta	Institucional
Evaluación por mandato legal del impacto ambiental (ed.)	Respuesta	Institucional
Consejos Nacionales para el Desarrollo Sostenible (ed.)	Respuesta	Institucional

Científicos e Ingenieros en investigación y desarrollo experimental por millón de habitantes	Respuesta	Institucional
Gasto en Investigación y Desarrollo experimental como % del PIB	Respuesta	Institucional
Extracción Anual de agua subterránea y superficial	Presión	Ambiental
Consumo doméstico de agua por habitante	Presión	Ambiental
Concentración coliformes fecales en agua dulce	Estado	Ambiental
Demanda Bioquímica de Oxígeno en cuerpos de agua	Estado	Ambiental
Crecimiento de Población en Areas costeras	Presión	Ambiental
Cambios en el uso del suelo	Presión	Ambiental
Cambios en la condición de las tierras	Respuesta	Ambiental
Índice nacional de precipitación Pluvial Mensual	Estado	Ambiental
Tierras afectadas por desertificación	Estado	Ambiental
Uso de Pesticidas Agrícolas	Presión	Ambiental
Uso de Fertilizantes	Presión	Ambiental

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática: Indicadores de Desarrollo Sostenible en México, 2000.

### *Costa Rica*

Para Quiroga (2001), en términos de preocupación ambiental, en un primer momento, Costa Rica como país líder en Centroamérica generó un proceso de construcción de indicadores de sostenibilidad ambiental a nivel nacional, con apoyo del Banco Mundial y otros organismos internacionales, a efecto de conformar un Sistema de Indicadores de Desarrollo Sostenible (SIDES). La base de datos generada por este proceso y su posterior divulgación, ha permitido producir una serie de talleres de verificación, selección y validación.

Hasta hace poco tiempo, desarrollaban un Sistema de Indicadores sobre Desarrollo Sostenible, aunque los que estaban disponibles en 1997 se refiere a 13 rubros; corresponden más bien a indicadores de tipo ambiental, tales como:

- a. Uso de tierras
- b. Uso de agroquímicos
- c. Áreas protegidas y biodiversidad
- d. Recursos forestales
- e. Recursos costeros
- f. Recursos hídricos
- g. Contaminación
- h. Desechos sólidos
- i. Energía
- j. Ecoturismo
- k. Fenómenos climatológicos y desastres naturales.

CUADRO 6.  
Indicadores del Sistema Sides, Costa Rica

GRUPO	SUBGRUPO	INDICADORES
<i>Variables e Indicadores Ambientales</i>	01. Uso de la tierra	Capacidad del uso del suelo en Costa Rica por región: 1992 Cobertura de la tierra según categoría de uso (en hectáreas): 1979, 1992 Cambio en el uso de la tierra entre 1979 y 1992 Conflicto de uso de la tierra por regiones según uso adecuado, subuso y sobreuso (en hectáreas): 1990 y 1992 Área dedicada a las principales actividades agrícolas en Costa Rica: 1990-1998 (página 1/2)
	02. Agroquímicos	...
	03. Urbanización	...

04. Biodiversidad y áreas	...
Protegidas	
05. Recursos forestales e implementación	...
Conjunta	
06. Recursos hídricos	...
07. Recursos marinos	...
Costeros	
08. Contaminación del Agua	...
09. Contaminación del Aire	...
10. Desechos sólidos	Disposición final de desechos sólidos en las viviendas: 1989, 1992, 1994, 1997 Cantidad de desechos sólidos recolectados en el Área Metropolitana que ingresan al relleno de Río Azul: 1980-1999 Cantidad de desechos sólidos recolectados por las 12 Municipalidades restantes del Área Metropolitana que ingresan al relleno de Río Azul: 1980-1999 Producción promedio <i>per cápita</i> de desechos sólidos en el Cantón Central de San José y tasa anual de crecimiento: 1978-1999
11. Energía	...
12. Turismo	...
13. Fenómeno y aspectos climáticos	...
14. Desastres naturales	...

Fuente: Sitio web SIDES, Costa Rica.

## 9. INDICADORES DE SEATTLE SOSTENIBLE (EE.UU.)

Uno de las iniciativas (Castro, 2002), que ha tenido una mayor repercusión mundial al ser precursor de todo un proceso en la toma de decisiones de indicadores, fue la del Foro Cívico y de Voluntarios de "Seattle Sostenible", fundado en 1991, con el deseo de aumentar la vitalidad cultural, económica, ambiental y social de la ciudad. Lo primero fue desarrollar un set de indicadores ad hoc para la Comunidad de Seattle mediante un proceso participativo y con expertos.

Como resultado se seleccionaron 99 indicadores iniciales y posteriormente en el proceso de selección definitiva, este conjunto se redujo a 40 indicadores (Cuadro 7). Posteriormente se elaboró una estrategia de actuación que esta en funcionamiento y revisión permanente (Sustainable Seattle, 1995).

Castro (2002), Señala que a raíz de esta iniciativa han surgido sobre todo en Estados Unidos (Pasadena, Jacksonville, San Francisco, Berkeley, etcétera), Canadá (Hamilton-Wentworth, British Columbia,<sup>7</sup> Vancouver, Alberta, etcétera) y Australia (Halifax ecocity en Adelaide) un sin fin de propuestas de indicadores de sostenibilidad,<sup>8</sup> cuya principal finalidad es la "orientación hacia la toma de decisiones" (dando una mayor importancia a la faceta social de estos indicadores, en detrimento de la meramente económica o medioambiental), más que otros fines como el análisis descriptivo, la previsión o el científico.

7 Véase el análisis de esta experiencia sobre la cuenca del río Fraser en Gustavson *et al.* (1999).

8 Como guía de estos análisis realizados en Estados Unidos, Canadá y Australia pueden consultarse respectivamente las siguientes publicaciones: *President's Council on Sustainable Development* (1997), *Alberta Round Table on Environment and Economy Secretariat* (1994) y Maclaren (1996).

Si bien estos indicadores no se pueden comparar entre ciudades, sí permiten el análisis de la evolución temporal hacia los objetivos concretos seleccionados por la ciudad como de “sostenibles”.

No obstante se han producido intentos de normalizar estas propuestas, entre los que destaca el trabajo realizado por Hart (1995), que selecciona una lista de más de 500 indicadores.

CUADRO 7.  
Indicadores de Seattle sostenible

MEDIO AMBIENTE
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salmones salvajes que circulan a lo largo de los canales locales</li> <li>• Biodiversidad en la región</li> <li>• Número de días con buena calidad del aire por año</li> <li>• Cantidad de suelo útil perdido</li> <li>• Acres de zonas húmedas que quedan</li> <li>• Porcentaje de calles puesta peatonales</li> </ul>
POBLACION Y RECURSOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Población total y ratio de crecimiento anual</li> <li>• Galones de agua consumida por persona</li> <li>• Toneladas de residuos sólidos generados y reciclados por persona y año</li> <li>• Millas recorridas en coche por persona y consumo de gasolina por persona</li> <li>• Energía renovable y no renovable consumida por persona.</li> <li>• Acres de tierra por persona y uso de ésta (residencial, comercial, espacios abiertos, transportes...)</li> <li>• Cantidad de alimentos exportados e importados</li> <li>• Uso de salas de urgencia por casos de no emergencia</li> </ul>
ECONOMIA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de empleos concentrados en los 10 empleos más comunes de la ciudad</li> <li>• Horas de empleo pagadas en sueldos para el soporte de necesidades básicas</li> <li>• Desempleo real, incluidos trabajadores infrautilizados, por diferenciación étnica y de edad</li> <li>• Media de la tasa de ahorro por familia</li> <li>• Dependencia en fuentes locales o renovables en la economía</li> <li>• Porcentaje de niños que viven en la pobreza</li> <li>• Gasto sanitarios por persona</li> </ul>

---

CULTURA Y SOCIEDAD

---

- Porcentaje de recién nacidos con bajo peso por etnias
- Diversidad étnica del profesorado en letras para enseñanza primaria y secundaria
- Porcentaje de padres y tutores que están involucrados en actividades extra-escolares
- Ratio de delincuencia juvenil
- Porcentaje de jóvenes que participan en algún servicio comunitario
- Porcentaje de estudiantes que se gradúan por etnia, genero y nivel económico
- Porcentaje de población que votan en las elecciones locales
- Ratio de adultos con capacidad de leer y escribir
- Cantidad de vecinos que conocen a los responsables del proyecto por su nombre
- Tratamiento equitativo en el sistema de justicia
- Ratio de gasto de dinero en prevención, tratamientos de alcohol y droga
- Porcentaje de población con jardines
- Ratio de uso de bibliotecas y centros de la comunidad
- Participación pública en temas de cultura
- Porcentaje de adultos voluntarios en servicios de la comunidad
- Sentido individual del bienestar

---

Fuente: Sustainable Seattle, 1995.

## 10. SISTEMA DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DE CANADÁ

En Canadá se establecieron cuatro grandes temas que incluyeron 29 indicadores, agrupados en varios subtemas, los cuales muestran diferencias con los indicadores señalados en otros países.

Incorporan cuatro grandes temas; sistema de soporte ecológico, salud y bienestar humano, sostenibilidad de los recursos naturales y factores incluyentes continuos

Estos, están más bien referidos al análisis en conjunto y no en especial para las ciudades tal como lo podemos observar en el Cuadro 8.

CUADRO 8.  
Indicadores de Canadá

TEMA	SUBTEMA	INDICADORES DESARROLLADOS
Sistemas de soporte ecológico	Agotamiento ozono estratosférico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nueva oferta de ODS POR año</li> <li>• Concentraciones de CFC-11 y CFC-12</li> <li>• Niveles anuales de o<sub>3</sub></li> </ul>
	Cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones de CO<sub>2</sub> del uso de combustibles fósiles</li> <li>• Concentración atmosférica de GEI</li> <li>• Variación de la temperatura en Canadá</li> </ul>
	Contaminantes tóxicos en el ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niveles de contaminación en Huevos</li> <li>• Cormorant (double-crested) por organoclorados persistentes DDE.* / y PCBs.**/)</li> <li>• Niveles de contaminación en Huevos de</li> <li>• Cormorant (doble-crested), dioxinas y furanos</li> </ul>
	Cambio en biodiversidad	
	Ecosistemas marinos	
Salud y bienestar humano	Calidad del aire urbano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niveles promedio de contaminantes del aire en ciudades Canadienses</li> <li>• Número de horas de ozono troposférico que exceden objetivo</li> <li>• Nivel de partículas en suspensión en ciudades de Canadá</li> <li>• Toxinas en el aire de Canadá: benceno</li> </ul>

INDICADORES DE LA SUSTENTABILIDAD

	Agua urbana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso diario de agua municipal</li> <li>• Población municipal con acceso tratamiento de agua</li> <li>• Uso residencial de agua contador</li> </ul>
	Calidad agua dulce	
	Espacios verdes urbanos	
Sostenibilidad de recursos naturales	Sustentando los bosques de Canadá	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tendencias de perturbaciones naturales</li> <li>• Niveles de cosecha de madera</li> <li>• Valor económico de la cosecha</li> <li>• Regeneración tras cosecha</li> </ul>
	Sustentando los recursos marinos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abundancia de Arenque del Pacífico</li> <li>• (Arenque)</li> <li>• Captura comercial de Arenque del Pacífico</li> <li>• Valor Económico de Arenque del Pacífico</li> </ul>
	Recursos agrícolas	
Factores influyentes continuos (pervasive)	Transporte de pasajeros en Canadá	
	Consumo de energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como viajan los Canadienses</li> <li>• Uso combustibles fósiles por automóviles</li> <li>• Eficiencia combustible de nuevos automóviles</li> <li>• Tráfico urbano y uso del automóvil</li> </ul>
	Crecimiento de población y Patrones de estilos de vida	
	Generación de residuos sólidos y Peligrosos	

Fuente: Sintetizado de la información disponible en el sitio web de Canadá. Traducción propia.

\* / DDE = Difenil Dicloro Etano. \*\* / PCBs = Bifenilo Policlorado.

A manera de una primer conclusión, podríamos decir que se derivan dos grupos de reflexiones. Por un lado, los aspectos básicos al enfoque de los indicadores y en particular los indicadores ambientales, mientras que otras cuestiones se centran específicamente en los indicadores de desarrollo sustentable

En el primer bloque de ideas, destacan aquellas orientadas a identificar el concepto de indicador y los requisitos que ha de cumplir una medida para ser considerada buen indicador. La diferencia entre indicador e índice resulta asimismo importante, pues este trabajo concluye con la elaboración de una serie de medidas sintéticas o índices de desarrollo sostenible urbano.

En relación a los indicadores ecológicos y de sostenibilidad, destacan las aportaciones que desde organismos internacionales como la Unión Europea, la OCDE y sobre todo Naciones Unidas, se han realizado en este sentido. De nuevo dentro del enfoque de los indicadores de sostenibilidad, se aprecia una gran heterogeneidad, distinguiéndose no obstante la siguiente clasificación: indicadores físicos, centrados en la representación en términos físicos de los efectos que sobre el medio tienen las actividades humanas; indicadores denominados “integrales”, al conjugar junto a los anteriores, aquellos aspectos referidos a las cuestiones socioeconómicas y los indicadores perceptivos.

Un aspecto importante es la definición de los valores de referencia sobre los que hay que evaluar, en términos de distancias, los indicadores de sustentabilidad. Al respecto, se puede concluir que no existe un consenso metodológico, si bien se puede definir que los sistemas de referencia suelen utilizar valores máximos o mínimos, valores *target* u objetivo y valores críticos o umbrales de referencia. Tradicionalmente se ha concedido excesivo énfasis a la hora de elegir el mejor método de referenciación, sin embargo, en análisis realizados en esta materia

indican que, de cara a su utilización en la evaluación de políticas hacia la sustentabilidad, se obtienen resultados muy similares y por tanto complementarios.

En la última zona metropolitana se describe una gama de metodologías internacionales denominadas genéricamente indicadores medioambientales, ecológicos y de desarrollo sostenible, aplicados a la esfera urbana. No obstante, su finalidad no es la medición directa de la sostenibilidad urbana, sino la cuantificación de ciertos efectos y componentes de la misma, así como una aproximación más cercana a la toma de decisiones. En este sentido, se coincide con la idea de Boisvert *et al.* (1998:111), que señalan que “ni los indicadores ecológicos ni los indicadores ambientales de la OCDE fueron originalmente diseñados con referencia al desarrollo sostenible”.

Estos indicadores no ofrecen valores guía o de referencia hacia el desarrollo sustentable, sino que ayudan simplemente a mejorar la información ambiental y el conocimiento de las interrelaciones entre ecosistemas naturales y artificiales, hecho básico para poder implementar una política coherente hacia el desarrollo sostenible urbano.

## 11. EL CONTEXTO DE LA METROPLIZACIÓN DE TOLUCA

La evolución del sistema capitalista, basado en una racionalidad económica sustentada en la acumulación de capital y la maximización de la ganancia a corto plazo, ha llevado a una degradación ambiental sin precedente, pues ha adquirido carácter global en varios sentidos primeramente, porque prácticamente no existe ningún ecosistema sobre el cual no se ha ejercido, de una forma u otra, el sistema de producción capitalista y porque la degradación ha entrado en procesos de carácter global. Esto es, que afectan al planeta en su totalidad, como los fenó-

menos del calentamiento de la atmósfera, el enrarecimiento de la capa de ozono, la lluvia ácida, la desertificación y la pérdida de biodiversidad, siendo este último de carácter irreversible, y la trascendencia de los otros aún no ha sido completamente evaluada. Trágicamente ligada a estos procesos también se encuentra la irreversible pérdida de la diversidad cultural, ya que el sistema capitalista tiende a homogeneizar sus formas de relaciones de producción que a su vez destruyen los sistemas culturales tradicionales, que generalmente eran la base de sistemas de producción más sustentables.

El papel de las metrópolis se ha incrementado en sus respectivos contextos nacionales por el rol nacional y sobre todo, principalmente por el grado de relación con el exterior, fenómeno catalogado como tendencia generalizada en desarrollos diferenciados. En esa situación, se identifican dos ejes analíticos, el relativo a la competitividad económica y política y el de la transformación territorial.

Retomando la revisión que De Mattos (1998), realiza de otros estudiosos, de Francia, Inglaterra y Japón, que “la metropolización de la economía se afirma como tendencia principal del decenio” (los ochenta). Para Estados Unidos, se observa que “dentro de todas las regiones, la tendencia ha sido siempre las mayores aglomeraciones metropolitanas”. Esto es así, diría el autor, porque “la situación inicial de cada territorio, configurada por la consolidación de atributos... juega un papel decisivo en la distribución territorial –tanto en el plano internacional como en el interior de cada espacio nacional- de las actividades productivas y, por ende, de los respectivos mercados de trabajo (De Mattos, 1998).

Los parámetros de jerarquización dentro del mismo sistema global de ciudades, están dados por el poder económico donde existen emplazamientos metropolitanos ya consolidados. No obstante, es

importante reconocer que está ocurriendo una relocalización de las funciones económicas, donde el capitalismo mundial muestra tendencias hacia una fase de regionalización intensificadas; las pautas de dinámica espacial que dan forma a una ciudad global –o a su jerarquía– pueden estar dadas por políticas exógenas, por reestructuración económica, por competencia entre ciudades o, por competitividad. Sin embargo, el peso de las empresas y de las elites políticas tienen una mayor importancia en el futuro de la ciudad global (Friedmann, 1997).

De igual manera Boisier (1997), reconoce que existen elementos internos y externos que modifican el espacio urbano-regional; empero, reconoce al crecimiento económico –que tiende a ser globalmente determinado y el cual se logra a partir de la acumulación en un territorio de capital físico o inversores y acumulación técnica– como elemento formador de las estructuras espaciales dentro del contexto neoliberal vigente.

Señala Coraggio (1977), que, a las grandes metrópolis les corresponde –por su carácter histórico privilegiado– el rumbo de la acumulación del capital, de la acumulación del poder político y de la reproducción de la vida humana.

Por su parte, Castells (2000), al hablar del nuevo papel y de las transformaciones de las ciudades, primero, sostiene que las actividades económicas dominantes están articuladas en torno a dos sistemas de globalización económica: la globalización de los mercados financieros interconectados, en todas partes, por medios electrónicos y, por otro lado, articuladas a la organización a nivel planetario de la producción de bienes y servicios y de la gestión de estos bienes y servicios. Enfatiza además, que la internacionalización del comercio es, en realidad, una función de la internacionalización de la producción, o sea, más que exportar lo que se está haciendo es producir

internacionalmente. Tal funcionamiento complejo es lo que se denomina nueva economía.

De las reflexiones anteriores se puede derivar la persistencia del sistema productivo, ahora internacional y plenamente concentrado o metropolitano, pues se identifican relaciones de redes, de interacciones mercantiles, de funciones de producción y de gestión entre ciudades abiertas. La estructura económica que presenta la nueva fase de acumulación se rige por la naturaleza del mercado internacionalizado.

Las zonas metropolitanas, en esta etapa histórica, albergan al sistema productivo internacional, se constituye con redes de interacciones mercantiles, desempeñan funciones de producción y de gestión entre sectores externos.

Así surge un aspecto importante; la escala o referente espacial de comprensión. Al respecto Lindón, detecta la existencia de una concepción dinámica de las escalas territoriales, según la cual un mismo fenómeno espacial toma formas diferentes, ya sea que articule una región, sin la necesidad de la continuidad territorial, que dan lugar a “nuevas configuraciones regionales”.

Un primer giro en la concepción geográfica urbana es que el sistema urbano mundial es una red de ciudades, donde las ciudades globales son “...una red de nodos urbanos de distinto nivel y con funciones distintas que se extiende por todo el planeta y que funciona como centro nervioso de la nueva economía, en un sistema interactivo de geometría variable... el sistema global es una red, no una pirámide...” (Castells, 2000). Entonces, se entiende que todas las ciudades que intercalen de alguna manera con la red global, independientemente de la jerarquía que ocupen, son globales.

En el nivel regional-nacional de la ciudad, hacia finales de los años setenta Garza sostenía que en la región centro del país parecía nacer

la megalópolis mexicana, formada por la unión de las áreas metropolitanas de la Ciudad de México y de Toluca, fundamentalmente por relaciones funcionales, conurbación y suburbanización entre las delegaciones de Miguel Hidalgo y Cuajimalpa en el municipio de Lerma se daba la relación megalopolitana. Después del indiscutido peso relativo que mantiene la ciudad capital en todos los órdenes de la vida nacional, a 20 años de continua expansión urbana, en un trabajo reciente, sostiene que ésta sigue en formación.

Hacia finales del año 2000, comenta Garza, la megalópolis se encuentra en una etapa inicial de formación, pues continuará su evolución durante el siglo XXI, y aún después, siendo en la actualidad el núcleo central del subsistema urbano que gira en torno a la capital del país. Hacia mediados del siglo se constituirá en el gran conglomerado demográfico y económico. En dicho fenómeno de la configuración urbana, la región metropolitana de Toluca, en la actualidad, se encuentra plenamente integrada, aún más, que ésta ha demostrado su consolidación metropolitana a nivel nacional (Garza, 2000).

En suma, podemos decir que existe integración de la zona metropolitana oriente con la parte central de la entidad, por una diversidad de relaciones administrativas, políticas y ahora renovadas relaciones económicas soportadas por las vías, carreteras y autopistas que se convierten en el elemento de conectividad tanto en términos de comunicación como por ser portadoras de competitividad productiva internacional.

La ciudad de Toluca, ya sea que se refiera a su área o a su región, enfrenta un dinamismo económico, demográfico en la configuración física. En el contexto de la economía su integración funcional a la ciudad de México, parece registrar enlaces globalizados, que se posiciona en la competencia internacional y ello incrementa el papel funcional

megalopolitano. De manera simultánea configura la estructura urbana desde la competitividad; la estrategia del consumo; las transformaciones de los usos comerciales del suelo, entre otros procesos que impactan su escala de inserción local y global.

### *El enfoque ambiental*

La Ecología Política considera a la dimensión ambiental estratégica para el desarrollo porque la lógica de aprovechamiento no destructivo del medio ambiente transforma la naturaleza para crear un entorno humano mediante los elementos estructurales del conocimiento y producción primaria, este proceso de interrelación sociedad naturaleza mantiene la base material del funcionamiento de la ciudad, en contraste con el desarrollo económico cuya base es la recuperación de ingreso (Polese, 1998).

Por lo tanto, de acuerdo con Robledo (1990), el desarrollo alternativo que integra la dimensión ambiental enfatiza con estrategia regional los objetivos enfocados a la eficiencia ambiental de la ciudad y al replanteamiento de la conservación social de la naturaleza como parte de las funciones básicas del habitante urbano, entre las que se encuentran las siguientes:

- a. La preservación del suelo, energía biodiversidad y culturas locales.
- b. La promoción de la autosuficiencia de las regiones mediante el uso de industrias no contaminantes.
- c. La promoción de prácticas productivas menos intensivas.
- d. El impulso de un mercado donde se reduzcan el tiempo, distancia y transporte de los recursos, alimentos y materias primas.

- e. El mejoramiento de la calidad y valor nutricional de los alimentos, minimizando los procesos de transformación.
- f. El impulso del uso democrático y equitativo de la información capital, ciencia y tecnología (Toledo, 1994).

La eficiencia ambiental derivada de integrar la dimensión ambiental como estrategia de desarrollo, se refiere concretamente a la inclusión urbana de espacios con capacidad productiva conservando las actividades económicas (Novaes, 1996), culturales, conformando corredores ambientales o áreas urbanas comunes dentro de las áreas en proceso de consolidación, que mantengan los mecanismos naturales de reproducción de los insumos o servicios ambientales como captación y recarga de acuíferos mantos freáticos, amortiguación de los cambios de temperatura, contribución al régimen pluvial, producción de alimentos, maderas, medicina herbolaria, madera de construcción, combustible sombra, calidad de paisaje, elementos místicos religiosos, materiales artesanales, plantas condimenticias, colorantes, aromatizantes y hábitat de fauna silvestre, que conectan a la ciudad con el entorno natural y aseguran la eficiencia ambiental mencionada (Toledo, 1994).

#### *La perspectiva urbano-ambiental*

La instrumentación global de la estrategia alterna de desarrollo conlleva a reorganizar a la sociedad para recuperar el control ecológico, territorial, económico, cultural, social y político (Toledo, 1994), como elementos estructurales que definen los usos territoriales (Monroy, 1995). En ese sentido, el propósito fundamental es la preservación del suelo, la biodiversidad y las culturas locales cuyas prácticas

productivas son menos intensivas y por tanto ofrecen una alternativa regional (Toledo, 1994).

Los impactos ambientales generados en el marco del modelo capitalista de desarrollo impulsan:

- a. La incorporación del suelo a los procesos de mercado sustituyendo el patrón de usos hacia una economía terciaria dominada por una lógica de eficiencia, rentabilidad y acumulación de capital (Ward, 1990).
- b. La explotación económica de los recursos (Fernández, 1994), nacionales es cedida a empresas transnacionales, es decir se considera el principal proveedor para la capitalización de países desarrollados pero se generan impactos absorbidos por la población local.
- c. La consolidación del modelo de civilización industrial (Fernández, 1994), pero contradictoriamente la utilización de métodos parcialmente industrializados en áreas donde además se limitan las condiciones para el desarrollo rural y se reduce la capacidad productiva (Monroy, 1996).
- d. La eliminación de la contaminación del medio urbano en sectores extraregionales, por patrones de consumo de la sociedad del primer mundo mas que por el crecimiento demográfico del tercer mundo (Leff, 1998).

La intensidad de los impactos ambientales, en espacios intraurbanos e interurbanos (localizados dentro de los vectores de crecimiento del área urbana y/o en proceso de consolidación), tiene diferentes consecuencias sobre la sustitución de áreas productivas y los procesos ambientales, lo cual limita las alternativas de desarrollo (Leff, 1998).

Durante el proceso de crecimiento urbano el potencial ambiental que otorga la capacidad productiva de las sociedades tradicionales queda al margen de los límites impuestos por la lógica económica del mercado, a pesar de que estas áreas productivas cumplen con la función de reproducir su base material, en esta ruta se asume al ambiente solo como donador de suelo para uso urbano, ignorando su significado ecológico y cultura y como conciliador de dos dinámicas sociales diferentes, cuyos efectos son: limitar la capacidad de gestión y decisión de los habitantes sobre sus territorios y recursos y agudizar la pobreza en dos grupos diferentes. Con la disposición de espacio para uso urbano (Legorreta, 1983), ni se resuelven ni mejoran las condiciones de vida de la población nueva y las sociedades locales al proveer territorio avanzan hacia procesos de desarticulación y desequilibrio del entorno socioeconómico tradicional.

En la Metrópoli del Valle de Toluca se producen las primeras señales que apuntan a la aparición de una crisis ecológica urbana en un futuro cercano, derivadas de la presión que sobre el medio ejercen las actividades humanas y el peso demográfico de las grandes aglomeraciones urbanas en proceso de maduración dentro del sistema de ciudades. Cada vez son más las urbes mexicanas que manifiestan tensiones ambientales y urbanísticas derivadas normalmente de un crecimiento demográfico no asimilado por su estructura física. En otros casos, la topología urbana heredada en las ciudades históricas no se ha renovado convenientemente. O los crecimientos en la periferia se ha producido sin considerar más cuestiones ambientales que las estéticas. El resultado es el mismo. La deficiente calidad de vida urbana, así como el deterioro del medio ambiente urbano y de su entorno y, no existen indicadores de conjunto que nos señalen confiablemente los indicadores de la sustentabilidad urbana.

La problemática en la Metrópoli del Valle de Toluca podríamos resumirla de la forma siguiente:

- a. Existe una fuerte presión de los asentamientos humanos sobre las áreas de recarga acuífera y las áreas naturales protegidas, siendo este uno de los principales problemas.
- b. El crecimiento de las áreas urbanas, la falta y saturación de la infraestructura, la descarga de aguas residuales y la falta de sistemas adecuados de tratamiento, han motivado que los desechos de aguas residuales; sean vertidos al río Lerma provocando una alta contaminación.
- c. En la parte sur de la región existen importante escurrimientos naturales que puedan ser susceptibles de aprovechamiento, estos escurrimientos, provenientes del Nevado de Toluca, son contaminados al mezclarse con el drenaje urbano, causando inundaciones en época de lluvia en la Ciudad de Toluca, y desaprovechándose un gran potencial de recurso hidráulico para la población de la región.
- d. Existe sobreexplotación de la línea de pozos que corre a lo largo del Río Lerma para suministrar agua al Distrito Federal, desde hace más de 45 años, ha provocado que los niveles de los grandes lagos y mantos acuíferos del Alto Lerma haya disminuido considerablemente. También es inexistente un sistema hidráulico y sanitario metropolitano, lo que provoca que la prestación de estos servicios se dé fragmentada.
- e. Existe tendencia hacia la conurbación física entre las zonas metropolitanas del Valle de Toluca y del Valle de México, pues ya es preocupante la presión de asentamientos humanos que están propiciando la conurbación entre ambas zonas metropolitanas,

con el riesgo de provocar una mancha urbana continua desarticulada y con deseconomías por aglomeración para la megalópolis; además; de invadir el área natural protegida que las separa. Situación que se acelera con la construcción del tren rápido Toluca-Ciudad de México.

- f. La inmigración de las entidades vecinas a la región, genera igualmente grandes presiones demográficas, generando que el ritmo de crecimiento rebase la oferta de servicios, infraestructura y equipamiento.
- g. En la evaluación del desarrollo urbano sustentable, no se cuenta con indicadores integrales que incorporen la variable territorial en el análisis.

Para esta investigación consideramos a la Metrópoli del Valle Toluca, como el área donde se ha presentado el fenómeno de conurbación, al formarse una continuidad física y demográfica en el territorio de 12 municipios; continuidad que se ha reconocido como Zona Metropolitana de Toluca, conformada por los municipios de: Toluca, Metepec, Lerma, San Mateo Atenco, Ocoyoacac, Xonacatlán, Zinacantepec, Tenango del Valle, Ixtlahuaca, Tianguistenco, Almoloya de Juárez y Oztolotepec.

Los indicadores seleccionados, nos proporcionaron elementos que permitieron explicar, que a mayor crecimiento urbano industrial y de acumulación de capital se presenta un deterioro ambiental y en la calidad de vida de los habitantes de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

Por ello es preciso concebir el medio ambiente y el territorio como un aspecto específico de las relaciones sociales de producción ergo la dialéctica entre las relaciones de producción y el grado de desarrollo de las fuerzas productivas de la sociedad y la cultura. El territorio entonces, se convierte en el soporte de las actividades humanas, con diferentes

funciones, pero convirtiéndose en el eje estructurador de las actividades económicas, sociales, ambientales, culturales y políticas.

A efecto de analizar la perspectiva de la sustentabilidad, incorporamos indicadores ambientales, socioeconómicos y territoriales, pues consideramos que esta tridimensionalidad nos permite una visión holística, para dilucidar de la existencia o no de la Sustentabilidad urbana en la Zona Metropolitana de Toluca.

### *Desarrollo empírico*

La metodología para ordenar el tema ambiental se realizó a través de una matriz de funciones, con las variables siguientes:

- a. productivas, proporcionan los recursos o materia bruta básica y necesaria para el desempeño de las actividades económicas.
- b. ambientales regulatorias, proporcionan el sustento ambiental para las actividades económicas y la vida humana puedan reproducirse en el tiempo.
- c. territoriales, permiten el asentamiento en el espacio de vivienda, industrias, espacios recreativos, caminos, represas, etcétera
- d. información, brindan a la sociedad humana la riqueza científica de investigación.
- e. dinámica de la población humana.

Para relacionar los indicadores socioeconómicos, ambientales y territoriales, se utilizó:

- a. La correlación. Con este tipo de análisis se consigue establecer el número de variables que son relevantes en la toma de decisiones, describiendo las relaciones entre un gran número de variables.

Sin embargo, no consideran más que la correlación lineal, no explicando las causas por las que ciertas variables muestran dicha covariación (no diferencia entre causa y efecto).

- b. Los Escenarios. Sobre la base de los métodos anteriores es posible la definición de escenarios alternativos utilizados para considerar los distintos efectos derivados de la toma de decisiones en materia de las variables consideradas (Rutherford, 1997).
- c. El Análisis de Componentes Principales (ACP). Como técnica clásica para la reducción de datos. Dado que este tipo de técnicas se centran en el coeficiente de correlación, han de considerarse los efectos derivados de no contar con datos longitudinales o de panel que permitieran refinar el análisis y diferenciar la variación conjunta real de aquella que obedece a causas aleatorias o espúreas asociadas al año de referencia de cada par de indicadores.<sup>9</sup>
- d. El Análisis de Conglomerados (*Clúster*) ya que, es una técnica multivariante que busca agrupar elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencias entre los grupos.
- e. El análisis de conglomerados, se aplicó con el Análisis de Componentes Principales, ya que mediante ACP se homogeneizaron los datos, lo cual permitió realizar posteriormente un análisis *clúster* sobre los resultados obtenidos.
- f. El Dendograma; es una representación gráfica en forma de árbol que resume el proceso de agrupación en un análisis de clúster. Los objetos similares se conectan mediante enlaces cuya posición en el diagrama está determinada por el nivel de similitud/disimilitud entre los objetos. El Dendograma es la representación gráfica que mejor ayuda a interpretar el resultado de un análisis *clúster*.

9 Junto a otras causas tales como los datos atípicos, relaciones no lineales, etcétera.

g. la Agregación de Conjuntos Difusos (ACD) o Fuzzy Set, También se empleó como metodología multivariante aplicada para la elaboración de un índice de desarrollo sustentable. Independientemente del subsistema analizado, los pasos a realizados fueron los siguientes: selección de indicadores, normalización, definición y caracterización de la variable lingüística, cálculo de los valores de pertenencia y agregación.

Con la información analizada y los resultados obtenidos, procedimos a obtener las Coordenadas Triangulares de la Sustentabilidad Urbana Municipal.

Se trabajó con 75 variables socioeconómicas; territoriales y ambientales con algunas de ellas integramos índices como: \*Índice de Educación Media Superior y Superior, \*Concentración del Poder Adquisitivo 0-2, \*Índice de Actividad Económica, \*Inversión Pública *per cápita*, \*Inversión Pública por Sector, \*Producto Interno Bruto *per cápita*, \*Deuda Pública *per cápita*, \*Índice de inversión para el Desarrollo, \*Índice de Delitos por cada 1000 Habitantes, \*Violaciones por cada 1000 Habitantes, \*Reducción del Área de Cultivo, \*Acceso a Centros de Comercio y Abasto, \*Automóviles por cada 1000 habitantes, Vehículos Públicos por cada 1000 Habitantes, \*Accidentes de Tránsito por cada 1000 Habitantes, \*Consumo de Energía en I y C. y \*Demanda de Agua.

Los programas estadísticos utilizados para el análisis fueron:

- a. El paquete estadístico NSCC para correlacionar los indicadores.
- b. El paquete NWA Stapak, versión 3.1 empleado para determinar el mejor ajuste, y
- c. Con en el paquete estadístico SPSS versión 12, Se calcularon las dimensiones.

Cabe señalar Existen diversas percepciones del significado entre sustentabilidad y sostenibilidad, sin embargo, en este trabajo de investigación se dejó atrás la discusión, que más bien avanza a un pantano semántico, de tal suerte que en la investigación fue referido indistintamente, como sinónimo.

Definimos a la sustentabilidad como un proceso multidimensional que implica cambios en las estructuras socioeconómicas, ambientales y territoriales; de mejoramiento continuo y equitativo de la calidad de vida, de forma tal, que el uso actual de los recursos no comprometan las expectativas de las generaciones futuras.

Independientemente del subsistema analizado, los pasos a realizar son los siguientes: selección de indicadores, normalización, definición y caracterización de la variable lingüística, cálculo de los valores de pertenencia y agregación.

#### *Sistema de indicadores seleccionados*

Partiendo del sistema de indicadores propuesto tras la revisión de las principales fuentes estadísticas, se realizó una selección de la información disponible tratando de recoger un número suficiente de indicadores para caracterizar la mayor cantidad de ámbitos específicos del modelo inicial.

Se integraron y analizaron 36 indicadores socioeconómicos, 18 territoriales y 21 ambientales; de los cuales 17 son de elaboración propia.

A continuación son presentados en cada uno de los grupos:

CUADRO 9.  
Indicadores Socioeconómicos

Alumnos inscritos en bachillerato		Número de Bibliotecas con acervo Público	
Alumnos Inscritos en Licenciatura		Número de Escuelas	
Alumnos inscritos en profesional técnico		Población 6 - 24 años	
Concentración del Poder Adquisitivo 0-2	2*	Población Analfabeta mayor de 15 años	
Deuda Pública per. Cápita	*	Población con Discapacidad	
Habitantes por Médico		Población Derechohabiente	
Habitantes por Unidad Médica		Población Desocupada	
Índice de Actividad Económica	*	Población Económicamente Activa	
Índice de Delitos por cada 1000 Habitantes	*	Población Envejecida de 64 años y más	
Índice de Dependencia Económica		Población sin cobertura de salud	
Índice de Desarrollo Humano		Población Total	
Índice de Desarrollo Relativo al Genero		Presuntos Delitos	
Índice de Educación		Producción Bruta Total	
Índice de Educación Media Superior y Superior	*	Producto Interno Bruto Municipal	
índice de inversión para el Desarrollo	*	Producto Interno Bruto per. Cápita	*
Índice de Marginación		Tasa de Mortalidad Infantil	
Inversión Pública per. Cápita	*	Valor Agregado Censal Bruto Total	*
Inversión Pública por Sector	*	Violaciones por cada 1000 Habitantes	*

INDICADORES DE LA SUSTENTABILIDAD

INDICADORES TERRITORIALES	INDICADORES AMBIENTALES
Población Urbana	Superficie Boscosa
Población Rural	Superficie de Área Natural Protegida
Densidad de Población	Deforestación
Viviendas Totales	Superficie Erosionada
Viviendas con Servicio de Agua y Drenaje	Desechos Reciclados
Viviendas con Teléfono	Residuos Sólidos
Viviendas con computadora	Volumen de Desechos Municipales
*Reducción del Área de Cultivo	*Demanda de Agua
Superficie Agrícola	Precio del Agua en la Vivienda
Superficie Urbana	Precio del Agua en la Industria
Superficie Industrial	Plantas Tratadoras de Agua Municipales
*Acceso a Centros de Comercio y Abasto	Plantas Tratadoras de Agua Industriales
Densidad de carreteras	*Consumo de Energía en I y C.
Vehículos Particulares	Consumo de Energía eléctrica en Residencial
Vehículos Públicos	Consumo de Energía eléctrica en Alumbrado Público
*Automóviles por cada 1000 habitantes	Contaminación IMECA de Ozono (O <sub>3</sub> )
*Vehículos Públicos por cada 1000 Habitantes	Contaminación IMECA de Azufre (SO <sub>2</sub> )
*Accidentes de Tránsito por cada 1000 Habitantes	Contaminación IMECA de Bióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )

\* Elaboración propia.

**Fuente:** Elaboración propia.

## 12. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

### *Componentes Principales*

Se aplicó el Análisis de Componentes Principales (ACP) como técnica clásica para la reducción de datos. Dado que este tipo de técnicas se centran en el coeficiente de correlación, se consideró los efectos derivados de no contar con datos longitudinales o de panel que permitieran refinar el análisis y diferenciar la variación conjunta real de aquella que obedece a causas aleatorias o espúreas asociadas al año de referencia de cada par de indicadores.

Con el objetivo de simplificar la interpretación derivada del signo del coeficiente de correlación, se procedió a introducir los indicadores con signo negativo que afectan inversamente al concepto de medida (desarrollo) en cada uno de los subsistemas.

Las variables son estandarizadas en el ACP, a efecto de mejorar el grado de correlación y permite eliminar efectos de escala.

Para la elaboración de un índice a partir del ACP, se procede en dos etapas. En primer lugar, se obtienen índices para cada subsistema. Para ello se desarrollan cuatro análisis paralelos, referidos a los indicadores ambientales, urbanísticos, demográficos y económicos respectivamente. Con los resultados obtenidos se construye un índice específico para cada subsistema. La técnica empleada en estos índices resulta una solución habitual en estos casos, consistente en realizar una escala aditiva con las puntuaciones de los componentes obtenidos.

La segunda etapa consiste en la construcción de un índice para todos los subsistemas considerados, es decir, el ACP Global. Para ello, frente a la alternativa de utilizar todos los indicadores, se opta por escoger un subconjunto más operativo formado por los indicadores que muestran

una mayor correlación con el índice respectivo de cada subsistema. De esta manera, se aplica el ACP con dos objetivos: primero seleccionar variables suplentes y en segundo lugar, elaborar un índice. Así, en una primera fase se determinan las variables más correlacionadas con los componentes principales en su conjunto y en un segundo paso se elabora finalmente el indicador sintético a partir de los mismos.

Con los componentes retenidos se vuelve a proceder realizando una media ponderada y obteniendo una única medida comprensiva con la información recogida en los indicadores seleccionados.<sup>10</sup> Los resultados obtenidos se presentan de forma resumida para cada uno de los ACP realizados.

### *Clúster*

El análisis de conglomerados (*clúster*) es una técnica multivariante que busca agrupar elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencias entre los grupos.

El análisis de clúster es un método que permite descubrir asociaciones y estructuras en los datos que no son evidentes a priori pero que pueden ser útiles una vez que se han encontrado. Los resultados de un Análisis de Clúster pueden contribuir a la definición formal de un esquema de clasificación tal como una taxonomía para un conjunto de objetos, a sugerir modelos estadísticos para describir poblaciones, a asignar nuevos individuos a las clases para diagnóstico e identificación, etcétera.

<sup>10</sup> El procedimiento generalizado consiste en la agregación de los resultados obtenidos para cada subsistema, consiguiéndose un índice global. No obstante, dicho índice se aleja del objetivo del mantenimiento de cierto grado de significación o explicabilidad, en favor de una mayor aplicabilidad o facilidad de cálculo.

Podemos encontrarnos dos tipos fundamentales de métodos de clasificación: "Jerárquicos y No Jerárquicos". En los primeros, la clasificación resultante tiene un número creciente de clases anidadas mientras que en el segundo las clases no son anidadas.

El análisis de conglomerados se puede combinar con el Análisis de Componentes Principales, ya que mediante ACP se puede homogeneizar los datos, lo cual permite realizar posteriormente un análisis clúster sobre los componentes obtenidos.

Se utiliza la información de una serie de variables para cada sujeto u objeto y, conforme a estas variables se mide la similitud entre ellos. Una vez medida la similitud se agrupan en: grupos homogéneos internamente y diferentes entre sí.

La "nueva dimensión" lograda con el clúster se aprovecha después para facilitar la aproximación "segmentada" de un determinado análisis.

Los objetivos básicos del clúster son:

- a. Análisis "taxonómico" con fines exploratorios o confirmatorios.
- b. Cambio (simplificación) de la dimensión de los datos (lo descrito al inicio de este documento: agrupación de objetos individuales en nuevas estructuras de estudio (grupales)

### *Etapas del análisis cluster*

De manera sintáctica podemos resumir en cinco etapas el análisis, ellas son:

- a. Selección de la muestra de datos
- b. Selección y transformación de variables a utilizar
- c. Selección de concepto de distancia o similitud y medición de las mismas.

- d. Selección y aplicación del criterio de agrupación
- e. Determinación de la estructura correcta (elección del número de grupos)

### *Dendograma*

Un Dendograma es una representación gráfica de una clasificación jerárquica en forma de árbol, que resume el proceso de agrupación en un análisis de clúster. Los objetos similares se conectan mediante enlaces cuya posición en el diagrama está determinada por el nivel de similitud/disimilitud entre los objetos.

El Dendograma es la representación gráfica que mejor ayuda a interpretar el resultado de un análisis *clúster*.

### *Conjuntos difusos*

La otra metodología multivariante aplicada para la elaboración de un índice de evaluación de la sustentabilidad, es la Agregación de Conjuntos Difusos (ACD) o *Fuzzy Set*.

Independientemente del subsistema analizado, los pasos a realizar son los siguientes: selección de indicadores, normalización, definición y caracterización de la variable lingüística, cálculo de los valores de pertenencia y agregación.

El siguiente paso es la determinación de los valores de pertenencia parciales para los indicadores de cada subsistema. Un indicador tendrá una pertenencia elevada al conjunto “sostenible” si su valor normalizado es cercano al valor de referencia u objetivo. Se trata de clasificar, en términos difusos, la distancia al objetivo de la sostenibilidad relativa, contribuyendo a una mejor posición en los niveles de desarrollo para el municipio.

Con las consideraciones señaladas anteriormente, en la sección siguiente, procederemos al análisis de los datos, con las metodologías propuestas.

Para efectos de la exposición de los resultados, de manera ilustrativa, sólo incluimos la primera gráfica del ACP, Clúster, Grupos borrosos y Dendograma.

### 13. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES CLÚSTER

Recordamos que para este procedimiento, se utiliza la información de una serie de variables para cada sujeto u objeto y, conforme a estas variables se mide la similitud entre ellos. Una vez medida la similitud se agrupan en grupos homogéneos internamente y diferentes entre sí.

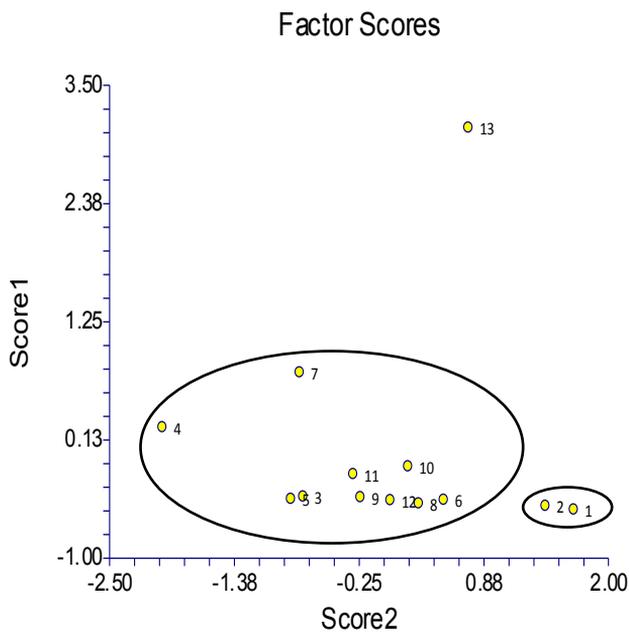
El propósito del análisis de conglomerados (clúster en terminología inglesa) es el agrupar las observaciones de forma que los datos sean muy homogéneos dentro de los grupos (mínima varianza) y que estos grupos sean lo más heterogéneos posible entre ellos (máxima varianza). De este modo obtenemos una clasificación de los datos multivariante con la que se comprende mejor los mismos y la población de la que proceden. Podemos realizar análisis clúster de casos, un análisis clúster de variables o un análisis clúster por bloques si agrupamos variables y casos.

A efecto de ejemplificar los procedimientos utilizados, incorporamos solo una gráfica de cada uno de ellos.

GRÁFICA 1.  
 CLUSTER Densidad de Población  
 Communalities After Varimax Rotation

Factors			
Variables	Factor1	Factor2	Community
V6 índice de marginacion	0.000626	0.999374	1.000000
V39 densidad de poblacion	0.999374	0.000626	1.000000

Plots Section



La gráfica muestra la información de un bloque de la mayoría de los municipios, sobresale del conjunto Metepec (4) con una mayor densidad de población y menos marginación y San Mateo Atenco (7), aunque con un mayor índice de marginación. El resto presenta menos densidad y mayor nivel de marginación.

#### 14. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE DATOS POR EL MÉTODO DE “GRUPOS BORROSOS” (*FUZZY CLUSTERING REPORT*)

Los conjuntos difusos muestran la distancia euclidiana entre los diferentes miembros que de acuerdo con la menor distancia integran una serie grandes grupos o clúster.

Recordamos que un indicador tendrá una pertenencia elevada al conjunto “sostenible” si su valor normalizado es cercano al valor de referencia u objetivo. Se trata de clasificar, en términos difusos, la distancia al objetivo de la Sustentabilidad relativa, contribuyendo a una mejor posición en los niveles de desarrollo para el municipio.

Cuando introducimos en el análisis la variable 20 inversión pública *per cápita*, encontramos la formación de dos grandes grupos, donde la distancia entre el valor contrastado, la mas cercana a uno, de tal suerte que el municipio 2 encabeza el grupo con un valor de .9557. Siguiendo en el mismo grupo los municipios 5, 8 y 3. Digamos, que son los que tienen las condiciones más similares o bien menos diferentes.

Al disminuir las características el siguiente grupo lo encabezaría el municipio 9 con valores más distantes los municipios 11 y 1.

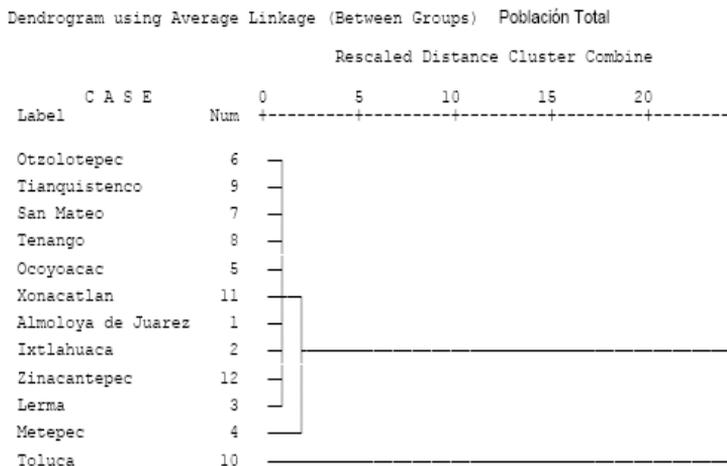
#### **Variables**      **V20 inversion pública *per cápita***

Distance Type    Euclidean

Scale Type        Average Absolute Deviation



GRÁFICA 2.  
Dendrograma Población Total



## 16. RESULTADOS FINALES

Para demostrar con mayor precisión el postulado de la hipótesis procedimos a construir un “Súper Indicador” que nos permitiera definir las coordenadas de la sustentabilidad.

### *Descripción*

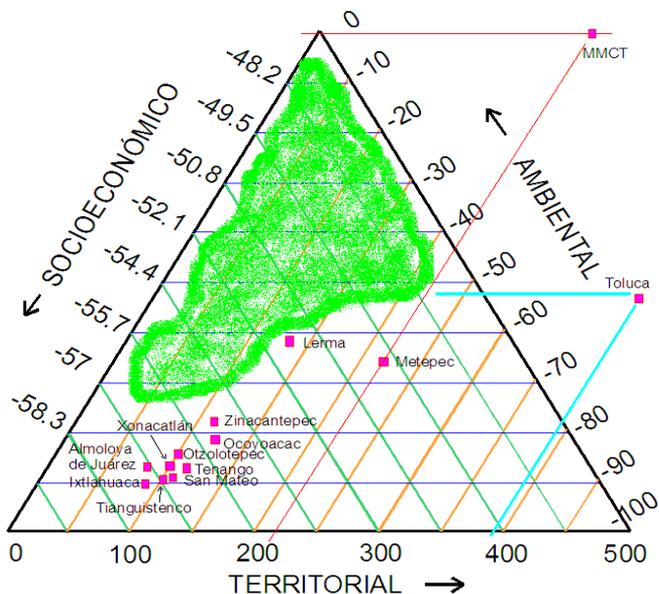
El lector encontrará en este documento las coordenadas triangulares de los elementos que conforman el modelo de sustentabilidad propuesto en la presente investigación. En consecuencia, podrá ubicar los municipios bajo estudio en el espacio geométrico dimensionado por los súper indicadores socioeconómico, territorial y ambiental.

CUADRO 10.  
Indicadores

	MUNICIPIO	DIMENSIÓN TERRITORIAL	DIMENSIÓN AMBIENTAL	DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA
1	Almoloya de Juárez	80.71	-87.76	-56.13
2	Ixtlahuaca	94.98	-87.65	-57.07
3	Lerma	115.05	-64.29	-50.84
4	Metepec	219.54	-66.01	-54.14
5	Ocoyoacac	120.35	-83.18	-53.39
6	Otzolotepec	83.93	-88.39	-56.39
7	San Mateo	108.88	-88.25	-51.10
8	Tenango	117.13	-87.95	-55.97
9	Tianguistenco	105.12	-87.98	-50.94
10	Toluca	394.64	-53.26	-49.34
11	Xonacatlán	101.36	-88.12	-52.96
12	Zinacantepec	116.14	-77.87	-54.30
13	MMCT	214.74	0.97	23.81

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICA 3.  
 Coordenadas de la Sustentabilidad Urbana Municipal



Fuente: Elaboración propia.

El área verde en la gráfica, muestra hacia donde consideramos, se encuentra lo más cercano a la sustentabilidad municipal. El conjunto de los municipios, ya sean urbanos o rurales; agrícolas o industriales no son sustentables.

La generación de mayores condiciones de bienestar de la población, no consideran a la sustentabilidad como un patrón esencial de comportamiento; ni los municipios con mayores recursos o con mayor nivel de industrialización, “han contribuido con un desarrollo que pudiéramos decir se acerca a la construcción del desarrollo urbano sustentable.

17. DESCRIPCIÓN RETROSPECTIVA DEL PROCEDIMIENTO PARA OBTENER LAS COORDENADAS TRIANGULARES DEL “SUPERINDICADOR DE SUSTENTABILIDAD MUNICIPAL”

*Paso último*

Obtención de las Coordenadas de las Dimensiones del modelo (dimensión socioeconómica, dimensión ambiental, dimensión territorial).

- a. Fase 1: Coordenadas municipales de la dimensión ambiental:
- Para la “dimensión ambiental” se utilizaron los indicadores representados por las variables de cálculo,

$$V_{56}, \quad V_{58}, \quad V_{59}, \quad V_{64}, \quad V_{65}.$$

- La dimensión ambiental se calculó en el paquete estadístico SPSS versión 12, mediante la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} Dim\ ambie = & -3.087367 + (3.782099 \times 10^{-2} \times V_{56}) \\ & -21.49535 + (0.2367966 \times V_{58}) \\ & -16.13274 + (0.1914049 \times V_{59}) \\ & -23.92652 + (0.2529003 \times V_{64}) \\ & -23.99333 + (0.2641952 \times V_{65}) \end{aligned}$$

- b. Fase 2: Obtención de las coordenadas municipales de la dimensión territorial:
- Para la “dimensión territorial” se utilizaron los indicadores representados por las variables de cálculo

$$V_{38}, \quad V_{39}, \quad V_{40}, \quad V_{42BIS}, \quad V_{47}, \quad V_{51}, \quad V_{53}.$$

$$\begin{aligned}
 \text{Dim territor} = & 147.87 + (-21.12 \times (\ln V_{38})) \\
 & + 1.31 \times 10^{-4} \times (V_{39})^{1.915618} \\
 & + 1.39 \times \exp(4.659537 \times 10^{-3} \times V_{40}) \\
 & + 0.0836265 \times (V_{42BIS})^{0.9347645} \\
 & + 7.077486 \times 10^{-7} \times (V_{47})^{2.79384} \\
 & + 0.1009481 \times (V_{51})^{1.251681} \\
 & + 1.07125 \times 10^{-3} \times (V_{53})^{1.226247}
 \end{aligned}$$

c. Fase 3: Obtención de las coordenadas municipales de la dimensión socioeconómica:

- Para la “dimensión socioeconómica” se ocuparon los indicadores representados por las variables de cálculo

$V_{20}$ ,  $V_{22}$ ,  $V_{31}$ .

$$\begin{aligned}
 \text{Dim socioe} = & -15.03856 + (0.228235 \times V_{20}) \\
 & -23.66793 + (0.3538104 \times V_{22}) \\
 & -21.87292 + (0.3375411 \times V_{31})
 \end{aligned}$$

## 18. PASO PENÚLTIMO

Selección de los indicadores representativos de cada dimensión del modelo (dimensión socioeconómica, dimensión ambiental, dimensión territorial).

Partimos de que los indicadores pertenecientes a cada dimensión del modelo (socioeconómica, ambiental y territorial) realmente se comportan como tales, en el paquete estadístico *SPSS* se efectuó la suma de variables para obtener un valor único total de cada indicador.

Los indicadores que correlacionaron significativamente (con la suma representativa de la dimensión) se eligieron para encontrar el mejor ajuste de los datos (lineal, logarítmico, exponencial y potencial)<sup>11</sup> y ser incluidos en la fórmula del último paso. El paquete empleado para determinar el mejor ajuste fue *NWA Stapak*, versión 3.1.

A continuación se muestra la lista de indicadores que correlacionaron significativamente con su dimensión (representada por el valor resultante de la suma de indicadores). Estos mismos indicadores formaron parte de la fórmula para calcular el valor único de cada dimensión del modelo expuesto en el presente trabajo.

CUADRO 11.  
Indicadores que correlacionaron sigificativamente con su dimensión

INDICADOR	DIMENSIÓN	DESCRIPCIÓN	MEJOR AJUSTE DEL INDICADOR CON SU DIMENSIÓN
20	SOCIO-ECONÓMICA	Inversión pública <i>per cápita</i>	Lineal
22		Producto interno bruto <i>per cápita</i>	Lineal
31		Habitantes por unidad médica	Lineal
38	TERRITORIAL	Población rural	Logarítmico
39		Densidad de población	Potencial
40		Viviendas totales	Exponencial
42 BIS 69		Viviendas con teléfono	otencial
47		Acceso a centros de comercio y abasto	Potencial
51		Automóviles por cada 1000 habitantes	Potencial
53	Accidentes de tránsito por cada 1000 habitantes.	Potencial	

11 En todo el proceso, se eliminó un indicador ambiental porque el paquete no lo admitía.

56	AMBIENTAL	Deforestación	Lineal
58		Desechos reciclados	Lineal
59		Residuos sólidos	Lineal
64		Plantas tratadoras de agua municipales	Lineal
65		Plantas tratadoras de agua industriales	Lineal

**Fuente:** Elaboración propia con los resultados de la paquetería empleada

## 19. PASO ANTEPENÚLTIMO

Abordaje inicial de Selección de los indicadores representativos de cada dimensión del modelo (dimensión socioeconómica, dimensión ambiental, dimensión territorial).

Si consideramos la alta correlación que existe entre los indicadores socioeconómicos  $v_{26}$  (producción bruta total) y  $v_{27}$  (valor agregado censal bruto total), notaremos que, para efectos de correlación estadística, podemos ocupar indistintamente cualquiera de los dos indicadores para simplificar el análisis de los datos resultantes de la presente investigación. Bajo esta premisa, se procedió a correlacionar el indicador 26 con los indicadores socioeconómicos que se enlistan a continuación:  $v_4$ ,  $v_6$ ,  $v_7$ ,  $v_8$ ,  $v_{12}$ ,  $v_{16}$ ,  $v_{17}$ ,  $v_{20}$ ,  $v_{22}$ ,  $v_{25}$ ,  $v_{28}$ ,  $v_{31}$ ,  $v_{35}$  y  $v_{36}$ .

Se omitieron algunos indicadores socioeconómicos debido a la imposibilidad de comparación racional:

- a. Estaban mejor representados por otro indicador. Por ejemplo, el indicador “población total” es más difícil de comparar entre municipios que el indicador 39 “densidad de población”. Por razón natural, se empleó este último indicador, ya que admite comparación entre los municipios de los cuales se recopilaron datos para la presente investigación.

- b. La importancia económica del municipio podría sesgar los datos e impide una comparación racional. Por ejemplo, el indicador 14 “número de escuelas” pudiera ser proporcional a la capacidad económica del municipio y el dato específico por se daría ventaja comparativa al municipio en cuestión. En su lugar debería haber otro indicador derivado que compensara este hecho, por ejemplo, considerando territorio, densidad de población, etcétera.

Se utilizó el paquete estadístico *NSCC* para correlacionar los indicadores territoriales y ambientales con cada uno de los indicadores socioeconómicos listados en el primer párrafo del paso antepenúltimo. Se consideraron significativas aquellas correlaciones (positivas o negativas) que implicaron una probabilidad extrema menor o igual que 0.05.

Ejemplo:

Lista de indicadores territoriales que correlacionaron significativamente con el indicador *v4* “índice de desarrollo relativo al género”

V53\_ACCI

V42\_BIS69

V41\_BIS70

V38\_POBL

V37\_POBL

Se procedió de igual manera con el resto de indicadores socioeconómicos enlistados en el primer párrafo del paso antepenúltimo, tanto en los indicadores territoriales como en los indicadores ambientales.

Por supuesto, algunos indicadores se repitieron en este proceso.

La lista completa de indicadores con correlación significativa con los indicadores socioeconómicos de este paso es la siguiente:

- a. V47\_ACCESO A CENTROS DE COMERCIO Y ABASTO
- b. V40\_VIVIENDAS TOTALES
- c. V39\_DENSIDAD DE POBLACIÓN
- d. V53\_ACCI
- e. V53\_ACCI -0.598310
- f. V42\_BIS69
- g. V42\_BIS69 -0.664477
- h. V4\_BIS69 -0.837338
- i. V4\_BIS70
- j. V41\_BIS70 -0.827668
- k. V41\_BIS70 -0.891085
- l. V38\_POBL
- m. V38\_POBL -0.865854
- n. V38\_POBL -0.832597
- o. V38\_POBL -0.756575
- p. V38\_POBL -0.610190
- q. V 38\_POBL -0.708944
- r. V51\_AUTO
- s. V37\_POBL
- t. V37\_POBL -0.576863
- u. V37\_POBL -0.678332
- v. V49\_VEHI
- w. V50\_VEHI -0.549983
- x. V50\_VEHI -0.538531
- y. V50\_VEHI
- z. V51\_AUTO
- aa. V52\_VEHI

## Correlación significativa:

V27 Variable principal		Valor agregado censo, bruto total	
V26	Producción bruta total	R= 1.0	P= 0.000
V20	Inversión pública <i>per cápita</i>	R= 0.809	P= 0.001
V22	Producto interno bruto <i>per cápita</i>	R= 0.901	P= 0.000
V28	Tasa de mortalidad infantil	R= 0.811	P= 0.001
V31	Habitantes por unidad médica	R= 0.830	P= 0.000
V39	Densidad de población	R= 0.796	P= 0.001
V52	Vehículos públicos por cada 1000 habitantes	R= 0.667	P= 0.013
V62	Precio del agua en la vivienda	R= 0.809	P= 0.001

## Directamente proporcionales:

V27	V20	V22	V62
-----	-----	-----	-----

## Inversamente proporcionales:

V28	V31	V62
-----	-----	-----

## Correlación no significativa:

V12	Índice especializado educación media superior y superior	R= 0.384	R= 0.384
-----	--	----------	----------

## Inversamente proporcionalidad en:

---

V6:	Índice de marginación
V8 BIS:	Índice de población analfabeta
V18:	Población desocupada
V28	Tasa de mortalidad infantil
V30	Habitantes por médico
V31	Habitantes por unidad médica
V33 BIS	Índice de población sin cobertura de salud
V53	Accidentes de tránsito por cada 1000 habitantes
V56	Deforestación

---

Con esta última lista se procedió a efectuar un análisis factorial para corroborar la comunalidad de los indicadores. Este segundo filtro permitió eliminar algunos indicadores que no compartía alta comunalidad con el resto de los indicadores seleccionados. A continuación se muestran parcialmente algunas barras de comunalidad. Observe, por ejemplo, que el indicador V25 “Índice de inversión para el desarrollo” pertenece a otro grupo de indicadores, ya que no pertenece al factor 1 ni al factor 2; en consecuencia, carece de comunalidad en este análisis. Por supuesto, el indicador V25 debe ocuparse para analizar otro orden de ideas en torno a la dimensión socioeconómica.

GRÁFICA 4.  
Gráfica de Barras de Comunalidades Después de la Rotación Varimax en el  
Análisis Factorial (Factores Desconocidos, por Nombrar)

INDICADORES	FACTORES		
	Factor 1	Factor 2	Comunalidad
V4_PORC			
V6_INDIC			
V7_INDIC			
V8_POBLA			
V12_INDI			
V19_INDI			
V20_INVE			
V22_PROD			
V25_INDI			
V31_HABI			
V35_INDI			
V36_VIOL			

## CONCLUSIONES

Dentro de este proceso dialéctico de influencias recíprocas, la relación hombre-naturaleza no se da en términos abstractos, sino del hombre en tanto grupo social, parte de un determinado sistema social, en un medio ambiente específico. La relación del hombre con la naturaleza y la transformación que deriva de esta relación es así un fenómeno social. No existe, por lo tanto, una escisión entre sociedad y naturaleza o, mejor dicho, entre sistema social y sistema natural, debiendo éstos ser concebidos como partes de un todo, como dos subsistemas interrelacionados, integrados a un sistema mayor.

Desde mediados del siglo XX las ciudades absorben los primeros emplazamientos industriales, quedando asfixiadas y produciéndose problemas de relocalización en las mismas. Las industrias, buscando las economías de localización, saltan a la periferia de la ciudad, que acaba finalmente por reabsorberlas dado su rápido crecimiento.

Por otra parte, los llamados núcleos-satélite crecen gracias a la cercanía a la ciudad central o a los nodos de transporte, aumentando sus flujos de intercambio. Las grandes industrias contaminantes se localizan ahora al amparo de la economía global en los países menos desarrollados, no sólo económicamente (con mano de obra más barata), sino también en materia de legislación y protección del medio ambiente, por otra parte prácticamente indemne hasta entonces. La huella ecológica urbana salta a otros continentes para el abastecimiento de energía y materias primas.

Las consecuencias ambientales más evidentes de esta urbanización son la transformación y en algunos casos la destrucción de espacios naturales, la ocupación creciente de suelos productivos, la degradación paisajística, el aumento del consumo energéticos y de otros recursos naturales y el incremento de la producción de residuos. Pero al tiempo, son cada vez más evidentes otros problemas de índole social como la exclusión, la ruptura de los tejidos sociales o la progresión de los mecanismos represivos de control social.

Nuestras ciudades forman parte del medio ambiente construido y creado por el hombre y como tal, interactúan con el medio ambiente natural. Si aceptamos que el desarrollo sustentable es la capacidad de una sociedad o sistema para seguir funcionando indefinidamente, en el futuro sin ser forzado a declinar por el agotamiento o sobrecarga de los recursos fundamentales, de los cuales este sistema depende, entonces, se tiene que reconocer que la sustentabilidad implica

patrones de desarrollo y estilos de vida, que permitan resolver las necesidades de las actuales generaciones sin comprometer la posibilidad de que las próximas puedan también satisfacer las suyas, incluso aquellas necesidades que aún hoy son desconocidas.

Lo que es claro para nosotros es que no puede haber sustentabilidad en una sociedad cuando se están destruyendo o terminando los bienes de la naturaleza, o cuando la riqueza de un sector se logra a costa de la pobreza de otro, o cuando unos grupos reprimen a otros, o con la destrucción de culturas o razas, o cuando el hombre ejerce diversos grados de explotación, violencia y marginación contra la mujer. Tampoco podrá haber sustentabilidad en un mundo que tenga comunidades, países o regiones que no son sustentables. La sustentabilidad debe ser global, regional, local e individual y en los campos ecológico, económico, social y político.

Las ciudades son los focos productores de insustentabilidad más importantes después de los entornos industriales, originando problemas ambientales en su dimensión local (ruido, polución), regional (contaminación en medio acuático) e incluso global (calentamiento global). Sin embargo, son precisamente el entorno idóneo para llevar a cabo acciones que busquen un modelo de desarrollo sostenible.

Esta dinámica de globalización en las relaciones económicas y humanas plantea importantes retos específicos de cara a la gestión tradicional del territorio si se tratan de implementar políticas hacia la sostenibilidad. Las Agendas Locales 21 son un instrumento de planificación no sólo ambiental, sino de todas las facetas que describen el modelo de desarrollo sostenible urbano. La utilidad de las mismas es clara, siempre y cuando sean concebidas como procesos participativos, inconclusos y en permanente revisión, más que como meras declaraciones de intenciones.

Derivada de la revisión en materia de políticas hacia la sostenibilidad urbana, surge cierta confusión derivada de la profusión de programas e iniciativas que se difuminan entre los distintos niveles administrativos, asociativos y territoriales. Este hecho puede conducir a la edificación de una torre de babel en términos de las acciones hacia la sostenibilidad urbana si no se duplican los esfuerzos para la coordinación e información en esta materia.

En el complejo campo de la sustentabilidad, un indicador adecuado aplica su conjunto genérico de ideas a este sistema particular, mostrando el nivel efectivo respecto de un conjunto de principios, criterios y metas evocadas en el concepto de sustentabilidad. De tal suerte que los indicadores de sustentabilidad utilizados puedan proveer de señales que faciliten la evaluación de progreso hacia objetivos que contribuyen a lograr la meta de producir bienestar humano y ecosistémico en forma simultánea, a lo largo del tiempo.

Los indicadores de la sustentabilidad nos sirven, entonces, para sintetizar información sobre una realidad compleja y cambiante. Los indicadores son en sí información selecta y procesada, cuya utilidad ha sido predefinida y su existencia justificada, porque nos permiten hacer un mejor trabajo y evitar consecuencias inaceptables que pueden ocurrir con mayor frecuencia cuando no podemos producir o procesar toda la información pertinente para el caso.

Al entrar en la descripción de las fuentes estadísticas, se concluye la falta de información disponible en materia de indicadores urbanos, razón por lo que se elabora finalmente un sistema de indicadores a nivel municipal como mejor aproximación. Este problema se acentúa en materia de la información ambiental, donde los indicadores elaborados muestran elevados porcentajes de datos ausentes, siendo necesario implementar mecanismos de imputación para trabajar con las técnicas multivariante descritas.

Los indicadores de sustentabilidad juegan un papel crucial en este proceso hacia la sostenibilidad, pues permiten afrontar, con ciertas garantías de éxito, la evaluación directa de las cuestiones estratégicas referidas por ejemplo al consumo de recursos o la emisión de contaminantes y residuos.

En materia de indicadores urbanos existen metodologías ad hoc orientadas a resolver las cuestiones básicas necesarias para la toma de decisiones ambientales en las ciudades. La evolución futura de esta tendencia ha de ir acompañada de mayores esfuerzos en dos sentidos: por un lado normalizar la producción estadística de indicadores de sostenibilidad (máxime cuando la primera utilidad de los mismos es la comparación temporal y espacial); y por otra parte, cuantificar la dimensión urbana, de la que se desconocen muchas características importantes para el desarrollo sustentable. Asimismo, se han de conjugar los actuales indicadores urbanos socioeconómicos con los derivados del enfoque ecosistémico, en aras de una coordinación multidisciplinar.

En referencia a las técnicas empleadas para la elaboración de los indicadores sintéticos de desarrollo sustentable en esta tesis; el Análisis de Componentes Principales ha sido empleado profusamente con esta finalidad en el análisis urbano. Sin embargo, la Distancia P<sub>2</sub> y en general cualquier otra medida promedio de distancia, no ha sido utilizada como técnica válida para la elaboración de un índice por parte de organismos e instituciones con relevancia en cuestiones relativas al desarrollo sostenible, a pesar de sus claras ventajas sobre la metodología anterior.

De igual forma echamos mano del “análisis de conglomerados (*clúster*)” como una técnica multivariante que agrupa elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencias entre los grupos.

El análisis de clúster es un método que permitió descubrir asociaciones y estructuras en los datos que no son evidentes a priori pero que pueden ser útiles una vez que se han encontrado. Los resultados del Análisis de Clúster, como lo señala su metodología, contribuyeron a la definición formal de un esquema de clasificación; una taxonomía para un conjunto de objetos.

También utilizamos el Dendograma, ya que, es una representación gráfica de una clasificación jerárquica en forma de árbol, que resume el proceso de agrupación en un análisis de clúster. El “Dendograma” es la representación gráfica que mejor ayudó a interpretar el resultado de un análisis “clúster, cuya posición en el diagrama está determinada por el nivel de similitud/disimilitud entre los objetos”.

La aplicación de los conjuntos difusos, así como la lógica difusa, a la medida de la sostenibilidad permite múltiples variantes, una de las cuales, la agregación de conjuntos difusos, ha sido desarrollada de forma preliminar en este trabajo. No obstante, la versatilidad de esta técnica empuja a su desarrollo y sofisticación de cara a establecer una metodología más robusta que la presentada en el marco teórico.

Ahora podemos afirmar, en referencia a la sustentabilidad urbana en la metrópoli de Toluca; no se ha formulado una estrategia de desarrollo sustentable en la región, ni existen referencias a la elaboración de una Agenda 21 regional, así como la proliferación de Agendas Locales 21 con este objetivo. Resulta por ello necesario establecer mecanismos de coordinación en estos primeros estadios de la planificación hacia el desarrollo sustentable, desde los aspectos conceptuales que orientan estos instrumentos, hasta los mecanismos de gestión e implementación de este tipo de políticas.

Ya se ha señalado que en las grandes ciudades y en áreas metropolitanas como la de Toluca, se están produciendo los primeros síntomas

de insostenibilidad del modelo de desarrollo urbano. Este hecho obliga a las identificaciones de los principales déficit ambientales y urbanísticas, para lo cual resultan de gran utilidad los indicadores de sustentabilidad. En este análisis se han detectado factores importantes para explicar la calidad ambiental (ruido, residuos, agua), territorial (transporte, vivienda, verde urbano), demográfica (tasa de dependencia, educación) y económica (equipamiento, renta, inversión para el desarrollo, desempleo) que ayudan a ilustrar estos déficit de forma más precisa. El hecho de mejorar la información estadística referenciada al ámbito urbano permitirá descubrir nuevas variables y relaciones para analizar la eficiencia del desarrollo urbano, así como estudiar los efectos, todavía imprecisos, sobre los ecosistemas naturales.

El análisis empírico se ha centrado en los 13 municipios metropolitanos, utilizando un total de 75 indicadores referidos agrupados en tres subsistemas: socioeconómico, ambiental y territorial.

Los resultados obtenidos para cada subsistema en términos de la ordenación de municipios en los respectivos índices, apuntan hacia una diferenciación en el comportamiento de los municipios no derivada necesariamente de su tamaño demográfico o su importancia relativa en el sistema jerárquico de ciudades, sino más bien en términos de su especialización económica o funcional. De esta forma, destacan los similares comportamientos entre ciudades de la metrópoli de Toluca, Metepec y Toluca principalmente. O bien entre los municipios con característica diferentes, la mayoría de los municipios casi siempre presentan posiciones muy cercanas.

De forma menos clara, el comportamiento de las ciudades medias y pequeñas aparece marcado también por sus características agrarias e industriales, que influye en sus niveles de consumo de agua, equipamientos urbanos e indicadores socioeconómicos. De hecho, las

características de los municipios de mayor tamaño económico, ya sea por sus actividades de servicios o industriales, no distan en el análisis de conjunto, de municipios con menor concentración de actividades; lo que demuestra que “a mayor crecimiento urbano industrial y de acumulación de capital se presenta también un mayor deterioro en el medio ambiente y en la calidad de vida de los habitantes de la metrópoli de Toluca”.

Un segundo grupo de reflexiones se realizan sobre los resultados obtenidos en el trabajo y las líneas de investigación planteadas para el futuro. En este sentido, se ha de profundizar en el esfuerzo por mejorar la base estadística empleada en esta investigación.

Es un primer paso a la hora de sentar las bases en cuanto a información estadística urbana en materia medioambiental, cumpliendo así el principal objetivo que se marcó a la hora de su elaboración. No obstante, esta fuente de información ha de perfeccionarse en sucesivas etapas, dado el elevado porcentaje de datos ausentes.

Por otro lado, se ha de profundizar en la obtención de información que no se encuentra disponible en los cauces habituales de información oficial pública (informes sectoriales, de empresas de gestión de aguas, etcétera).

Cabe señalar que, en esta investigación la valoración de los riesgos de utilizar indicadores inexactos ha sido determinante en esta primera aproximación, pero no tiene por qué serlo en posteriores estudios, con ámbitos más concretos, que permita la obtención de buenas aproximaciones.

Precisamente esta última es la idea más atractiva tras una aproximación general, la de trabajar con datos intra-municipales centrados en un único ámbito urbano. Este análisis permitirá en cierta manera validar el modelo teórico de ecosistema urbano utilizado y su especificación para los municipios metropolitanos.

En las metodologías expuestas no se ha implementado ningún sistema de ponderación externo que asuma una mayor importancia para ciertos indicadores. Esta posibilidad va asociada a la idea de ponderar en mayor medida los indicadores referidos a la dimensión ambiental o determinados hechos que se consideran como básicos a la hora de implementar una política hacia la sustentabilidad. Por esta razón, de cara a establecer un diagnóstico no resulta relevante en un primer momento establecer un sistema de ponderación en este sentido.

Por el contrario, sí se ha establecido un sistema de referenciación ligado a la idea de sustentabilidad, a través de las coordenadas de la sustentabilidad, con base a las mejores posiciones en cada indicador. Cabe señalar que la figura de las Coordenadas de la Sustentabilidad demostró que ninguno de los municipios analizados es sustentable. De esta forma, se cumple con los objetivos planteados en la investigación.

Resultaría interesante establecer una medida en términos de la sustentabilidad absoluta mediante la adopción de estándares ambientales y valores críticos como valores de referencia. En este caso, las distancias evaluadas serían en términos de la brecha existente a la sostenibilidad absoluta en ese indicador concreto. Este ejercicio necesita no obstante de un importante esfuerzo en materia de consulta a expertos y definición de umbrales críticos.

En referencia al índice derivado de la teoría de conjuntos difusos, se ha de afrontar el perfeccionamiento del mismo, incorporando las potencialidades del análisis difuso, por ejemplo, la utilización de información subjetiva o incompleta o la definición difusa del concepto de sostenibilidad. Para ello, se habrá de partir a su vez de información de expertos que permita una mejor aproximación a la forma funcional del concepto de sustentabilidad.

En este sentido, dado que se pretende conceder una mayor relevancia a la toma de decisiones en materia de sustentabilidad urbana, el diseño de un modelo de inferencia difusa, tal y como se propuso en el capítulo cuarto, resulta la principal opción metodológica. Este modelo de razonamiento aproximado aplicado a la elaboración de una medida sintética de la sustentabilidad, permite la evaluación difusa de la información existente en los indicadores iniciales, mediante reglas de razonamiento más próximas al razonamiento humano. El resultado final es una medida en términos de nivel de pertenencia a los distintos conjuntos difusos en los que se divida la variable lingüística de sustentabilidad urbana.

Finalmente podríamos decir que quedan varios pendientes, ya que, los avances realizados en la definición de instrumentos de valoración asociados a la toma de decisiones en materia de desarrollo sustentable no albergan demasiadas esperanzas en el estado de México y en especial en la metrópoli de Toluca. No obstante, el auge de modelos propios del enfoque de la sustentabilidad, puede suponer un cambio de orientación real hacia el paradigma de la sostenibilidad. La disponibilidad de información y el conocimiento de las interrelaciones entre las actividades humanas y los ecosistemas naturales son dos de los principales problemas que surgen para la aplicación de estos modelos.

Otra línea de avance hacia la sustentabilidad es apuntada desde el enfoque para la incorporación plena del medio ambiente en la contabilidad nacional y regional. Desde esta alternativa, más próxima a la Economía convencional, se podrían perfeccionar los instrumentos tradicionales de contabilidad, básicamente mediante el desarrollo de: cuentas satélites, cuentas en términos físicos, indicadores físicos y medidas sintéticas distintas a las tradicionales.

Los resultados obtenidos por esta vía sin duda reflejarán en mayor medida las externalidades negativas que el crecimiento económico y urbanístico produce en la calidad del medio ambiente global. Por ello, es de esperar que de su aplicación progresiva a la toma de decisiones se deriven medidas correctoras. Un ejemplo actual es el Protocolo de Kyoto en el que se definen las cuotas de emisión de contaminantes para las naciones que lo han suscrito y corroborado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adriaanse, A. (1993) *Environmental Policy Performance Indicators. The Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment*, The Hague.
- Adriaanse, A. (1994) *In Search of Balance: A Conceptual Framework for Sustainable Development Indicators. Network Seminar on Sustainable Development Indicators*, London.
- Aguilera, F. (1995) *Economía de los recursos naturales: un enfoque institucional*, Textos de S. V. Ciriacy-Wantrup y K. W. Kapp, Fundación Argentaria, Madrid.
- Bettini, V. (1996) *Elementi di Ecologia Urbana*, Einaudi, Traducción al español de la Editorial Trotta, Turin.
- Boiser, S. (1997) “El vuelo de un cometa. Una metáfora para una teoría del desarrollo territorial” en Revista EURE, Vol. XXIII, núm. 69, julio, Santiago de Chile, pp. 7-29.
- Boisier, S. (1998) “El desafío territorial de la globalización. Reflexiones acerca del sistema regional chileno” en *Economía Sociedad y Territorio*, vol. I. núm. 4, El Colegio Mexiquense, A.C., Toluca, pp. 755-777.
- Boisvert, V., N. Holec y F.D. Vivien (1998) “Economic and Environmental information for sustainability” en Faucheux, S. y M. O’Connor (eds.) *Valuation for Sustainable Development. Methods and Policy Indicators. Advances in Ecological Economics series*, Edward Elgar Pub. Inc., Cheltenham, UK., pp.1-18.
- Bolívar, A. et. al. (1993) *Metrópolis: Globalidad y modernidad*, UAM-A, México.
- Caravaca, I. et. al. (1995) “Efectos territoriales de la reestructuración productiva en España”, *Ciudad y Territorio, estudios territoriales*, vol. III, núm. 106, invierno, pp. 715-744.
- Carley, M. (1981) *Social Measurement and Social Indicators. Contemporary Social Research*, George Allen & Unwin, London.

- Carreño, F. (coord.) (2002) *Planeación en México: Región y Ambiente*, UAEM, México.
- Carreño, F. (coord.) (2003) *Planeación del territorio y ambiente en América Latina*, tomos I y II, UAEM, México.
- Carreño, F. (coord.) (2015) *Epistemología de la Sustentabilidad*, México, UAEM, México.
- Castells, M. (2000) “La ciudad de la nueva economía” en Revista papeles de población, CIEAP, núm. 26. octubre-diciembre.
- Castro, E. (1996) “Propuesta conceptual y metodológica de directrices urbano-ambientales para el desarrollo regional. El caso de San Miguel Teotongo”, en José Luis Calva (coord.) *Sustentabilidad y desarrollo ambiental*, Ed. Juan Pablos.
- Castro, J. M. (1997) *El Desarrollo Sostenible como meta en la planificación socioeconómica de Andalucía. II Congreso Internacional de Universidades por el Desarrollo Sostenible y el Medio Ambiente*, OIUDSMA, Granada.
- Castro, J. M. (1998) *Algunas reflexiones sobre sistemas de indicadores de medio ambiente urbano. Actas del I Congreso Mundial sobre Salud y Medio Ambiente Urbano*, Madrid.
- Castro, J. M. (2000) *Principales Tendencias en la Medición de la Sostenibilidad Urbana mediante Indicadores*, Instituto de Estadística de Andalucía, Sevilla, pp.105-125.
- Castro, J. M. (2002) *Indicadores de Desarrollo Sostenible Urbano*, Universidad de Málaga, España.
- Castro, J. M. y A. Morillas Raya (1998) *Alternative Design for the City Development Index based on Distance Measure. Research Partnership for the “Analysis of the Global Urban Indicators Database and Design of Urban Indices”*, Urban Indicators Programme, Global Urban Observatory, Nairobi.
- Chevalier, S., R. Choiniere y L. Bernier et. al. (1992) *User guide to 40 Community Health Indicators. Community Health Division, Health and Welfare Canada*, Ottawa.

- Coraggio, J. L. (1997) “La Política urbana metropolitana frente a la globalización”, en Revista EURE, vol. XXIII, núm. 69, Santiago de Chile, pp. 31-54.
- De Mattos, C. (1996) “Avances de la globalización y nueva dinámica metropolitana: Santiago de Chile, 1975 – 1995” en Revista EURE, vol. XXII, núm. 65, Santiago de Chile.
- De Mattos, C. (1996) “Avances de la globalización y nueva dinámica metropolitana: Santiago de Chile, 1975 – 1995” en Revista EURE, vol. XXII, núm. 65, Santiago de Chile.
- De Mattos, C. (1998) “Reestructuración, crecimiento y expansión metropolitana en las economías emergentes latinoamericanas” en Economía y Territorio, vol. I. núm. 4, julio–diciembre, El Colegio Mexiquense, A.C., Toluca, México, pp. 723-754.
- EEA (1995) *Europe´s Environment: The Dobris´Assessment*, European Environment Agency–Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- EEA (1998) *Europe´s Environment: The second Assessment*, European Environment Agency–Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- EEA (1999) *Medio Ambiente en la Unión Europea en el cambio de siglo*, European Environment Agency–Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- EEA (2000) *Environmental Signals 2000*, European Environment Agency–Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Engels, F. (1972) *Dialéctica de la naturaleza, Notas y fragmentos. Dialéctica-Causalidad*, Ed. Cártago, Buenos Aires, pp. 185.
- Engels, F. (1988) *Anti-Dühring*, Progreso, México, pp. 23-24.
- EUROSTAT (1998) *Indicadores de Desarrollo Sostenible. Estudio piloto según la metodología de la Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas*, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo.

- EUROSTAT (2000) *Toward environmental Pressure Indicators for the EU*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Fernández, R. (1994) Problemáticas ambientales y procesos de producción hábitat, Godisa, Barcelona,
- Fisk, P. (1998) *Regional planning and sustainability, a conceptual model for urban rural linkage*, Presented at The Harvard Graduate School of Design Colloquy on sustainability, USA.
- Foladori, G. y N. Pierri (coord.) (2005) *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*, Colección América Latina y el Nuevo Orden Mundial-Miguel Ángel Porrúa-UAZ-Cámara de Diputados LIX Legislatura, México.
- Fricker, A. (1998) "Measuring up to sustainability" en *Futures*, vol. 30, núm. 4, pp.367-375.
- Friedmann, J. (1997) "Futuros de la ciudad global. El rol de las políticas urbanas y regionales en la región Asia-Pacífico" en *Revista EURE*, vol. XXIII, núm. 70, diciembre, Santiago de Chile, pp. 39-57.
- Friend, A. M. y D. J. Rapport (1979) *Towards a Comprehensive Framework for Environmental Statistics: A Stress-Response Approach*, Statistics Canada, Ottawa.
- Galafassi, G. (1993) "La relación medio ambiente-sociedad: algunos elementos para la comprensión de su complejidad" en *Revista Paraguaya de Sociología*, año 30, núm. 86.
- Gallopín, G.C. (1996) *Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators, A system approach. Environmental Modelling and Assessment*, núm. 1, pp. 101-117.
- Gallopín, G.C. (1997) "Indicators and their use: information for decision making." en Moldan, B. y S. Billhartz (eds.) *Sustainability indicators: Report of the project on Indicators of Sustainable Development*, SCOPE, Wiley and Sons Ltd, Chichester, UK, pp. 13-27.
- Gallopín, G. (1997) "Indicators and their Use: Information for Decision-

- making” en Moldan & Billharz (eds.) *Sustainability Indicators. Report of the project on indicators of Sustainable development*, SCOPE, Inglaterra.
- García, G. (1993) “A pesar del saneamiento de las finanzas, se agudiza la concentración de riqueza y persiste el desempleo en el D.F.” en *El financiero*, México 21 de abril.
- Garza, G. (coord.) (2000) *La ciudad de México en el fin del segundo milenio*, Gobierno del Distrito Federal-COLMEX, México.
- Georg, L. (1960) “Historia y conciencia de clase” en *Obras completas*, vol. III, Grijalbo, México, p. 245.
- Giori, D. (1972) “Introduzione” en *Sul modo di produzione asiático*, Franco Angeli Editore, Milán.
- Godelier, M. (1969) “El concepto de modo de producción asiático y los esquemas marxistas de evolución de las sociedades”, en *Sobre el modo de producción asiático*, Ediciones Martínez Roca.
- Hardi, P. y T. Zdan (eds.) (1997) *Assessing Sustainable Development: Principles in Practice. Report of the Conference on Sustainable Development Performance Measurement*, Bellagio, IISD, Winnipeg.
- Hardoy, J. (1998) “El proceso de Urbanización” en Roberto Segre (comp.) *América Latina en su arquitectura*, Trillas, México.
- Hart, M. (1995) *Guide to Sustainable Community indicators. QLF/Atlantic Center for the Environment*, Ipswich, ME.
- Harvey, D. (1989) *Urbanismo y desigualdad social*, Siglo XXI, Madrid.
- INEGI, (1990) *XI Censo Nacional de Población y Vivienda 1990*, México.
- INEGI, (2000) *XII Censo Nacional de Población y Vivienda 2000*, México.
- Isla, M. (2000) *Información ambiental local o indicadores para la gestión local*, Instituto de Estadística de Andalucía (ed.), Sevilla, pp. 145-159.
- Lange, O. (1966) *Economía política*, Fondo de Cultural Económica, México, p. 19.
- Leff, E. (1994a) *Ecología y Capital*, Siglo XXI, México.

- Leff, E. (1994b) "*Ecotechnological productivity: the emergence of a concept, its implications and applications for sustainable development*", Ponencia presentada en *Second international Conference on "Implications of Bioeconomics"* European Association for Bioeconomics Studies, Dragan European Foundation, Palma de Mallorca.
- Leff, E. (1998) Saber ambiental. Sustentabilidad, racionalidad, complejidad y poder, PNUMA-CIICH-Siglo XXI, México.
- Legorreta, J. (1983) El proceso de urbanización en las ciudades petroleras, Centro de ecodesarrollo México, pp. 63-110.
- Malthus, T. R. (1986) *An Essay on the Principle of Population*, 1ª edición de 1798, Pickering, London.
- Martínez, A. J. (1994) *Curso Básico de Economía Ecológica*, PNUMA.
- Martínez, J. (1987) *Ecological Economics: Energy, Environment and Society*, Oxford, Basil Blackwell.
- Martínez, J. (1992) *De la Economía Ecológica al Ecologismo Popular*, ICARIA, Barcelona.
- Martínez, J. (1999) *Introducción a la Economía Ecológica*, Rubes, Barcelona.
- Martínez, J. y K. Schlupmann (1991) *La Ecología y la Economía*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Marx y Engel (1972) *El Manifiesto Comunista*, Editorial Progreso, México.
- Marx, K. (1968) *La ideología alemana*, Trad. de W. Roces en la edición Pueblos Unidos, Montevideo, pp. 675.
- Marx, K. (1988) *El Capital*, tomo 1, Siglo XXI, México.
- MMA (1996) *Indicadores ambientales. Una propuesta para España*, Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- MMA (2000) *Sistema español de indicadores ambientales: Área de medio urbano*, Centro de Publicaciones, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

- Monroy, R. (1996) "El desarrollo sustentable al alcance de la sociedad civil" en G. Videla (coord.) *Por un desarrollo sustentable para la economía campesina*, Cuernavaca, Morelos, pp. 21-26.
- Monroy, R. y H. Colín (1995) *Manejo integrado de Recursos*, UAEM-CIB-Laboratorio de Ecología, Cuernavaca, Morelos, p. 148.
- Mumford, L. (1961) *The City in history*, Harcourt, Brace y Jovanovich, New York.
- Naredo, J. M. y S. Rueda (1996) "La 'ciudad sostenible': Resumen y Conclusiones" en MOPTMA (ed.) *Ciudades para un futuro más sostenible. Primer catálogo español de buenas prácticas*, Comité Español Habitat II, Madrid.
- Novaes, E. (1996) "La metropolización en América Latina" en E. Neira *El desarrollo sustentable y las metrópolis latinoamericanas*, COLMEX, México pp. 79-92.
- OCDE (1994) *Environmental indicators*, Organization for Cooperation and Development, París.
- Odum, E. P. (1953) *Fundamentals of Ecology*, 1ª Ed., W.B. Saunders, Philadelphia.
- OECD y OCDE (1978) *Urban Environmental Indicators*, OCDE, París.
- OECD y OCDE (1993) *OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews*, Environment Monographs, núm. 83, OCDE, París.
- OECD y OCDE (1994) *Environmental Indicators*, OECD, París.
- OECD y OCDE (1997) *Better understanding our cities. The role of urban indicators*, OCDE, París.
- OECD y OCDE (1998) *Core Set of Indicators of Development Progress. Development Assistance Committee, DAC*, vol. 98, núm. 6, OCDE, París.
- OECD y OCDE (2001) *Policies to enhance sustainable development*, OCDE, París.
- Pirenne, H. (1972) *Las ciudades de la edad media*, Alianza Editorial, Madrid.

- Polese, M. (1998) *Economía regional y urbana. Introducción a la relación entre territorio y desarrollo*, LUR-BUAP-GIM, Cartago, Costa Rica, pp. 29-58.
- Polese, M. (1998) *Economía urbana y regional*, Libro Universitario Regional, EULAC-GTZ.
- Quiroga, R. (2001) *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas*, Serie Manuales 16, Comisión Económica para América Latina, Santiago de Chile. Disponible en: [www.eclac.cl](http://www.eclac.cl)
- Quiroga, R. (2004) *Información Ambiental en el Desarrollo de la Sustentabilidad de América Latina*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL.
- Rees, W. E. (1996) "Revisiting carrying capacity: area-based indicators of sustainability" en *Population and Environment*, vol. 17, núm. 3, pp. 195-215.
- Robledo, H. y E. Eichman (1990) *Antología de diseño urbano*, Facultad de Arquitectura-División de Estudios de Posgrado-UNAM, México.
- Rodríguez, C. (2002) *Diseño de Indicadores de Sustentabilidad por cuencas hidrográficas*, Instituto Nacional de Ecología-Dirección de Manejo Integral de Cuencas Hídricas, México.
- Silvert, W. (2000) "Fuzzy indices of environmental conditions" en *Ecological Modelling*, núm.130, pp. 111-119.
- Sustainable Seattle (1995) *Indicators of Sustainable Community*, Metro Center YMCA, Seattle, WA.
- Toledo, V. (1994) "Tres problemas en el estudio de la aprobación de los recursos naturales y sus repercusiones en la educación" en E. Leff, (coord.) *Sociología y ambiente formación socioeconómica, racionalidad ambiental y transformaciones del conocimiento. Ciencias sociales y formación ambiental*, Gedisa Barcelona, pp.157-180.
- UNCSD (1996) *Indicators of Sustainable Development: Framework and Methodologies*, United Nations Commission on Sustainable

- Development, New York.
- UNDP y PNUD (1992) *Human Development Report, 1992*, Oxford University Press, New York and Oxford.
- UNDP y PNUD (2000) *Human Development Report, 1999*, Oxford University Press, New York and Oxford.
- United Nations (1992) *Earth Summit Agenda 21*, The United Nations Programme of Action from Rio.
- United Nations/Naciones Unidas (1977) *Indicators of the quality of urban development: Report of the meeting of the Ad Hoc Group of Experts (8-12 Dec. 1975)*, Department of Economic and Social Affairs, United Nations, New York.
- Vitousek, P., H.A. Mooney, J. Lubchenco y J.M. Melillo (1997) "Human domination of earth's ecosystems" en *Science*, núm. 277, pp. 494-499.
- Ward, P. M. (1990) México una megaciudad, Alianza México, pp. 133-160.
- Wells, P.S. (1984) *Farms, villages and cities. Commerce and Urban Origins in Late Prehistoric Europe*, Cornell University Press.
- World Bank (1995) *Monitoring Environmental progress: A report of the Work in progress*, World Bank, Washington, DC.
- World Bank (1997) *Expanding the Measure of Wealth. Indicators of Environmentally sustainable Development*, World Bank, Washington, D.C.
- World Bank (2000a) *World Development Indicators 2000*, World Bank, Washington, D.C.
- World Bank (2000b) *World Development Report 2000-2001, Attacking poverty*, World Bank, Washington, D.C.
- World Bank (2000c) *Cities in Transition. World Bank Urban and Local Government Strategy*, Urban Development Division, Infrastructure Group, World Bank, Washington, D.C.
- World Bank (2001) *Urban Environmental Priorities. Environmental Strategy Background Papers*, Urban Development Division,

Infraestructure Group, World Bank. Washington, D.C.

World Economic Forum (2001) *2001 Environmental Sustainability Index. In collaboration with Yale Center for Environmental Law and Policy and the Center for International Earth Science Information Network at Columbia University*, Annual Meeting in Davos, World Economic Forum, Switzerland.

Zarzosa, P. (1996) *Aproximación a la medición del Bienestar Social*, Universidad de Valladolid, Valladolid.

*Páginas electrónicas:*

<http://www.fundacionsustentable.org/contentid-61.html>

<http://www.ecoportal.net/>

<http://www.union.org.mx/agua/novedades/amnca.htm>

<http://www.iiiec.unam.mx/CIDMA2005/>

<http://www.redibec.org/archivos/revibec.htm>

<http://agenda21ens.cicese.mx/talleresregionales.htm>

<http://www.agenda21-local.net/portal/glosarioCategoria>.

<http://www.coruna.es/medioambiente/o2o1intro.jsp>

<http://www.fundacionsustentable.org/contentid-61.html>

[www.cambioclimaticoya.blogspot.com](http://www.cambioclimaticoya.blogspot.com)

<http://cuidemos-medio-ambiente.blogspot.com/>

<http://agenda21-local.blogspot.com/>

<http://consumo-sustentable.blogspot.com/>

<http://responsabilidad-social-corporativa.blogspot.com/>

<http://cambioclimaticoya.blogspot.com/>

<http://desarrolloysustentable.blogspot.com/>

<http://fundacionsustentable.blogspot.com/>

<http://turismosustentable.blogspot.com/>

<http://agenda21nea.org.ar/>

<http://hdr.undp.org/hdr2006/pdfs/report/>

[http://hdr.undp.org/hdr2006/report\\_sp.cfm](http://hdr.undp.org/hdr2006/report_sp.cfm)

[http://ww.semarnat.gob.mx/presenciainternacional/  
mecanismosdecooperaciontecnicaycientifica/Multilaterales/  
Fondo%20Mundial%20para%20el%20Medio%20Ambiente.pdf](http://ww.semarnat.gob.mx/presenciainternacional/mecanismosdecooperaciontecnicaycientifica/Multilaterales/Fondo%20Mundial%20para%20el%20Medio%20Ambiente.pdf)

[http://www.fmcn.org/mecanismos\\_de\\_apoyo.htm](http://www.fmcn.org/mecanismos_de_apoyo.htm)

<http://www.undp.org.mx/>

<http://sgp.undp.org/>

<http://theomai.unq.edu.ar/artguido001.htm>

<http://prodeco.xoc.uam.mx/ecoecol>

<http://www.ciudad21.org/enlaces.php>

<http://ambiental.uaslp.mx/docs/conferencias.asp>

<http://www.iisd.org/publications/pub.aspx?id=485>

<http://www.oei.es/decada/index.html>

<http://www.planetavivo.org>

Indicadores de la sustentabilidad, publicado  
por el Centro de Estudios de Investigación en  
Desarrollo Sustentable y por Colofón, se terminó  
de imprimir en junio de 2017 en los talleres de Eddel  
Graph S. A. de C. V. El tiraje consta de 1000 ejemplares.  
La composición se realizó con tipografía Chaparra Pro y la  
impresión mediante Offset en papel Bond de 90 gr.



