



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
URBANISMO

LA SUSTENTABILIDAD URBANA EN LA METRÓPOLI DE TOLUCA

TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN URBANISMO

PRESENTA
FERMÍN CARREÑO MELÉNDEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
URBANISMO

LA SUSTENTABILIDAD URBANA EN LA METROPOLI DE TOLUCA

TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN URBANISMO

PRESENTA
FERMÍN CARREÑO MELÉNDEZ

TUTORA
Dra. Gemma Verduzco Chirino

COTUTORES
Dra. Esther Maya Pérez
Dr. Salvador Adame Martínez

2010



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
URBANISMO**

LA SUSTENTABILIDAD URBANA EN LA METROPOLI DE TOLUCA

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN URBANISMO**

**PRESENTA
FERMÍN CARREÑO MELÉNDEZ**

**TUTORA
Dra. Gemma Verduzco Chirino**

SINODALES

**Dr. Héctor Robledo Lara
Dr. Orlando Eleazar Moreno Pérez
Dra. Esther Maya Pérez
Dr. Salvador Adame Martínez**

**A todos los que mantienen
viva la esperanza de un
México diferente y desde su trinchera
luchan por igualdad, justicia,
libertad y democracia**

***A Esperanza y Fermín
Por su amor y ejemplo***

***A mis hijos
A mi compañera***

***A quienes me distinguen con
su amor, cariño, amistad,
dignidad, rebeldía y
solidaridad***

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN.....	6
CAPÍTULO I. CIUDAD, NATURALEZA Y SOCIEDAD.....	27
1.1.- NATURALEZA Y SOCIEDAD.....	28
1.2.- LA CIUDAD.....	34
1.2.1. <i>Las ciudades pre-industriales</i>	34
1.2.2. <i>La ciudad industrial.</i>	44
1.2.3. <i>Las ciudades globales.</i>	55
1.3.- LA CIUDAD COMO ECOSISTEMA.....	57
1.3.1.- <i>El ecosistema urbano</i>	60
CAPÍTULO II. SUSTENTABILIDAD, POLÍTICAS E INSTRUMENTOS.....	64
2.1 EL CONCEPTO DE SUSTENTABILIDAD.....	65
2.2 LA SUSTENTABILIDAD URBANA.....	68
2.3 OBJETIVOS DE LA SUSTENTABILIDAD.....	70
2.4 LA CONTRADICCIÓN: EQUIDAD VS. EFICIENCIA.....	72
2.5 LA SUSTENTABILIDAD GLOBAL Y LOCAL.....	75
2.6 MEDICIÓN DEL DESARROLLO SUSTENTABLE.....	77
2.6.1. <i>Indicadores Sociales</i>	79
2.7 MODELOS DE SUSTENTABILIDAD.....	84
2.7.1 <i>Presión- Estado-Respuesta (PER)</i>	84
2.7.2 <i>Fuerza Motriz-Estado-Respuesta (F-E-R)</i>	84
2.7.3 <i>Marco Ordenador Presión-Estado-Impacto/ Efecto-Respuesta, P-E-I/E-R, del CIAT, Colombia.</i>	85
2.7.4 <i>Marco Ordenador en base a Familias, Chile</i>	85
2.8. <i>INICIATIVAS DE LA SUSTENTABILIDAD</i>	86
CAPÍTULO III. INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD URBANA.....	101
3.1. ¿QUÉ SON LOS INDICADORES?.....	103
3.2. SISTEMA INDICADORES.....	110
3.2.1. <i>Sistema de indicadores Modelo PER</i>	111
3.3. INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD.....	116
3.3.1. <i>Aportes metodológicos</i>	117
3.3.2. <i>Modelos y metodologías específicas</i>	127
3.4. INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD URBANA (ALGUNAS EXPERIENCIAS).....	131
3.4.1. <i>Comisión de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (UNCHS/HABITAT)</i>	134
3.4.2. <i>Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)</i>	135
3.4.3 <i>Indicadores Comunes Europeos (Comisión Europea).</i>	138
3.4.4 <i>Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)</i>	140
3.4.5 <i>Oficina de Estadística de la Comisión Europea (EUROSTAT).</i>	144
3.4.6 <i>Indicadores de Seattle Sostenible (EE.UU.)</i>	151
3.4.7 <i>Sistema de Indicadores de Sustentabilidad Ambiental de Canadá</i>	152
3.5. RESUMEN.....	154
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS EMPÍRICO.....	156
4.1. ANÁLISIS DE LA SUSTENTABILIDAD URBANA.....	157

4.1.1. <i>Concepto y estructura del modelo urbano</i>	158
4.2. DEFINICIÓN DE INDICADORES TEÓRICOS	161
4.3 MUNICIPIOS	161
4.3.1 <i>Sistema de indicadores seleccionados</i>	163
4.4 LAS FUENTES ESTADÍSTICAS Y SUS LIMITACIONES	165
4.5.- MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	167
4.6.- COMPONENTES PRINCIPALES--CLÚSTER	171
4.7.- GRUPOS BORROSOS (FUZZY CLUSTERING REPORT)	190
4.8. DENDOGRAMA	
5.- RESULTADOS FINALES	236
5.1.- <i>Descripción</i>	236
5.2.- <i>Grafica Coordenadas de la Sustentabilidad Urbana Municipal</i>	237
5.3. <i>Descripción Retrospectiva del Procedimiento para Obtener las Coordenadas Triangulares del</i> <i>"Superindicador de Sustentabilidad Municipal"</i>	238
CONCLUSIONES	245
BIBLIOGRAFÍA	257
ANEXOS	280

RESUMEN

La investigación se dirigió a analizar la sustentabilidad, en especial la urbana, con indicadores que se construyeron en el ámbito socioeconómico, ambiental y territorial, siendo este último, una dimensión propuesta por el autor, estos permitieron incorporar una visión holística del paradigma contradictorio que resulta ser la sustentabilidad.

La evaluación abarcó 12 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, con 75 indicadores; 17 de ellos elaborados por el autor. Se utilizaron diversos métodos de análisis estadístico como el de Componentes Principales, Conglomerados mejor conocido como Clúster, el de Conjuntos Difusos o Fuzzy Set y el Dendograma.

Como resultado de lo anterior se integró indicador, al que denominamos como Superindicador, el cual nos permitió definir las Coordinadas de la Sustentabilidad urbana en los 12 municipios metropolitanos.

El trabajo de investigación nos permitió demostrar que a mayor crecimiento urbano industrial y de acumulación de capital se presenta un deterioro mayor en el medio ambiente y en la calidad de vida de los habitantes de la metrópoli de Toluca.

Palabras clave: Sustentabilidad urbana, indicadores y coordenadas de la sustentabilidad.

RESUMO

O inquérito foi conduzido para analisar a sustentabilidade, especialmente o urbano, com indicadores que foram construídos no contexto sócio-econômico, ambiental e territorial, sendo este último uma dimensão proposta pelo autor, estes permitiram incorporar uma visão holística do paradigma contraditório Acontece que a sustentabilidade.

A avaliação abrangeu 12 municípios da região metropolitana do Vale do Toluca, com 75 indicadores, 17 deles foram atraídos pelo autor. Foram utilizados vários métodos de análise estatística, como componentes principais, cluster Cluster conhecido como os Conjuntos Fuzzy e Fuzzy Set eo dendograma.

Como resultado deste indicador foi integrada, que chamamos de Superindicador, o que nos permitiu definir as coordenadas da sustentabilidade urbana nos 12 municípios metropolitanos.

A investigação permitiu demonstrar que o mais rápido crescimento industrial da cidade ea acumulação de capital prevê uma maior deterioração do ambiente e qualidade de vida dos habitantes da metrópole de Toluca.

Palavras-chave: indicadores de sustentabilidade urbana e coordenadas da sustentabilidade.

ABSTRACT

The investigation was direct to analyze the sustainability, especially the urban, with indicators that were built in a socioeconomic, environmental and territorial field, being the last one, a dimension proposed by the author; the aspects mentioned before, allowed the incorporation of an holistic vision of the contradictory paradigm that turns out to be the sustainability.

The evaluation included 12 municipalities of the Metropolitan Zone of the Valley of Toluca, with 75 indicators; 17 of them made by the author. Diverse methods of statistic analysis like the one of Main Components, Conglomerated, better known as the Cluster and the Fuzzy Set were used.

As a result of the previously mentioned, an indicator denominated "Super indicator" was incorporated, this one made possible to define the Urban Sustainability Coordinates in the 12 municipalities.

The work of investigation allowed us to demonstrate that the greater industrial urban growth and capital accumulation, a greater environmental and inhabitant's quality of life deterioration in Toluca's Metropoli will appear.

Key words: Urban Sustainability, indicators and sustainability coordinates.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo humano se ha caracterizado por un constante incremento de la capacidad cognoscitiva del hombre y de su poder para actuar sobre la naturaleza. Sin embargo, dicho poder se ha visto enfrentado a un encadenamiento dinámico de fenómenos y situaciones que paulatinamente se han hecho más evidentes, planteándole nuevas exigencias en cuanto a sus acciones e instrumentos, así como en su manera de concebir y conceptualizar la realidad. Proponer un conocimiento lineal, compuesto de innumerables disciplinas paralelas, no alcanza a cumplir ya con sus objetivos científicos ni prácticos. El indispensable proceso de desarrollo supone complementariedades y transformaciones que se dan en universos interdependientes. Las políticas tendientes a frenar la creciente acumulación de desechos de todo tipo, las aglomeraciones urbanas irracionales o el agotamiento de los recursos básicos, no pueden ir en contra del proceso de desarrollo, sino más bien orientarlo, armonizarlo y adecuarlo al medio ambiente, el cual es, en último término, el que determina las posibilidades de desarrollo social y expansión económica a largo plazo.

El paradigma del desarrollo capitalista dominante descansa en el crecimiento incesante de la producción de bienes y servicios cuya finalidad última es el consumo y la amplitud y profundización a través del juego libre de las fuerzas “invisibles” del mercado, se espera que irradien a toda la sociedad (estándares de consumo y niveles de ingreso superiores a las necesidades básicas). Este tipo de desarrollo ha producido una realidad muy diferente a la postulada por el modelo capitalista: desigualdad social y entre los géneros, violencia, destrucción del ambiente y contaminación son algunos de sus características.

El desarrollo capitalista dependiente y subordinado por el que transita la formación social mexicana ha significado desde el punto de vista ambiental una creciente degradación y destrucción de su medio natural, y desde el punto de vista antropológico, social, económico, político y ético una crisis de conciencia frente a las crisis agraria, alimentaria, industrial, energética, económico financiera y urbana que se manifiesta en la pobreza, marginación, desempleo y endeudamiento externo en la mayoría de las poblaciones. Por otro lado, una concentración en muy pocas manos de la riqueza nacional y despilfarro de

recursos naturales y humanos en un polo y otro de la estructura clasista de la sociedad mexicana.

De igual forma, entre los problemas ambientales a los que se enfrenta la Humanidad en el nuevo siglo, la proliferación de lo urbano es, sin duda, uno de los más ambivalentes y complejos, por sus ramificaciones en lo económico, social, político, ambiental y cultural.

Estas tendencias se han agudizado en los últimos años como consecuencias del boom inmobiliario en el que nos hallamos inmersos, tanto en el entorno de las ciudades medias y grandes como en el litoral en general. La actual explosión urbanizadora en México está estrechamente relacionada con el nuevo ciclo económico expansivo y ha aprovechado el marco desregulador impulsado por los sucesivos gobiernos, y las expectativas del negocio del capital especulativo en los sectores del suelo y la vivienda.

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 productivas, la degradación paisajística, el aumento del consumo energéticos y de otros recursos naturales, y el incremento de la producción de residuos. Pero al mismo 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.

Según el modelo de desarrollo lineal y “productivista” imperante hasta hoy, el metabolismo lineal de las ciudades las convierte en consumidoras de recursos provenientes del medio natural, a la vez que depositan en éste los desechos que en ellas se producen.

Esta situación conduce al agotamiento de recursos y la contaminación ambiental que caracterizan la crisis del mundo actual, cuando las necesidades del ecosistema urbano (que se alimenta de otros) sobrepasan las posibilidades de su territorio de influencia para reproducir los recursos y reciclar los desechos (lo que comúnmente se conoce como capacidad de carga).

La reflexión que tenemos que hacernos es de si *¿el desarrollo de la humanidad requiere de Sustentabilidad o compatibilidad socioeconómica, territorial y ambiental?*

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 las 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 hay son desconocidas.

Pero entonces ¿es posible que en el proceso de industrialización-urbanización actual, el desarrollo sea sustentable?

Con las propuestas neoliberales del desarrollo, son bien conocidas como las estrategias más novedosas en cuanto a la refuncionalización de la economía del libre mercado, han conceptualizado la problemática ambiental básicamente desde los aspectos de contaminación y la escasez de los recursos naturales. Desde esta base es que ha desarrollado sus estrategias de incorporación del fenómeno ambiental a los procesos de desarrollo, elaborando “múltiples métodos para la evaluación ambiental y en el desarrollo de sistemas de cuentas aplicados a la contabilización del stock de recursos naturales y los flujos de materia y energía” (Allen, 1996).

La dinámica tradicional de la Administración Pública se ha caracterizado por el tratamiento de problemas específicos, generalmente desde la óptica sectorial. Esta práctica oculta el hecho de que la sociedad, como tal, es una unidad compleja e interrelacionada. La magnitud de estos vínculos pone de manifiesto los riesgos naturales y contruidos implícitos en las decisiones aisladas.

La gestión del desarrollo exige estrategias basadas en una visión general de la sociedad, con tomas de decisión integradas en áreas temáticas clave. El concepto de integración admite diferentes interpretaciones, todas ellas complementarias. La polarización de la actividad económica, de los conflictos sociales y de las presiones sobre el medio natural en las ciudades no debe impedir que pueda aspirarse a diseñar modelos sostenibles en los que se

considere la integración de las áreas metropolitanas en su contexto regional, al igual, tampoco puede concebirse un desarrollo sostenible que no atienda el equilibrio entre lo urbano y lo rural, o que no incorpore consideraciones relativas a la dimensión exterior de la sustentabilidad. Esta consideración exige, por lo tanto, planificar con amplias miras.

Una complejidad creciente de las interrelaciones entre fenómenos ha hecho que la relación sociedad-medioambiente se plantee cada vez más como un problema mundial que, desbordando lo puramente físico y natural, atañe por igual a todos los sistemas y a todos los grupos sociales; esta complejidad preocupa a todas las ideologías. Es, asimismo, una relación cuya comprensión sobrepasa el ámbito de las ciencias particulares, exigiendo un constante esfuerzo de integración Inter y transdisciplinaria.

La convicción respecto a la necesidad de superar enfoques fragmentarios mediante un alto grado de integración ha crecido a partir de numerosas iniciativas. Sin embargo, la integración temática debe ir también acompañada de una integración vía procedimientos, entre el proceso de decisión política, el diagnóstico y análisis de los problemas y la evaluación de sus repercusiones, la planificación la financiación y la ejecución de planes y programas.

Al diseñar una política urbana que analice los niveles de bienestar y de crecimiento económico, junto a la calidad del entorno y la presión sobre los recursos naturales, es necesaria la implementación de un sistema de información orientado a la medida integral del *desarrollo urbano*. Por ello creemos conveniente abordar esta dimensión urbano-ambiental en la metrópoli del Valle de Toluca, a efecto de analizar de manera integral los diversos factores y categorías que intervienen.

La investigación se justifica en la medida de que es necesario realizar un análisis integrado de la perspectiva urbana, ambiental, económica y política para contribuir a la consolidación progresiva de una nuevo enfoque de desarrollo, orientado a reconducir algunas de las pautas insostenibles de los actuales modelos a través de obtener indicadores del desarrollo urbano sustentable.

En este sentido, en la Metrópoli del Valle de Toluca, no se conoce un trabajo con una perspectiva integradora, que permita contribuir a regular la expansión urbana sin deterioro del entorno.

LA METROPOLIZACIÓN DE LAS TRANSFORMACIONES ECONÓMICAS.

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 (Cf. 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 alterno 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.

- **PROBLEMÁTICA**

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 fenómenos 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.

Es difícil no sentir cierta pesadumbre ante los resultados obtenidos a la hora de explicar e incorporar en los modelos económicos la aparición de señales de alerta que muestran las limitaciones físicas del planeta desde la escala global a la local. Estas “externalidades” de la actividad humana se materializan en el aceleramiento del cambio climático, el agotamiento de la capacidad de carga y de regeneraciones de los ecosistemas o su biodiversidad. Asimismo, fenómenos endémicos como la pobreza, la deuda exterior y el subdesarrollo tecnológico e industrial de muchos países siguen ampliando las diferencias entre los denominados primer y tercer mundo, retroalimentando, por otra parte, la degradación ambiental. Dentro de las regiones más desarrolladas, aparecen otro tipo de “externalidades”, como la deficiente calidad de vida, los altos niveles de paro y subempleo, las bolsas de pobreza, el hiperconsumo, etc.

Ante esta realidad se renueva la preocupación por el medio natural, la biodiversidad y el equilibrio ecológico a nivel planetario, buscando formas de urbanización, producción, consumo, etc, que aseguren el mantenimiento de bienestar para las generaciones futuras. Se trata de paradigmas de la sustentabilidad que promueve nuevas perspectivas de análisis dentro de las disciplinas sociales.

Las señales de alerta arriba referidas no son recogidas de forma eficiente por las medidas tradicionales de desarrollo, como el producto Interno Bruto (PIB), que consideran el crecimiento económico como el principal componente del desarrollo, e incluso del bienestar, sin referencia alguna a la calidad del modo seguido en términos distributivos, ecológicos o inter temporales. Desde un análisis relativo a la Economía Ecológica, se señala que las medidas agregadas tienen importantes lagunas por cubrir, concediendo excesivo énfasis a los valores monetarios y al mercado como institución para asignar recursos, minusvalorando el capital ambiental y su amortización, junto a otras percepciones subjetivas relacionadas con el concepto integrador de la “calidad de vida”.

En el siglo XX se asistió al auge del denominado fenómeno urbano, consistente en la proliferación de megaciudades y aglomeraciones urbanas en todo el mundo, desde la perspectiva socioeconómica, las ciudades son los

principales centros de actividad y decisión, concentrando crecientes cantidades de población. En el entorno urbano aparecen de forma más intensa manifestaciones de alerta asociadas a problemáticas de índole socioeconómica y psicológica como son: el paro; la economía subterránea; la pobreza suburbana; la falta de solidaridad; la alineación y el estrés. En referencia a los aspectos ambientales, las ciudades y entornos industriales adquieren el rango de causas explicativas directas de la crisis ambiental global, al ser las principales fuentes emisoras de residuos y contaminación, demandando cantidades crecientes de recursos naturales y energéticos de áreas cada vez más lejanas.

El crucial papel que juegan las ciudades en la *Nueva Economía* acentúa la urgencia de resolver los problemas estructurales derivados de la herencia urbana capitalista en términos de diseño y gestión de las ciudades en todos los ámbitos. Con base a esta necesidad y bajo el prisma de la sustentabilidad urbana, resulta trascendental implementar una aproximación holística de análisis; integrando conocimientos de disciplina como la Ecología, la Economía, el Urbanismo, la Sociología o la Psicología, entre otras.

En las dos últimas décadas el desarrollo económico de México ha producido cambios que han afectado a las ciudades y áreas metropolitanas, observándose la industrialización de unas y la terciarización de otras. Las tendencias de la situación actual caracterizadas por la crisis de la economía global, en especial, la de México, determinará nuevos escenarios para el país y para la Metrópoli en el proceso de urbanización observado.

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 han renovado convenientemente. O los crecimientos en la periferia se han 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 METROPÓLI DEL VALLE DE TOLUCA PRODRÍAMOS RESUMIRLA DE LA FORMA SIGUIENTE:

- 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.
- 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.
- 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.
- Es importante resaltar que la sobreexplotación de la línea de pozos que corre a lo largo del Río Lerma para suministrar agua al Distrito Federal, desde hace más de 40 años ha provocado que los niveles de los grandes lagos y mantos acuíferos del Alto Lerma haya disminuido considerablemente. Asimismo, por el tipo de acuerdo que estableció la federación para la explotación de dicho manto acuífero, la población de la zona no tiene acceso a este vital líquido. También debe considerarse la inexistencia de un sistema hidráulico y sanitario metropolitano, lo que provoca que la prestación de estos servicios se dé fragmentada.

- 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.
- Otro factor a considerar es la inmigración de las entidades vecinas a la región, que genera igualmente grandes presiones demográficas, esto ha implicado que el ritmo de crecimiento rebase la oferta de servicios, infraestructura y equipamiento.
- Las estimaciones de cómo evaluar el desarrollo urbano sustentable, hasta la fecha, no se cuenta con indicadores integrales que incorporen la variable territorial en el análisis.

Para esta investigación entendemos 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 Otzolotepec.

OBJETIVOS

- **GENERAL:**

Construir e integrar indicadores socioeconómicos, territoriales y ambientales a efecto de explicar por qué la sustentabilidad urbana es un paradigma contradictorio en la Zona Metropolitana de Toluca.

- **PARTICULARES:**

Identificar las variables en los indicadores ambientales, socioeconómicos y territoriales que contribuyan a explicar el paradigma de la sustentabilidad en la ZMT.

Aportar un instrumento analítico de aproximación teórico-metodológica de evaluación de la sustentabilidad urbana.

Revisar la literatura teórica más relevante en materia de conceptualización y cuantificación de la sustentabilidad, con especial referencia al ámbito urbano.

Identificar los principales modelos de evaluación de la sustentabilidad.

HIPÓTESIS

El espacio geográfico contiene los territorios y ambientes en cada época y lugar del movimiento histórico, mismos que con dimensiones espaciales relativamente pequeñas cuentan con características naturales, económicas, sociales y políticas similares entre sí, pero que pueden conformar solamente uno de los escenarios que forman el espacio geográfico.

Los indicadores propuestos, nos proporcionaran elementos que permitirán explicar, cómo es 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.

METODOLOGÍA

Para la realización de esta investigación nos apoyaremos fundamentalmente en el método hipotético deductivo, entendido como la forma de inferencia inmediata que consiste en derivar de manera lógica determinadas consecuencias, partiendo de ciertos principios generales o premisas. Con esto buscamos obtener los conceptos y teorías abstractas para posteriormente relacionarlas con el caso de estudio.

En nuestro caso, los conceptos y teorías abstractas (Rózga, 2001) se aplicarán a los procesos del desarrollo metropolitano.

Con la investigación documental, se realizará la revisión sistemática de diversas fuentes de información documental que en su conjunto permitirán dar mayor credibilidad a la realización de la investigación y nos permitirá vincular el caso de estudio con puntos de vista diversos, referentes al tema, lo que por su lado permitirá enriquecer la investigación, así como vincularla con los ámbitos internacionales, nacional y estatal. Esta técnica representa la base para el desarrollo de la investigación propuesta.

Con el análisis integral de los indicadores ambientales, socioeconómicos y territoriales, nos permitirá lograr una visión holística de la Sustentabilidad urbana en la zona metropolitana de la ciudad de Toluca, en tal sentido la gráfica siguiente ilustra esta percepción.

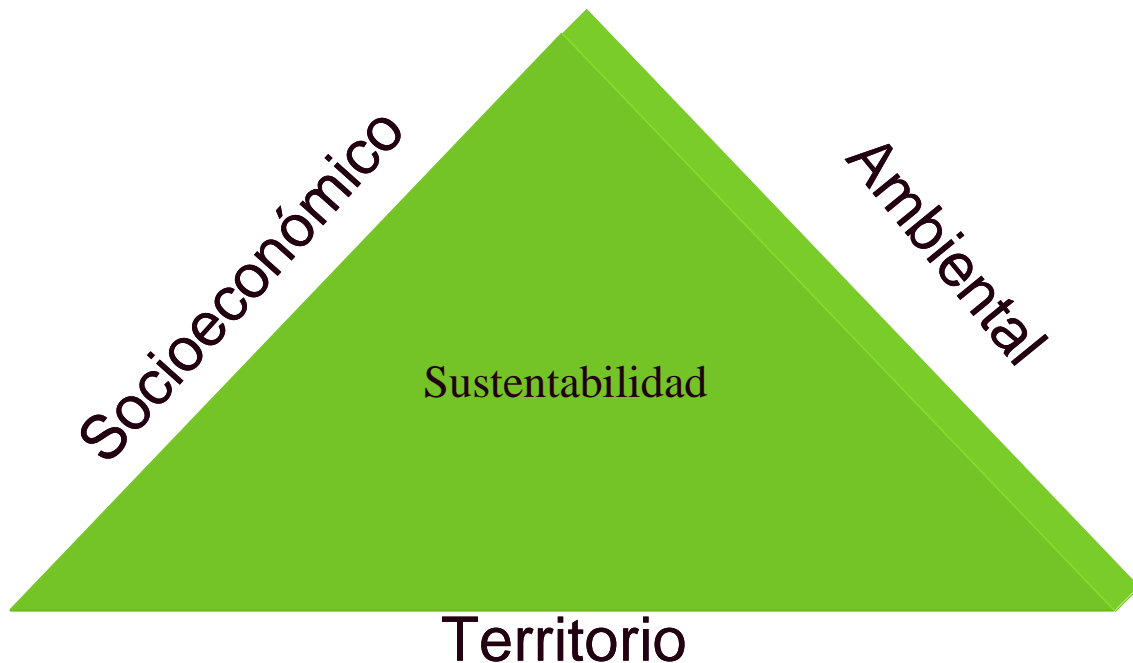


Figura 1: Sustentabilidad

Desarrollo empírico:

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

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

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

- **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).
- **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)
- 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 indicadores¹.

¹ Junto a otras causas tales como los datos atípicos, relaciones no lineales, etc.

- 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.
- 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.
- 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*.
- **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:

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

La tesis fue dividida en capítulos; en el primero abordamos la relación entre naturaleza, ciudad y la sociedad, pues consideramos que 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, sino 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 estos dos aspectos: mientras existan hombres, la historia de la naturaleza y la historia de los hombres se condicionan recíprocamente (Marx: 1968)².

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.

² 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».

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.

En el segundo capítulo denominado Sustentabilidad, políticas e instrumentos, se analizó la conceptualización de la sustentabilidad y en particular la sustentabilidad urbana.

De igual forma se reportan las iniciativas y modelos y algunas experiencias de indicadores en materia de sustentabilidad desarrolladas en Europa, América y Latinoamérica.

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 tesis fue referido indistintamente, como sinónimo.

Después de la revisión de las diferentes acepciones, se definió 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 no se comprometan las expectativas de las generaciones futuras.*

En el tercer capítulo, se analizó, por un lado, los aspectos básicos de los indicadores y en particular los indicadores ambientales, mientras que otras cuestiones se centran específicamente en los indicadores de sustentabilidad urbana. Asimismo, se elaboró un cuadro resumen con las visiones teóricas del 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.

De igual forma, en este capítulo, se describe una gama de metodologías internacionales denominadas genéricamente indicadores medioambientales, ecológicos y de desarrollo sostenible, aplicados a la esfera urbana. No

obstante, se ha de puntualizar que 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. Para ello se reportan algunas de las experiencias en la materia; en Europa, Norteamérica y Latinoamérica, incluyendo México.

El capítulo 4 se presenta la aplicación de las siguientes técnicas: Análisis de Componentes Principales (ACP), Análisis de la Distancia P_2 (ADP_2), Agregación de Conjuntos Difusos (ACD) y el Dendograma. Asimismo, se presenta un comparativo de los resultados obtenidos: por una parte, entre las ordenaciones resultantes del nivel de desarrollo en los municipios y, por otro lado, mostrando los resultados de la aplicación entre cada metodología.

En la actualidad, la esfera urbana sigue siendo desconocida en términos de producción y análisis estadístico, hecho generalizable a la mayoría de regiones del país. La información correspondiente al nivel urbano se caracteriza por un elevado grado de heterogeneidad, así como por la escasez de su producción y distribución.

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.

CAPÍTULO I. CIUDAD, NATURALEZA Y SOCIEDAD

1.1.- Naturaleza y Sociedad

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.

Lukacs (1960) señala que la naturaleza es una categoría social, esto es, siempre está socialmente condicionada, 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 enfrenta 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 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, tal como indica **Engels: (1972:145-146)** *...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.*

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 de la humanidad, es entendido por Marx y Engels como un proceso de cambio de formaciones sociales (Lange1966; 19) 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.*

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 hidrológicas 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».

Giori (1972) resume las características del modo de producción asiático en los siguientes cinco puntos fundamentales:

- i. Ausencia de propiedad privada de la tierra;
- ii. Las comunidades primitivas mantienen una notable cohesión social;
- iii. Estrecha unión entre agricultura e industria artesanal;
- iv. Razones geoclimáticas hacen que la agricultura sólo pueda ser practicada mediante los sistemas de riego artificial. Existen, por lo tanto, las necesidades de grandes obras públicas de canalización (riego), que a su vez requieren de una estructura social y un poder central que regule y lleve a cabo tales trabajos;
- v. El poder central adopta la forma de un Estado, con lo que da origen a una estructura de clases que centraliza la recolección del excedente, pero está desligada del proceso productivo.

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".

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 convertirle 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.

El trabajo es considerado como el conjunto de acciones que ejerce el hombre con su capacidad física e intelectual, en forma directa o mediada por instrumentos, sobre la materia, cuyos efectos a su vez lo modifican. Pero esta definición abstracta del trabajo como nexo con la naturaleza debe ser contextualizada para cada situación particular. Es necesario hacer referencia a la variedad de formas que adquiere el trabajo de acuerdo con las sociedades, las culturas, las civilizaciones. El proceso de trabajo es desarrollado por individuos que se mueven en un tejido social que dicta normas y valores. Las maneras de desenvolverse y proceder seguirán pautas acordes al grupo social que efectúa la acción. El medio natural, a su vez, impondrá sus condiciones posibilitando determinados tipos de intervención sobre él.

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).

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 configuran 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 ecológica³ (Rees y Wackernagel, 1997 y Vitousek *et al.*,1997).

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 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 pre agrícola, 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 recursos 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

³ 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).

otras actividades “más urbanas o civilizadas” (comercio, religión, ciencia, filosofía, etc.). La huella ecológica⁴ de los asentamientos empieza a ser superior al ámbito de ocupación de los mismos, sin duda gracias a los avances tecnológicos aplicados al transporte.

1.2.- La ciudad

1.2.1. Las ciudades pre-industriales

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 habitantes⁵ 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, 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).

Las necesidades urbanas configuran una creciente huella ecológica que necesita de nuevas tierras para uso agrícola, ingentes recursos humanos (aparece la burocracia) y costosas infraestructuras (acueductos, viaductos) que gestionen y posibiliten respectivamente la llegada de recursos a las ciudades. El caso más evidente es la mayor ciudad del Imperio, Roma, que llega a tener cerca de un millón de habitantes en su época de máximo esplendor. No cabe duda de que la crisis urbana de Roma fue causa y efecto de la caída del Imperio Romano, marcando el desarrollo futuro de las ciudades-Estado a partir de entonces.

⁴ 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.

⁵ 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).

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)

En España no florecen las ciudades, en el sentido moderno de la palabra, prácticamente hasta la llegada de la civilización romana. Sin despreciar este legado, el paisaje actual de las ciudades españolas tiene una presencia muy importante de la época musulmana y medieval (Estébanez, 1989). Asentamientos muy dependientes de los cultivos y del campo periférico, nacen sobre la base de un mercado, como la mayoría de los casos, ante una razón mercantil (*medina* árabe), militar o de protección (mercado medieval). Como señala Chueca (1968), las ciudades musulmanas no han recibido mucha atención por parte de los historiadores del urbanismo, sin embargo, su análisis es básico para entender la morfología de muchas ciudades españolas con una importante herencia morisca. La ciudad musulmana medieval supone, según este autor, la negación del entorno campesino, con una maraña de calles estrechas, multitud de ellas sin salida (*adarves*), donde se cultiva la interioridad con viviendas realizadas desde “dentro hacia fuera”, ofreciendo espacios muy heterogéneos y superpuestos.

Para Pirenne (1972), la formación de concentraciones urbanas en el Medioevo 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 Medievo son debidas, 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 aceptables⁶.

El descubrimiento de América supone un claro aumento de la huella ecológica de las ciudades europeas. El transvase de recursos desde el continente americano es muy importante en los siglos XVI y XVII. El XVIII viene marcado por un interés en reformar las ciudades haciéndolas bellas e higiénicas, profundizándose en un modelo de crecimiento urbano, donde las mejoras científicas y tecnológicas se trasladan con rapidez a la calidad de vida urbana (alcantarillado, agua potable, etc.) y el transporte. Los efectos de la Guerra de Independencia se manifiestan en muchas ciudades, los terratenientes residen en las ciudades y la incipiente clase urbana por excelencia, la burguesía, modela el “estilo de vida urbano” con base en una identidad cultural y social propias, a partir del desarrollo de actividades comerciales, principalmente. En Europa, las grandes ciudades sufren importantes problemas de saturación y congestión del tráfico (París resulta un caso emblemático) y las reformas urbanas empiezan a llevarse a cabo en las grandes ciudades (como es el caso de Madrid).

En América la ocupación española de las tierras mayas llegó con varios problemas. Las minas ricas en oro que tanto ambicionaban no existían. Así que tenían que desarrollar una nueva estrategia para obtener ganancias de la labor de

⁶ Impulsora del saneamiento urbano en sentido moderno, muchos tramos de alcantarillado están en uso hoy en día.

los esclavos mayas. Los españoles tomaron mando de las tierras, propiedades y controlaron todo el comercio. La sociedad colonial estaba rota con un sistema de la casta firme, recuerdo del feudalismo europeo. El Rey concedió a sus seguidores fieles, inmensas cantidades de tierra en la forma de "Encomiendas".

En estas propiedades los mayas trabajaron como esclavos que apoyaban a los barones de la tierra que se hicieron ricos. También se estableció una nueva estructura social que era difícil para los mayas entender. Se edificaron iglesias utilizando las piedras de los antiguos sitios ceremoniales mayas. Se construyeron las ciudades utilizando los mapas, como en España, a diferencia de los mayas que lo hicieron con ventaja, utilizando la mejor situación del terreno.

Después de que las nuevas ciudades fueron establecidas el proceso de destruir la cultura maya sistemáticamente, empezó. Los códices fueron quemados, que eran los antiguos libros de papel e intentaron destruir todos los vestigios de la religión maya y su cultura. Se destruyeron los objetos de arte como las imágenes de los ídolos que adoraban. Éste es uno de los grandes crímenes del mundo a la historia cultural y ha dificultado los esfuerzos realizados para entender la cultura asombrosa del maya (mundo maya; 2005).

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 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-económico 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 Conquista española se consolidó con la caída de Tenochtitlán en 1524, lugar que se convirtió en el centro de operaciones de los conquistadores, que impusieron un trazado preconcebido. Los españoles trajeron una forma de vida urbana, contraria a la rural que ahí existía; forma de vida citadina que les convenía administrativa y comercialmente para el control y explotación de los recursos de la región.

Para 1550 quedó explorado el contorno del continente, y se recorrieron las principales rutas terrestres y marítimas. Se estableció una primera red de fundaciones españolas en todo el territorio, apoyada en un gravamen tributario hacia los indígenas y en la utilización masiva de éstos para la construcción de obras civiles y religiosas. Para entonces ya habían sido conquistados casi todos los territorios y las grandes ciudades precolombinas, incluyendo el Imperio Inca.

Todas las ciudades fundadas por los españoles se ajustaron a un modelo preestablecido, característico hasta nuestros días, “una cuadrícula formada por elementos iguales, uno de los cuales no era construido y servía de plaza, alrededor del cual se agrupaban la catedral o la iglesia mayor, el ayuntamiento y la gobernación o palacio virreinal, según la importancia de la ciudad; plazuelas menores eran dejadas frente a las iglesias y servían como atrios abiertos”⁷. Aunque hay que recalcar que no todas las ciudades se ajustaron a estos principios urbanos.

⁷ Ibid p. 50

Las colonias portuguesas tuvieron características diferentes debido a que la población indígena en esas regiones no era muy densa y culturalmente avanzada, por consiguiente durante los primeros siglos la economía de Brasil era agraria; hasta el descubrimiento de grandes yacimientos de oro y diamantes. El modelo que siguieron las ciudades portuguesas correspondía más bien a las necesidades de protección y se adaptaban a la topografía accidentada de los terrenos que escogían por necesidades bélicas.

En el período que correspondió a la independencia de los países latinoamericanos podemos decir que. “El sistema de centros que existía en América Latina al producirse la Independencia era ya centenario.” Sus elementos fundamentales habían quedado definidos.

A principios del siglo XIX, la urbanización se vio acelerada por los fenómenos demográficos y migratorios, así como por las crisis económicas que se mencionaron antes.

1.2.1.1.-La Ciudad de México-Tenochtitlán

México-Tenochtitlán se fundó hacia 1324 (Garza: 1991) en un pequeño islote. Una ciudad cuyo núcleo era el templo mayor, de donde se partía con simetría radial hacia los cuatro puntos cardinales, las principales calzadas que limitaban los cuatro calpullis⁸. A su vez estas estaban divididas en unidades más pequeñas constituidas por unidades comunales que formaban agrupaciones de parcelas o lotes a manera de manzanas. Las calles seguían la orientación impuesta por las calzadas formando una retícula con líneas de norte a sur y de este a oeste; así era de forma esquemática la estructura de México-Tenochtitlán. Pero, en realidad, su trazo no resultaba tan puro y regular. En primer lugar su plano era asimétrico porque la situación del islote, limitado al noroeste por el agua salada del lago de Texcoco, obligó a que el crecimiento de las chinampas fuera hacia las zonas del sureste, sur y suroeste, confiriéndole a la ciudad la forma aproximada de un triángulo con su vértice en el norte y su base en el sur. Además, la existencia de innumerables acequias, que corrían de poniente a oriente de manera irregular, hacía que muchas veces la forma de la lotificación no fuera tan nítidamente reticulada y que, en muchos casos, diera origen a bordos o calzadas que corrían diagonalmente.

⁸ El calpulli o “Casa Grande”, entendiéndose por el conjunto de familias descendientes de ancestros comunes y con terreno comunal, es decir un clan. Cada calpulli tenía en su territorio un pequeño centro urbano, el centro del calpulli donde se reproducían a escala todas las funciones del centro principal de la ciudad. Fuente: NOVOA, Cesar, *Desarrollo urbano en México. Periodos pre-clásico y clásico*. México 1990, edit UNAM. p. 43

El acceso a la ciudad se hacía principalmente por agua, pero había varias calzadas que la comunicaban con tierra firme; la del norte, que iba al Tepeyac y tenía una bifurcación hacia Tlatelolco; la del noroeste, que iba a Azcapotzalco; la del oeste que iba a Tacuba, y la del sur, que llegaba a Iztapalapa y se desviaba a Churubusco y Coyoacán. Además de servir para el tránsito, funcionaban como diques que permitían regular el nivel de las aguas.

En su aspecto físico la ciudad presentaba, según la calidad de las construcciones, un núcleo central jerárquicamente más importante constituido por el centro ceremonial, el gran espacio del mercado y las casas de Moctezuma. Otro núcleo sobresaliente fue Tlatelolco, al que los mercaderes convirtieron en el barrio más grande y por tanto su mercado fue el más activo.

La mayor parte de las casas dentro de la ciudad se construían en torno a patios, en los que se cultivaban infinidad de plantas. El patrón de asentamientos se hacía más rural y las chozas se emplazaban en medio de chinampas. Desde los primeros años de su asentamiento, los aztecas empezaron a ensanchar la ciudad por medio de la construcción de chinampas, sólo al principio fueron la fuente de alimentación; después tenían como propósito proporcionar territorio urbano.

La isla funcionaba y dependía para su existencia del amplio imperio, que le tributaba los productos necesarios para su abasto y le permitía el desarrollo de manufacturas y el comercio. La ciudad tenía una superficie aproximada de 15 Km², con una longitud de 3.7 km en su eje mayor de norte a sur, y de 2.9 km en el eje menor, de oeste a este. En esta superficie había una población aproximada de 60 mil habitantes, con una densidad de 4 mil hab/km².

La densidad de edificación era menor en el centro de la ciudad y en el anillo que rodeaban a dicho centro habitaba el grueso de la población urbana, en terrenos más chicos y con construcciones más concentradas, y por tanto las zonas de los barrios ubicados al sur del mercado de Tlatelolco y al norte del centro ceremonial, eran las que estaban principalmente pobladas.

En general esta era la forma urbana de México, que en realidad constituía el centro urbano de toda la cuenca y actuaba como unidad regional integrada y con las ciudades cercanas que representaban una especie de satélites, con las que mantenían relaciones simbióticas de influencia y dependencia por conceptos políticos-administrativos, económico-tributarios y comerciales.

A la llegada de los conquistadores la estrategia para la toma de la ciudad fue arrasar sistemáticamente con los edificios que se encontraban a los lados de las calles, cortar el agua potable y segar las acequias para dar vía franca a las tropas; así la ciudad quedó materialmente devastada y por cuestiones políticas se eligió el mismo sitio para fundar la capital colonial. En 1521, al fundarse el primer ayuntamiento en Coyoacán se dictaron algunas disposiciones para restaurar las calzadas, se reparó el acueducto de Chapultepec y se limpiaron las acequias; se restablecieron las instalaciones de servicios y se añadieron otras, siendo de las más importantes las relacionadas con la introducción del ganado, que modificó drásticamente los medios de producción y de transporte.

Primero fueron establecidas algunas instituciones civiles como el cabildo, la cárcel, la horca, la picota y el hospital, así como instalaciones comerciales necesarias tales como la carnicería, las tiendas en los bajos de algunas casas, los portales y los mercados, para más tarde establecer las instituciones religiosas.

La complejidad de las funciones urbanas se incrementó a la par que la población, que recibió oleadas de inmigrantes dispuestos a probar fortuna; aparecieron molinos, mesones, escuelas y establecimientos de diversos gremios artesanales.

La crisis demográfica que sufrió la población indígena y los efectos de la defensa, las epidemias y el trabajo forzado, así como la continua llegada de nuevos migrantes del viejo continente, equilibraron de alguna forma a la población de este centro urbano. Aunque no llegó a alcanzar las cifras de la época prehispánica; siendo inminente por esta razón la transformación del medio físico por la desecación de los lagos.

En 1592 fue fundado el Consulado de Comercio de la Ciudad de México⁹ por los comerciantes más acaudalados de la ciudad; su constitución representó un hecho histórico muy importante para explicar el desarrollo de la capital en el sistema económico. No obstante ser la capital de la Nueva España y fungir como centro político-administrativo, militar, religioso, y comercial, la ciudad de México tuvo un lento crecimiento.

Con las elevadas ganancias que significaban monopolizar las transacciones comerciales, el Consulado impulsó la construcción de caminos de la capital a los principales centros mineros y comerciales.

⁹ Ibid.

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.

Su consolidación como centro político se logró mediante el Acta Constitutiva de la Federación de 1824, y el 20 de noviembre de ese año se dictaminó que: “El lugar que servirá de residencia a los supremos poderes de la federación, conforme a la facultad 282 del artículo 50 de la Constitución, será la ciudad de México.

Entonces no existían los factores necesarios para originar un proceso industrializador en el país, se hacía indispensable la participación activa del gobierno, y en 1830 se aprobó la creación del Banco del Avío para fomentar la industria nacional, siendo peculiar la tendencia del banco de otorgar la mayoría de los créditos en la ciudad de México.

Hacia mediados del siglo XIX la ciudad de México se mantuvo con una población estable, alcanzando los 210 mil habitantes en 1862, y lograron el establecimiento de industrias en la ciudad. En 1843 existían en el país 59 fábricas de hilados y tejidos de algodón, distribuidas en función de su importancia ¹⁰.

El desarrollo industrial moderno se inició en México a partir de 1876; de hecho en el período de 1876 a 1910 se establecieron las infraestructuras definitivas que harían posible la futura concentración industrial en la ciudad de México¹¹.

En México el transporte de bienes y personas resultaba muy ineficiente por la larga duración de su recorrido y su alto costo. Los viajes por carretera entre la ciudad de México y Veracruz en la temporada seca era de 16 días, y en la de lluvias de 30. Se requerían meses para que las mercancías nacionales y extranjeras llegaran a los puntos más distantes de la república.

En 1850 se inauguró el primer tramo de vías férreas en México, su tendido se fue desarrollando lentamente y 23 años después se concluyó la vía México-Veracruz.

¹⁰ Idem

¹¹ Para mayor información sobre el desarrollo industrial de la Ciudad de México ver: GARZA, Gustavo, “*El proceso e industrialización en la ciudad de México 1821-1970*”. El Colegio de México, México 19985, pp 446

La distribución de buena parte de las fábricas se regulaba por la disponibilidad de fuerza hidráulica; aproximadamente en 1880 fue cuando las máquinas de vapor empezaron a desplazarse en corrientes de agua como fuerza motriz. En esa época se introdujo en México la energía eléctrica y en 1881 se utilizó como servicio público.

Con el inicio de los grandes proyectos hidroeléctricos la ciudad de México dispuso de mayores cantidades de energía eléctrica. En esa época se decidió históricamente, cuál sería la ciudad que se constituiría en el principal centro industrial, y México se convirtió en la ciudad irresistible. Del total nacional de potencia eléctrica instalada en 1889 el 52.07% era para el Distrito Federal, lo que sentó las bases para la centralización de la actividad económica y de la población.

El marcado proceso de industrialización en la ciudad de México se vio impulsado por la gran migración campo-ciudad ocasionada por la Revolución y por la estabilidad de las industrias mexicanas ante el mercado internacional; también gracias al período de inestabilidad económica mundial de lapso entre guerras, cuando los conflictos entre los países capitalistas causó que ellos mismos se cerraran los mercados de materias primas y de manufacturas; por lo que se buscó el apoyo de países como México. Además el Estado proporcionó, más que en ninguna otra ciudad, las condiciones materiales necesarias para el asentamiento de estas industrias; la construcción de puentes y carreteras, instrumentación de complejos sistemas de drenaje y agua potable, entre otros, que posteriormente se constituirían en una fuente de atracción para la población expulsada del descompuesto sistema agrario.

El sistema urbano sería el componente principal de la integración territorial de las diferentes actividades económicas, clases y grupos sociales y estructuras de poder, y a la vez se dividiría en subsistemas: centros urbanos, relaciones campo-ciudad, estructura interna de la ciudad y estructura intrarregional o intrarural.

No obstante, los desequilibrios en la relación hombre-medio no son tan desproporcionados en las ciudades europeas como a partir del siglo XIX. Para Boyden (1996), la transición desde las primigenias ciudades a la fase industrial o tecnológica moderna empieza con la revolución industrial, todavía en curso en muchas partes del mundo¹².

¹² Chueca (1968) destaca que el retraso industrial en España ofrece la ventaja de no haber conocido la típica ciudad de la fase "paleo técnica" descrita por Mumford (1934) compuesta por la factoría y el *slum* donde se hacían los trabajadores.

1.2.2. La ciudad industrial.

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-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, (Estas condiciones habrán de ser examinadas más adelante).

El desequilibrio entre el volumen de población y la capacidad productiva pre-industrial provoca grandes problemas de escasez y subidas de precios en los productos básicos, fenómeno claramente descrito por Adam Smith (1776). La revolución industrial es la respuesta de la tecnología a las nuevas necesidades de producción y uso de recursos naturales. En Inglaterra comienza dicha revolución sustituyendo el consumo de árboles por el de ingentes cantidades de carbón. Las minas y fábricas necesitan un elevado volumen de mano de obra, así como transformaciones en el medio natural de gran impacto (construcción de minas, bombeo de agua, transporte). El uso de la máquina de vapor permite aumentar la productividad a niveles inéditos hasta entonces.

En términos agregados, los consumos de energía y materiales producidos en este proceso industrial pueden ser calificados como no sostenibles sin ningún género de dudas. Con base en las teorías de Georgescu-Roegen (1971), la revolución industrial supone pasar de la dependencia de la energía proveniente del Sol (infinita, pero de flujo limitado) a la energía almacenada en la tierra (finita, pero de flujo regulable). El auténtico cambio en los fundamentos del modelo de desarrollo económico proviene de esta sustitución de las energías naturales a favor de energías fósiles y físico-químicas (Passet, 1996).

Las grandes concentraciones urbanas que trajo consigo la revolución industrial supusieron una clara ruptura con los modelos de orden que, con diversas variantes, habían venido presidiendo hasta entonces la configuración de las ciudades. Estas concentraciones rompieron las primitivas ideas de unidad en el trazado que se tenía de las ciudades, haciendo que su continua construcción y remodelación evolucionara de forma errática e incontrolada, para ofrecer el panorama de las modernas "conurbaciones" (Naredo:2000b).

Los efectos sobre el planeta derivados de esta etapa, con apenas seis u ocho generaciones, son enormes, traduciéndose en un masivo incremento en la intensidad del uso de recursos y energía, así como en el incremento en la producción de residuos ante un rápido incremento de la población. Se produce la "ruptura del espacio" (Passet, 1996:61) ante el crecimiento del fenómeno urbano, donde "considerables aglomeraciones de individuos vierten toneladas de desechos sobre espacios reducidos, con tasas de concentración de residuos que superan las posibilidades de absorción de los agentes biológicos, comprometiendo así el funcionamiento de los mecanismos de los que depende la constancia del medio y la reproducción de las especies animales y vegetales que lo pueblan".

La revolución industrial supone también una revolución urbana, produciéndose el primer éxodo masivo del mundo rural. En el interior de las ciudades se establecen telares, fábricas y talleres de manufacturas, centralizando las oportunidades de empleo y atrayendo ingentes cantidades de población. Las grandes emisiones a la atmósfera, derivadas de la combustión del carbón, antes sólo usado para calefacción, oscurecen los cielos de las ciudades, que se vuelven insalubres y superpobladas. Por otra parte, las diferencias entre las clases sociales también se plasman en el diseño urbano. Los obreros comparten la ciudad con la burguesía, pero hacinados en viviendas en torno a las fábricas, en arrabales industriales que darían lugar más tarde a los llamados *barrios colmena* o dormitorio. Para solucionar estas carencias, se plantean modelos urbanísticos

alternativos, como el propuesto por Mumford (*Ciudad Industrial*), o las ciudades utópicas de Owen (*Harmony*) y Fourier (*Falansterio*).

En el primer tercio del siglo XX, las ciudades experimentan los crecimientos poblacionales más importantes de su historia, debido a un creciente éxodo rural¹³. Esta realidad origina un grave problema de vivienda y acentúa las malas condiciones sanitarias en los desarrollos urbanísticos. En las inmediaciones a la ciudad industrial se producen, con gran celeridad y falta de planificación, una serie de transformaciones que condicionan el desarrollo futuro. El borde urbano es la zona de la ciudad más problemática desde el punto de vista ambiental.

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 funcionalidad¹⁴ que condiciona la intensidad de las interrelaciones con otros ámbitos, configurándose los llamados Sistemas de Ciudades¹⁵.

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

¹³ El fenómeno de la emigración hacia la ciudad desde los núcleos rurales vecinales, e incluso hacia países extranjeros, ha sido muy importante en el caso español, generando una serie de profundos efectos sobre el mundo rural y urbano.

¹⁴ Entendiendo la funcionalidad en una doble interpretación: territorial (en el sistema de ciudades: ciudad central, ciudad periférica, ciudad dormitorio, etc.) y económica (ciudad financiera, comercial, industrial, de servicios, turística, etc.).

¹⁵ El Sistema de Ciudades se compone de una malla de núcleos urbanos que mantienen unas relaciones de índole funcional compleja. El Sistema puede ser mono céntrico o policéntrico, en función al grado de madurez del mismo.

infraestructuras de comunicaciones eficientes resultan 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 terciarización, 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.

Sin embargo, no puede entenderse cómo se estructura el espacio urbano si se hace también referencia al problema del suelo y a su ocupación por parte del sector inmobiliario privado y de los estratos populares, con la mediación directa o indirecta del estado.

La expansión territorial de la ciudad de México y su consecuente metropolización, se ha producido con características muy particulares en cuanto a

las formas de tenencia de la tierra rural que se han ocupado, situación que diferencia notablemente a México de otros países latinoamericanos. Desde la época prehispánica, pasando por el período colonial y por las diferentes etapas posteriores de la historia mexicana, han coexistido en este país la propiedad privada y la propiedad colectiva del suelo en las que están implicados diferentes grupos sociales, cuyo enfrentamiento ha dado origen a frecuentes conflictos, muchas veces violentos.

Si bien la Reforma Agraria fue puesta en práctica plenamente en el país durante la administración cardenista, en el territorio del Distrito Federal (DF) comenzó antes (Schteingart: 1982) habiéndose dotado la mayoría de los ejidos en los años veinte, con consecuencias particulares sobre el proceso de urbanización que se aceleró más tarde. La tenencia ejidal permite a los campesinos únicamente el usufructo de la producción misma, lo cual significa que la tierra es propiedad del Estado en concesión del usufructo a un particular, quedando prohibida su enajenación. Esta propiedad solo podía ser expropiada por causa de utilidad pública.¹⁶

Cabe señalar que también existen las tierras comunales cuyo origen se remonta a la época colonial, las que se encuentran regidas por normas similares a las de la tierra ejidal.

Es importante repasar los tipos de propiedad de la tierra, ya que estos afectaron cuantitativamente la expansión de la mancha urbana de la siguiente manera:

De 1940 a 1975 fue cuando se formó la mayor parte de la mancha urbana del D.F. Su crecimiento se produjo de la siguiente manera: 52.8% sobre la propiedad privada, 26.5% de tierra comunal y 20.7% de propiedad ejidal¹⁷. Es decir que un poco menos de la mitad del crecimiento urbano se dio sobre tierras de carácter colectivo. Las tierras comunales también han sufrido la invasión urbana, pero, por su mayor extensión y su posición estratégica han sido menos afectadas. A partir de esa fecha, la expansión de la mancha urbana se dio principalmente sobre terrenos comunales, que dominaban en el sur del D.F. Para 1982, 4.5 millones de personas de la zona conurbada (60% del total) se asientan en 14 mil has menos del 42% son de origen comunal o ejidal, 36% son producto de fideicomisos y 21% sobre tierras de propiedad privada; en los 17 municipios

¹⁶ Es importante interpretar el sentido de este tipo de tenencia en cuanto a su disponibilidad para el uso de los sectores populares. Si bien el Estado no puede disponer de estas tierras sin su expropiación, pareciera que ese mecanismo resulta más fácil y menos costoso que el de la propiedad privada, para destinar más tierras de carácter colectivo a casos de interés social. Sin embargo, la interpretación que da el Estado al concepto de interés social es a menudo discutible.

¹⁷ SCHTEINGART, Op. cit.

conurbados en esa fecha se concentraba el 88% de las áreas ilegales del Estado de México¹⁸.

En el Estado de México la mancha urbana se ha expandido así: 21.9% sobre tierra ejidal, 27.5% comunal y 27.8% estatal, y solo 22.8% sobre privada. Las cifras muestran claramente que la ZMCM creció sobre tierra no privada en una medida mayor que en el D.F; es decir, en conjunto la ZMCM se ha expandido en 77% de tierras de carácter colectivo.

La importancia creciente de la tierra de carácter colectivo en la expansión física de la ciudad de México es un aspecto muy importante que debe ser tomado en cuenta al analizar los procesos de ocupación del espacio por diferentes grupos sociales. Estas formas de tenencia, si bien siguen constituyendo un obstáculo a la apropiación del suelo, ya que implican ser expropiadas para su utilización en el ámbito urbano, conllevan mecanismos y agentes sociales diferentes a los correspondientes a la apropiación de la tierra, de la propiedad privada. Por otra parte, la urbanización de esas tierras impactó de manera diferente a la producción agrícola y a la rural afectada por la transformación. Estos elementos deben ser tomados en cuenta al analizar posteriormente el impacto del crecimiento metropolitano sobre el área rural.

El gasto del D.F se dirigió preferentemente hacia obras públicas que tendieron a satisfacer más las demandas de la actividad económica que las de la población trabajadora (Garza; 1985).

Encontramos ya durante esta época cierta tendencia a la concentración de las empresas más grandes, no sólo en lo que respecta a su capacidad sino también a sus altos niveles tecnológicos y productivos, resultado de una infraestructura económica y urbana que se ve concentrada en el D.F.¹⁹. Esto significó que durante las décadas de los 40s y 50s la industria demandara abundante mano de obra, ejemplo de esto es la intensa dinámica poblacional en la ciudad de México en el período 1940-1950 cuando duplicó su población; los migrantes representaron entonces el 45% del total²⁰. Pero a raíz de las crisis

¹⁸ Legorreta, citado por Mercado Ángel Óp. cit. Producto de la desecación del Lago de Texcoco.

¹⁹ Mercado, Óp. cit.

²⁰ Este fenómeno necesario para la reproducción del capital, también se conoce como el Ejército Industrial de Reserva. La causa principal de su formación bajo el capitalismo consiste en el aumento de la composición orgánica del capital, así como otros factores entre otras la prolongación de la jornada y el aumento de la intensidad del trabajo; la difusión del trabajo de la mujer y de los menores; y la ruina de los pequeños productores. De esta manera, los trabajadores aceptan salarios bajos por el miedo de perder su empleo. La superpoblación relativa o el desempleo toma bajo el capitalismo distintas formas. Según Nikitin, existen tres formas fundamentales de superpoblación: 1) La forma Flotante de superpoblación relativa residente en numerosas masas obreras que se incorporan a la producción o son desplazadas de ella, de modo que siempre hay cierto número de obreros sin trabajo;

económicas, ese sector dejó de absorber más empleos. Se dio entonces una fuerza de trabajo excedente que ayudó a mantener bajos los salarios, prueba de esto es que entre 1938 y 1965 los salarios mínimos aumentaron 315.9% veces, mientras que el costo de la vida se elevó 744.8%²¹.

El desarrollo industrial se apoyó con la concentración de mano de obra barata, no sólo por los bajos salarios pagados, sino por las escasas inversiones que se llevaron a cabo para el consumo colectivo de los sectores populares. Los migrantes pobres que pasaron a constituir esa mano de obra se ubicaron principalmente en las delegaciones Gustavo A. Madero y Azcapotzalco, en el norte del D.F. cerca de las zonas industriales en colonias populares con escasos servicios y viviendas precarias. Las áreas centrales también recibieron parte de los migrantes, que saturaron las vecindades de las áreas más viejas y deterioradas; al final de esta etapa se comenzaron a producir invasiones u ocupaciones ilegales de los migrantes pobres (Conelius: 1986) en la zona noreste cercana al vaso de Texcoco, las más inhóspita del valle, con tierras inundables, salitrosas, e insalubres poco atractivas para la explotación o especulación inmobiliaria²².

Las clases media y alta, presionadas por la expansión del aparato burocrático del Estado, por las actividades comerciales y de servicios del área central de la ciudad, tendieron a desplazarse hacia las zonas más periféricas del poniente y sur del D.F. y también a finales de los 50s hacia el Estado de México, pero en dirección noroeste. En estas áreas residenciales se ubican también los nuevos contingentes de las clases medias que se expanden con el crecimiento del aparato burocrático del Estado, con la multiplicación de las nuevas actividades de servicios, entre otras. Es principalmente para estos grupos que el Estado implementa nuevos programas habitacionales, que sí bien no son muy importantes, si representan un aumento significativo con respecto a su producción anterior, prueba de esto es que entre 1947 y 1964 los organismos de vivienda financiaron aproximadamente 4,220 viviendas anuales²³.

En cambio para los sectores populares casi no existieron programas habitacionales del Estado. Quizá las leyes de congelamiento de las rentas que se

2) La forma latente de superpoblación, esto es, la superpoblación agraria, que consiste en que en el campo hay siempre un sobrante de mano de obra; y 3) La forma estancada de superpoblación relativa, que se refiere a la existencia de una masa obrera para la cual la operación laboral tienen un carácter individual.

²¹ Schteingart, Óp. cit. p.16.

²² Son los tres tipos de factores que influyen para que un terreno sea potencialmente sujeto a una invasión: su localización, sus características fisiológicas y su régimen de tenencia. Respecto al primero podemos decir que las inversiones se realizan en la zona periférica de la ciudad, que ya está en contacto con la mancha urbana, pero que carece de servicios y tiene problemas de acceso con respecto a ésta. Las invasiones se producen en terrenos difíciles, los menos aptos para ser urbanizados, que por sus características han quedado al margen de la urbanización. Esta situación hace muy costosa la dotación de servicios públicos, lo que constituye una agravante adicional que hace permanecer por más tiempo en condiciones de marginalidad, haciendo sumamente penosa la vida sus habitantes.

²³ Schteingart, Óp. cit. p.18.

dictaron en los 40s afectaron una parte importante del parque habitacional de la época, ya que se frenó la construcción e inversión en viviendas para arrendamiento. Estas estrategias podrían constituir parte de una política para mitigar la situación habitacional de esos sectores, que se agudizaba con la rápida urbanización. Vemos así como el gran aumento de la población de mínimos recursos, así como la expansión de clases medias y altas, que concentran una gran parte del ingreso, llevan a la creación de nuevos espacios urbanos que van sentando las bases para una nueva urbanización segregada.

Desde luego esta segregación espacial no puede entenderse únicamente a la luz de las características de la estructura social; ni es un simple reflejo de las diferencias sociales o de la incorporación de los habitantes al mercado de trabajo urbano. La producción de la base material de la ciudad, la distribución de los grupos sociales en el espacio urbano y su acceso diferenciado a los medios de consumo colectivo dependen también de las prácticas de los agentes inmobiliarios capitalistas, de las políticas del Estado en este campo y de las iniciativas o respuestas de los sectores populares.

La mancha urbana, que casi se triplica durante estos 20 años, conlleva la descentralización creciente de actividades productivas, comerciales y de servicios, así como la suburbanización en algunos sectores sociales que comienzan a formar barrios diferenciados, por su localización y su nivel de servicios y equipamiento, como se empezó a notar desde el término de la revolución mexicana, al sur y al poniente se asientan los ricos y al norte y al oriente los más pobres.

La industria se consolidó con un patrón de acumulación que fomentó la concentración del ingreso y el aumento del desempleo²⁴. Así a fines de los 50s los recursos del Estado ya no resultaron suficientes para financiar los crecientes gastos públicos y se recurre al financiamiento externo, que unido al aumento de las importaciones y a la inversión directa extranjera profundizan la dependencia externa. Algunos de estos fenómenos tuvieron una clara expresión en los procesos sociales y el desarrollo urbano de la ciudad de México.

En la década de los sesenta la tasa de crecimiento de la población vuelve a incrementarse²⁵ acompañándose de una enorme expansión del área urbana,

²⁴ Prueba de esto es que de 1940 a 1980 en la ciudad de México, casi una variación, se produjo el 30% del Producto Interno Bruto nacional.

²⁵ El bajo salario rural, unido al descenso de la ocupación agrícola, produjeron un aumento del deterioro de la situación en el campo intensificándose las corrientes migratorias que se han dirigido a la ciudad de México.

sobre todo en el Estado de México, y de la creciente desocupación y subocupación²⁶ de la población económicamente activa.

Así, hacia fines de los 60s las contradicciones sociales generadas a través del incremento de los problemas señalados, se presentan de manera violenta en el panorama urbano. De 1968 a 1972 aumentan notablemente las invasiones de terrenos urbanos por parte de organizaciones independientes, así como de movimientos reivindicativos en torno al mejoramiento de las colonias populares, que en general no disponían de gran parte de los servicios básicos necesarios.

El Estado asume entonces, a partir de 1970, una posición de intervención más activa dentro de la economía; el gasto público no sólo se destina a la construcción de infraestructura, sino también al desarrollo de los centros de salud y educación y a la implementación de nuevos programas de vivienda para los trabajadores²⁷. Sin embargo, las políticas de esa época (1970-1976) mostraron su carácter contradictorio, así como su insuficiencia para atacar los serios problemas que pretendían resolver.

Así, a partir de 1967 se amplía el sistema hidráulico de la ciudad a través de la captación del agua del río de Lerma y también del drenaje profundo. Estas costosas obras ya no pueden ser financiadas por el gobierno, local, como se venía haciendo hasta ese momento, sino que se recurre a los préstamos internacionales que se intensifican durante los años 60s para continuar algunas de las obras mencionadas; por ejemplo, se construyó gran parte del emisor central que forma parte del drenaje profundo que facilita que las aguas negras salgan del valle de México.

Es decir, que la tierra de carácter colectivo ha servido, en alguna medida, como recurso para el asentamiento ilegal de aquellos sectores urbanos que no tienen acceso al mercado capitalista del suelo.

Si se analiza, para que usos se han transformados los ejidos y terrenos comunales urbanizados, se observa que efectivamente a partir de 1960 se dio un aumento importante de los asentamientos populares en dichas tierras, sobre todo en el D.F. Por ejemplo, ocuparon entre 35 y 40% de los ejidos urbanizados en el D.F durante esa época²⁸. También ha sido importante el hecho de que el Estado se apropiado de ejidos del D.F. para la construcción de conjuntos habitacionales

²⁶ Para mayor información sobre el tema consultar: STPS, "El sector informal en México" *Cuadernos del trabajo STPS*, México 1993, p. 103.

²⁷ Nos referimos a los fondos de la vivienda, INFONAVIT para los trabajadores de las empresas privadas, y FOVISSSTE para los trabajadores al servicio del Estado.

²⁸ *Ibid*

sobre todo a comienzos de los 70s cuando se identificaron las promociones de viviendas del Estado, a través de los programas mencionados.

Sin embargo, en el Estado de México una parte muy importante de los ejidos (aproximadamente el 40%) ha servido para el asentamiento de los sectores medios y medio altos²⁹. Los sectores populares tendieron a habitar los terrenos del ex-vaso de Texcoco (Netzahualcóyotl y Ecatepec) que se urbanizaron violentamente a partir de los 60s. Es probable que muchos de los ejidos y terrenos comunales hayan servido como elemento soporte para el desarrollo de algunos de los fraccionamientos especulativos, a través de los cuales se ha extendido la mancha urbana en el Estado de México. Efectivamente, entre 1960 y 1977 fueron aprobados en diferentes municipios del Estado de México aproximadamente 190 fraccionamientos con 292,508 lotes, número que representa 300% más de lotes aprobados durante 15 años en ese estado que en el D.F durante 35 años³⁰. Esos fraccionamientos cubren aproximadamente unas 9,000 has; es decir, el 36% del crecimiento de la mancha urbana sobre el Estado de México en ese período.

La producción inmobiliaria capitalista en gran escala surge entonces en los 60s, y es a través de las promociones de grandes fraccionamientos especulativos que empieza a conformarse ese sector, que seguirá expandiéndose y modificándose en los 70s con un creciente apoyo del Estado. Pero, por supuesto, el crecimiento metropolitano fue mucho mayor en las colonias populares que en fraccionamientos para los estratos medios, que ocupan aproximadamente el 64% del área urbanizada de la metrópoli³¹.

A finales de los setenta y principios de los ochenta las políticas urbanas en el área metropolitana parecen haberse encaminado a la obtención de una ciudad más eficiente, mejor equipada, sin invasiones de terrenos ni fraccionamientos clandestinos, con sus colonias populares regularizadas e integradas a la ciudad³². Pero, en realidad, estas regularizaciones se han realizado muchas veces en perjuicio de los sectores más pobres que han tenido que abandonar sus colonias, sin mayores posibilidades de asentarse en la ciudad.

Al mismo tiempo los programas de vivienda del Estado han sido más limitados y se observa un apoyo cada vez más importante al sector inmobiliario privado que presenta un aumento ostensible de grandes empresas y capital

²⁹ Ibid.

³⁰ En los años sesenta disminuyeron mucho los fraccionamientos en el D.F., como resultado de la prohibición que pasaba sobre la aprobación de los mismos. Es en esa época justamente cuando comienzan a darse con gran impulso en el Estado de México, donde además la tasa de crecimiento de la población es mucho mayor que en el D.F.

³¹ Scheingart, Op. cit. p.28.

³² Ibid. p. 29.

financiero. Las alternativas para los sectores populares urbanos se han ido cerrando, al mismo tiempo que el proceso inflacionario ha restringido fuertemente el acceso de amplias capas medias a una vivienda.

Como sabemos la ciudad no pudo volverse más eficiente, pero evidentemente se volvió cada vez más cara, inaccesible y difícil para las grandes mayorías que la habitan.

Durante las dos últimas décadas los sistemas de organización territorial han experimentado sin duda transformaciones relevantes, caracterizadas por la suburbanización de importantes áreas, así como la intensa integración a la mancha urbana de núcleos urbanos anteriormente aislados. De esta manera se han conformado grandes tejidos urbanos metropolitanos en los que se concentran estructuras y relaciones sociales y económicas cada vez más complejas.

Para 1980 se identificaron, dentro de la región centro del país, cuatro zonas metropolitanas: 1) de la ciudad de México (ZMCM), constituida, hoy por las 16 delegaciones del D. F. y 26 municipios del estado de México; 2) la zona metropolitana de Toluca, formada por 5 municipios; 3) la zona metropolitana de Puebla, que se extiende hasta Tlaxcala y queda constituida por 8 municipios; y 4) Cuernavaca-Cuautla que forma una pequeña zona metropolitana con Temixco y Jiutepec, la primera, y con Yautepec la segunda.

Es relevante destacar que las zonas metropolitanas de la ciudad de México y Toluca suelen incluir en su mancha urbana indistintamente el Municipio de Huixquilucan.

Con respecto a la ZMCM, tentativamente se puede estimar que entre 1980 y 1990 se integran 9 municipios más, y se observa una disminución en la tasa anual de crecimiento, con respecto a la década anterior, del 3.3% en 1970-1980, al 1.6% en 1980-90.

En esta última década en la ZMCM se pasa de una población total de 12.7 millones a 14.9 millones de habitantes (Garza;1991). Esta reducción de la tasa de crecimiento poblacional es característica de un complejo metropolitano, donde se observa una dicotomía entre la ciudad prominente y las zonas metropolitanas que se van incorporando a ella, según la cual, la primera pierde importancia económica y demográfica, y las ciudades medias o áreas de influencia la ganan. En este caso, la zona metropolitana de Toluca tuvo una tasa de crecimiento del 4.54% en

1970-1980 y de 3.33% en 1980-1990, mientras que en la ZMCM fue del 3.31% y 1.62%, respectivamente³³.

Aunque es importante resaltar que durante el período 1970-80 se comenzó a dar el llamado “rompimiento de la ciudad tradicional”, para comenzar el proceso de megalopolización que fue determinado por: “La articulación del metro con una red suburbana de transporte en el valle, la ubicación del aeropuerto en la zona metropolitana de Toluca, la vía rápida de la misma ciudad, la ampliación del corredor industrial de Lerma, el presupuesto del túnel a través de la Sierra de las cruces a Cuernavaca y la construcción de otro sistema de abastecimiento de agua desde fuentes lejanas (el de Tecolutla en Veracruz o el de Libres-Oriental en Puebla) son intervenciones propuestas que apuntan a la regionalización megalopolitana de la ciudad”(Delgado;1990).

Aunque para poder comprender la naturaleza de las transformaciones surgidas en la década de los 80s en la ZMCM, no podemos tomar sólo parámetros de cambio en la dinámica migratoria e inversión pública, sino que también es muy importante considerar los fuertes cambios económicos suscitados en México a partir de 1982. Durante este período “la reducción del dinamismo de la actividad industrial de la ZMCM se ha combinado con una baja en su tasa de crecimiento poblacional, originando un fenómeno por el que han pasado zonas metropolitanas de otros países” (Esquivel, 1993). Este proceso es definido como “involución metropolitana”; no significa la pérdida de importancia de la metrópoli a nivel nacional, sino que se trata de “una refuncionalización, es decir, de una nueva función de la capital como organizadora de los procesos productivos”³⁴.

En otras palabras, la ZMCM es la fuerza concentradora de capital; organizadora de los procesos productivos del sistema de las ciudades en la República Mexicana, lo que se comprueba por la clara tendencia de la terciarización de las actividades económicas de la ZMCM, que está desplazando las actividades del sector secundario hacia las ciudades medias, y al concentrarse las actividades industriales en estas ciudades, representan los nuevos polos de atracción para la migración rural.

1.2.3. Las ciudades globales.

Resulta coherente añadir una nueva etapa a la evolución ecológica urbana descrita por Boyden (1981): la *ciudad global*, en referencia a su ámbito de influencia, o *ciudad difusa*, en sentido físico al desdibujarse su contorno urbano.

³³ Ibid. p. 28.

³⁴ Esquivel, Op. cit., p. 135.

La evolución de las ciudades (Castro, 2002) siempre ha venido marcada por el transporte y la tecnología. En los albores del siglo XXI, el desarrollo de las tecnologías de telecomunicación y la transformación del sector terciario (hacia las industrias de la información principalmente), favorecen la dispersión de las actividades económicas en el territorio y la integración de las economías multinacionales. Esta dinámica de mundialización o globalización de las relaciones económicas es la consolidación de la llamada “Aldea Global”, como señaló el sociólogo Mc Luhan en los sesenta, previendo la disolución de las ciudades como unidad formal tal y como son entendidas habitualmente³⁵.

Las *ciudades globales* (Sassen, 1991) superan la concepción tradicional de las metrópolis (Jones, 1990), adoptando un papel de creciente importancia como auténticos centros directores de la economía regional, nacional y, en algunos casos, mundial. Desde el punto de vista espacial, las ciudades se extienden en el territorio y trascienden a su dimensión física, configurando lo que se denominan *ciudades difusas* (Rueda, 1996a). Desde la perspectiva tecnológica y relacional, estas ciudades conforman un área de incidencia³⁶ o *hinterland* que llega a sobrepasar las fronteras nacionales en muchos casos. En los países desarrollados, las nuevas tecnologías de telecomunicación y la existencia de importantes infraestructuras para la producción y el transporte, permiten modificar las pautas de localización, favoreciendo el nacimiento de nuevas centralidades en la periferia de los principales núcleos urbanos. Se configura así un *sistema dinámico de ciudades* (Hall, 1988; Knox y Taylor, 1995), en función de las ventajas comparativas que ofrecen en términos de factores como: localización y especialización productiva, generación de riqueza y empleo; y calidad de vida.

Esta revolución (Castro, 2002), hace posible la definición de un nuevo modelo teórico de ciudad en el que las distancias físicas son finalmente irrelevantes para una serie de actividades, prácticamente englobadas en el sector servicios. Asumido el costo tecnológico (por ellas mismas y/o por la colectividad), estas empresas experimentan una notable expansión, apareciendo nuevas actividades desconocidas hasta ahora, a raíz del desarrollo de las tecnologías de la información. La *ciudad informacional* (Castells, 1989) es “la nueva forma urbana de los nudos dominantes de la nueva estructura espacial”, donde se manifiesta su capacidad de centralizar y controlar la red de flujos de información en que se basa el poder de las corporaciones internacionales (Castells y Hall, 1994).

³⁵ En Amin y Graham (1997) se recoge una revisión de los principales efectos de la globalización sobre el concepto de ciudad.

³⁶ Definido por las relaciones funcionales y flujos informacionales (Castells, 1989) que superan unos umbrales mínimos.

En términos sociales, estas nuevas macro ciudades se caracterizan no por la estratificación social tradicional, sino por una dualidad manifestada en el espacio urbano. Las *ciudades duales* (Castells, 1991) son la plasmación social de estas transformaciones tecnológicas y económicas que dan lugar a las ciudades globales e informacionales. La dualidad se presenta en forma de dos sistemas, internamente estratificados, donde uno de ellos, relacionado con el polo dinámico de crecimiento y generación de renta, se diferencia radicalmente del otro, que concentra la mano de obra degradada en espacios e instituciones que no ofrecen posibilidades de movilidad ascendente en la escala social y que inducen a la formación de subculturas de supervivencia y abandono.

En términos ecológicos, señala Castro (2002) la facilidad actual mostrada en la movilización de los recursos hace que las huellas ecológicas tengan carácter global, justificándose la idea apuntada en la Introducción de que el desarrollo urbano se constituye en causa principal de gran parte de los problemas ecológicos mundiales. Al apuntar estas tendencias, se observa que la ciudad se desliga de las limitaciones físicas, manteniéndose no obstante las barreras tecnológica y sobre todo ambiental, las cuales siempre han actuado como restricciones a largo plazo para la sostenibilidad del hecho urbano.

Desde el punto de vista urbanístico, en el caso de las ciudades, se asiste a un proceso de “metropolización” necesario para crear la masa crítica previa a la globalización de las *regiones metropolitanas* en gestación. Si bien este proceso no es tan estructurado como en el caso de las ciudades norteamericanas, sí plantea importantes repercusiones ecológicas (Castells, 1990; Naredo 1991c; Fernández, 1993; 1996).

1.3.- La ciudad como ecosistema

Para Castro, (2002), la aproximación a la problemática urbana, caracterizada por su multidimensionalidad, se ha de realizar desde la conjunción de distintos enfoques científicos para el análisis de la dinámica física y relacional de las ciudades. En este sentido, desde la Cumbre de la Tierra (UNCED, 1992) se asume la necesidad de un enfoque holístico e integrador en el análisis de los sistemas urbanos, con idea de recoger y ponderar las dimensiones no sólo socioeconómica o territorial, sino también la ambiental, a la hora de la toma de decisiones. Hasta hace relativamente poco tiempo, el interés de las administraciones e instituciones locales se ha centrado básicamente en los aspectos relativos a la dimensión de la calidad de vida urbana (más y mejores equipamientos), donde el medio ambiente era tratado muchas veces desde una

perspectiva paisajística o meramente estética. Hoy en día es difícil negar el hecho de que el equilibrio ecológico en la relación ciudad-medio es la condición necesaria para sostener la calidad de vida, conformando un nuevo concepto, el de *eco-ciudad* (Roseland, 1997).

Dada la complejidad del ámbito urbano, la aplicación del análisis estratégico ha permitido la identificación de interrelaciones básicas entre los problemas ambientales y socioeconómicos. Ante una situación de recursos financieros y temporales limitados, es necesaria una acción efectiva, rápida y concreta. Con esta finalidad se aplican los conceptos de planificación y gestión estratégica, propios de círculos empresariales y de reciente aplicación al ámbito urbano. El análisis estratégico no pretende conocer toda la realidad, sino tan sólo modelizar los aspectos fundamentales que relacionan a los distintos componentes del sistema, en este caso, la relación hombre-asentamiento-medio ambiente (Castro, 2002).

Otro elemento metodológico catalizador de estos cambios es la adopción del enfoque ecosistémico. Su utilidad es inmediata, en palabras de Constanza (1991:333): “los sistemas ecológicos son nuestro mejor modelo de sistemas sostenibles”. El enfoque ecosistémico urbano deriva de la aplicación de los principios de la Ecología³⁷ a los sistemas sociales y económicos, así como su interrelación con el ambiental. Como señala Bocking (1994:12), la adopción de la idea de ecosistema supone que “han de ser estudiados mediante un enfoque integrado, comprensivo y holístico”. Esta idea trasciende a todas las dimensiones de la planificación y gestión urbana (Stern y Montag, 1974). Las claves de la adopción de este enfoque son (Mitchell, 1999:67):

- a) Contexto jerárquico. Consiste en conocer las conexiones entre los distintos niveles, desde la perspectiva de la teoría de sistemas.
- b) Fronteras ecológicas. Es necesario conceder más importancia relativa a las unidades ecológicas y biofísicas frente a las administrativas³⁸.
- c) Integridad ecológica. Los esfuerzos se han de dirigir a mantener y proteger la totalidad de la biodiversidad, junto con los modelos y procesos naturales que la mantienen.

³⁷ La Ecología es la disciplina integradora de las ciencias naturales, y fue definida originariamente por Haeckel (1866) como el estudio de las interrelaciones entre los organismos y su medio ambiente, o “la economía de la naturaleza”. Odum (1953) se refiere a la misma como “el estudio de la estructura y funciones de los ecosistemas”.

³⁸ En el caso urbano adquiere vital importancia, dada la dificultad de identificar los límites reales de la ciudad, muchas veces más allá de los límites puramente administrativos.

- d) Base de datos. El primer paso ha de consistir en la recogida de información suficiente para analizar las interrelaciones entre los sujetos o componentes del sistema.
- e) Control y gestión adaptativa. La consideración “adaptativa” da por hecho que el conocimiento de los ecosistemas es incompleto y que es posible la existencia de perturbaciones derivadas de la incertidumbre. La gestión ha de ser un proceso de aprendizaje en continua revisión. El control de la situación (mediante la recogida de información y la toma de decisiones) es la clave para la gestión adaptativa.
- f) Cooperación. La existencia de fronteras hace necesaria la cooperación entre los municipios, comunidades, gobiernos nacionales e internacionales y organizaciones no gubernamentales.
- g) Cambios organizativos. La mayoría de los agentes y organismos de gestión no están estructurados u orientados hacia la gestión ecosistémica, ni consideran la repercusión de sus respectivas medidas sobre el resto de componentes.
- h) El hombre como parte del ecosistema. La población ha de ser considerada como integrante de los sistemas naturales y no como entes independientes.
- i) Valores. Han de respetarse y tenerse en cuenta tanto los conocimientos científicos como aquellos otros derivados de la tradición local y la evolución de los valores sociales.

Este enfoque, aplicado al sistema urbano, enfatiza la ciudad como un sistema complejo caracterizado por continuos procesos de cambio y desarrollo. Para ello considera aspectos tales como energía, recursos naturales y producción de residuos en términos de flujos o cadena (ciclos o circuitos). Las aportaciones más importantes de la concepción ecológica en materia de análisis y gestión de ciudades son las referidas a los conceptos de capacidad de carga y huella ecológica, así como a la definición de umbrales y niveles críticos (Castro, 2002).

Por otra parte, la base provista por la teoría sistémica, ampliamente utilizada en modelización socioeconómica y ambiental, supone un potente instrumento para el análisis y organización de las relaciones entre los elementos que conforman los sistemas complejos³⁹. En este sentido, destacan análisis cuantitativos de las interconexiones en sistemas complejos, como el de Lotka (1925) quien estudió la integración de los sistemas ecológicos y económicos en términos cuantitativos y

³⁹ Por el contrario, el enfoque reduccionista, imperante como método científico clásico, persigue la resolución de un fenómeno en sucesiones causales aisladas y sucesivas, así como la búsqueda de las unidades básicas del sistema. Este enfoque es válido sólo si el sistema es simple y con interacción nula o lineal entre sus elementos.

matemáticos⁴⁰. Estos estudios han dado base al desarrollo de la Teoría General de Sistemas⁴¹ (Von Bertalanffy, 1968) y fecundas aplicaciones al campo de la Economía, como plantea en los trabajos de Von Neumann y Morgenstern (1944) y el Análisis Input-Output moderno (Leontief, 1941).

El entendimiento de los procesos de cambio y desarrollo de las ciudades, consideradas como sistemas complejos, permite analizar separadamente los elementos e interrelaciones existentes en cada subsistema, pasando a continuación, mediante la agregación de sus componentes y el análisis de la sinergia, a la definición del sistema global urbano. Un hecho característico de los sistemas (Laszlo, 1996) es que, conforme aumenta su complejidad más depende su comportamiento de las interacciones entre sus diferentes elementos, obteniéndose un resultado sinérgico muchas veces imprevisible y difícil de comprender o modelizar (Castro, 2002).

1.3.1.- El ecosistema urbano

El concepto básico, de acuerdo con Castro (2002) de la Ecología es el de *ecosistema*, definido inicialmente por el botánico inglés Tansley (1935) como la comunidad de elementos bióticos y su medio ambiente físico (elementos abióticos). Un ecosistema se caracteriza no sólo por su referencia física o escala espacial (que puede ser, por ejemplo, desde una comunidad de hormigas hasta el ecosistema global, Gaia⁴²), sino también por las interrelaciones entre los distintos elementos del sistema, en términos de flujo de energía y materiales y el medio.

La Ecología Urbana es una disciplina relativamente reciente⁴³, que surge hace escasamente treinta años tras el reconocimiento progresivo de la ciudad como ecosistema⁴⁴ ya que comparte las características de ser abierto, pero capaz de autorregulación, ligando los organismos que conviven con su ambiente inorgánico.

⁴⁰ Considera la interacción de los componentes bióticos y abióticos como un sistema que se ha de considerar en su conjunto. La Economía y la Ecología manifiestan dinámicas siguiendo patrones de flujos energéticos.

⁴¹ Una de las aplicaciones más importantes de la Teoría de Sistemas es la desarrollada por Forrester (1961) que dio lugar a los modelos de "Los límites del Crecimiento" (Meadows *et al.*, 1972).

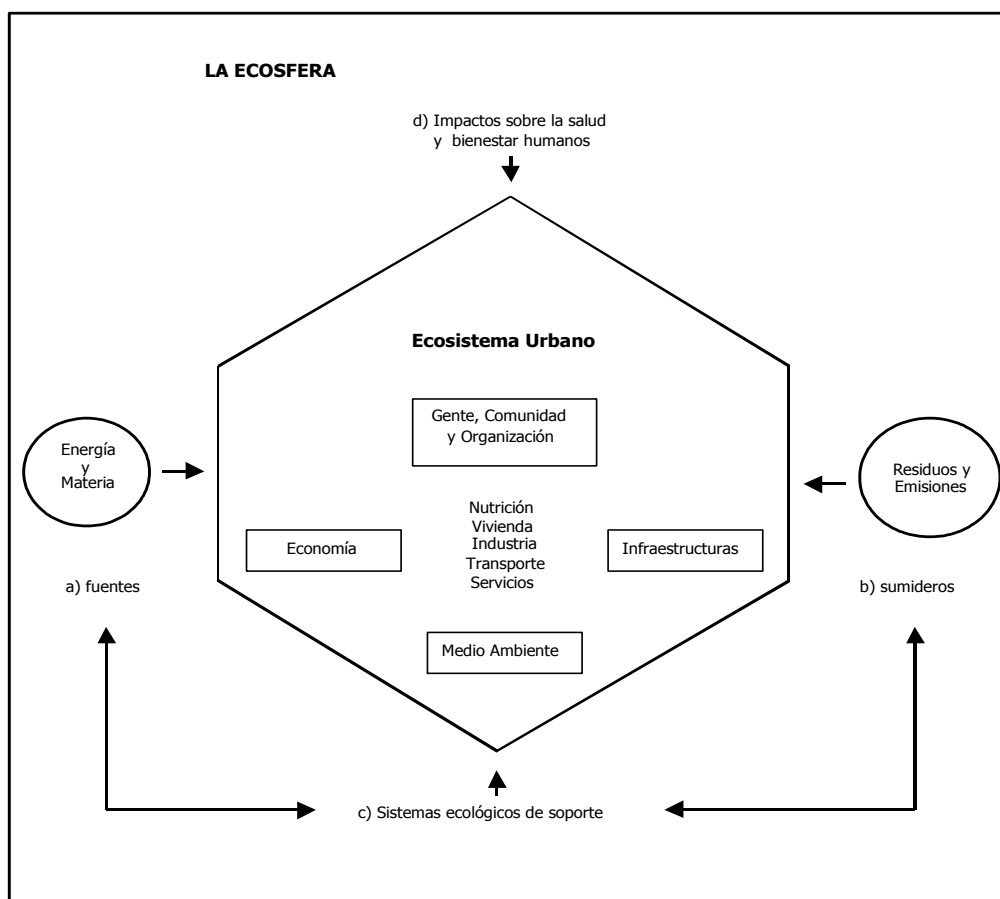
⁴² La idea del *ecosistema planetario o GAIA* (Girardet, 1992) se centra en considerar a la Tierra como un gran ecosistema, en la cual el hombre es un componente vital. Si bien la actividad humana orienta la evolución del planeta, el hombre también se encuentra sometido, como el resto de seres vivos, a las leyes de la naturaleza que gobiernan el funcionamiento de los ecosistemas.

⁴³ Destaca el esfuerzo realizado por el programa Hombre y Biosfera (MAB) de la UNESCO (1988), para analizar las ciudades como sistemas ecológicos.

⁴⁴ Como señala Cicerchia (1996) resulta difícil entender dicha evolución conceptual (desde la ciudad como negación de los valores ambientales hasta el ecosistema urbano y la ciudad ecológica) si no es tras una larga evolución multidisciplinar.

Profundizando en este sentido, la Ecología Urbana (Rueda, 1995) se considera como la interacción entre el hombre y el medio ambiente en áreas urbanas, físicamente manifestada en una serie de flujos de materia, energía y residuos (Figura 1). El considerar la ciudad como un ecosistema (artificial) permite la aplicación de conceptos de la ecología, tales como *nicho*, *diversidad*, *relaciones de competencia* o *dependencia* (parasitismo, simbiosis), a la esfera social, los estilos de vida y las actividades humanas en general, generando un tipo de enfoque no muy habitual en el estudio de las ciudades⁴⁵. Si se complementa este análisis con los enfoques de la Sociología y la Economía, se define el sistema urbano como un concepto holístico⁴⁶, integrador de los sistemas naturales y sociales que confluyen en el lugar urbano (Castro, 2002).

Figura 1 Ecosistema Urbano



Fuente: Alberdi (1996), tomado de Castro, (2002)

⁴⁵ En la línea del análisis del ecosistema y el metabolismo urbano destacan los trabajos de Odum (1963), Wolman (1965), Lynch (1981), Douglas (1983), Girardet (1990), Bruggmann y Hersh (1991), White (1994), Bettini (1996), Alberti (1998), Rueda (1995) y Newman (1999), entre otros.

⁴⁶ Según la definición originaria de Smuts (1926), este término designa la tendencia del universo a construir unidades de creciente complicación: desde la materia inerte, pasando por la materia viva, hasta llegar a la materia viva y pensante.

Los ecosistemas naturales evolucionan hacia estados más complejos⁴⁷ de organización de las relaciones en la comunidad, dominando y controlando las variaciones ambientales. El ecosistema urbano es por tanto el último eslabón en esta serie. Una ciudad no es un sistema independiente, ni cerrado (Rueda, 1996c).

Los sistemas urbanos según (Castro, 2002), representan un marco ambiental de dependencias y necesidades vitales al que se ha llegado convergiendo desde muy diversas exigencias. Su interdependencia económica, social y ecológica se extiende lejos de sus límites. El ecosistema urbano posee una estructura específica, resultante de las interrelaciones entre los factores espaciales, la planificación humana y la naturaleza.

Uno de los enfoques adoptados desde la ecología urbana en la búsqueda de propuestas resolutivas tiende a la consideración fisiológica del sistema urbano como parásito del medio ambiente (Girardet, 1992).

Las ciudades desplazan las poblaciones animales y vegetales, reduciendo la biomasa y la biodiversidad al urbanizar el medio natural. En realidad, en términos ecológicos lo que se produce es una *regresión* del ecosistema natural⁴⁸. La acción del hombre no permite que los ecosistemas del entorno urbano lleguen por tanto al *clímax*⁴⁹, favoreciendo la regresión del mismo (reducción de la complejidad, simplificación de las relaciones ecológicas, reducción del número de especies), en aras de aumentar la producción agraria útil para la actividad humana.

Las pautas de consumo manifestadas por los entornos urbanos son perfectamente identificables y cuantificables, al igual que sobre el resto de los ecosistemas naturales. De esta manera, señala Castro (2002), se pueden conocer las necesidades regulares de recursos (alimentos, materias primas, agua) y energía (combustibles) y su impacto sobre la biosfera. Sin embargo, la falta de tradición en estos estudios, la carencia de datos y la complejidad y magnitud de los ecosistemas urbanos dificultan esta tarea. En España, junto al análisis para la ciudad de Barcelona (Terradas *et al.*, 1985), destaca el estudio realizado para Madrid (Naredo y Frías, 1988). En el mismo, los autores determinan la magnitud

⁴⁷ En términos de información, la ciudad como sistema abierto, tiene la capacidad de estructurar la información del medio y evolucionar hacia estadios más complejos. De esta manera, a medida que aumenta la complejidad del sistema urbano, la productividad y la gestión de la información pasan a vertebrar la organización de la ciudad. A más diversidad social, mayor cantidad de información en el sistema (Rueda, 1996a).

⁴⁸ La relación entre los ecosistemas naturales y urbanos puede ser descrita según el "Principio de San Mateo" enunciado por Margalef (1991): cuando dos ecosistemas interaccionan, la materia y la energía aumentan en el más complejo a expensas del más simple, que se debilita progresivamente.

⁴⁹ Un ecosistema llega al *clímax* cuando las distintas especies del ecosistema se encuentran en equilibrio con el medio ambiente circundante de forma que se alcanza una situación estable.

de los flujos de energía, agua y materias, relacionándolos con los flujos de información y los monetarios, que conlleva el funcionamiento económico de la región de Madrid, donde la aglomeración urbana juega un papel muy importante. Al considerar los deficitarios balances de materias, energía y agua, junto con las tradicionales cuentas financieras (producción, renta, empleo), los primeros relativizan o cuestionan la bondad o eficiencia ambiental de los niveles de actividad económica y urbana. Con ello se realiza una valoración de las externalidades ambientales del crecimiento (contaminación y consumo de recursos) no contabilizados por los tradicionales estudios de desarrollo regional⁵⁰ (Rifkin, 1990).

⁵⁰ Además de incluir la perspectiva ambiental, se analiza el papel de los flujos de información en una sociedad urbana con creciente peso del sector servicios en general, y de tecnologías de la información en particular. La información es la base de las relaciones económicas en la floreciente sociedad de la información, articulada en una red de centros decisores urbanos mundiales (Castells, 1997).

CAPÍTULO II. SUSTENTABILIDAD, POLÍTICAS E INSTRUMENTOS

2.1 El concepto de sustentabilidad

De acuerdo con Castro (2002) La ortodoxia económica no ha asumido hasta fechas muy recientes la inclusión de los objetivos ambientales entre el elenco de fines macroeconómicos⁵¹. Esta evolución ha sido impulsada por una serie de hechos (crisis energéticas de los setenta, catástrofes nucleares, manifestación de las desigualdades entre los países del primer y tercer mundo, agujero de la capa de ozono, etc.) que han motivado el tránsito desde la *lógica mecanicista* imperante en los modelos neoclásicos (Georgescu-Roegen, 1971), donde la “falacia de la sustitución sin fin” sustenta el crecimiento ilimitado de los sesenta, hasta las actuales ideas que conforman la economía del Desarrollo Sustentable.

Las restricciones que sobre la actividad económica tienen los recursos naturales han sido la base de la literatura referida a los “límites al crecimiento” durante los sesenta y setenta⁵². Boulding (1966, 1978) habla de la inminente economía de la “nave espacial tierra” para referirse a la imposibilidad de un crecimiento ilimitado en un planeta con recursos finitos y no renovables: en un futuro, el bienestar no podrá basarse en el crecimiento del consumo material. El Informe Meadows para el Club de Roma (Meadows *et al.*, 1974), junto a otros análisis como los realizados por Forrester (1975), plantean las más claras señales de alerta acerca de la sostenibilidad del modelo de desarrollo⁵³. El crecimiento exponencial del consumo de recursos naturales y energéticos no es sostenible en el medio-largo plazo y es necesario optar por un modelo de desarrollo que permita la mejora del bienestar y la calidad de vida, a la vez que la conservación y correcta gestión de los recursos naturales.

Asimismo, importantes estudios (Castro, 2002) se centran en la llamada curva de Kuznets ambiental que supone la existencia de una relación en forma de U invertida entre la renta *per cápita* y una serie de indicadores referidos a contaminación y agotamiento de recursos naturales⁵⁴. Según esta relación, el consumo de recursos naturales y la generación de residuos aumentan inicialmente

⁵¹ Todo lo contrario de los objetivos sociales (equidad) y sobre todo económicos, los cuales han centrado el interés de la investigación económica.

⁵² De hecho, esta crisis global ya se apuntaba como conclusión en los trabajos de Barnet y Morse (1963), Nordhaus y Tobin (1972), así como Nordhaus (1973), entre otros.

⁵³ Las críticas al Informe Meadows de 1974 se pueden resumir en: la no consideración de los precios como mecanismo adaptativo de la demanda a la escasez de recursos (ignorando además los cambios en las preferencias de los consumidores), junto a la no inclusión plena de los efectos derivados del avance tecnológico, principalmente la mejora en eficiencia productiva (menor consumo de recursos) y la sustitución de insumos escasos. La utilidad política del modelo en términos de señal de alarma social es reconocida, siendo sus autores los más críticos a la hora de revisar el informe (Meadows *et al.*, 1992).

⁵⁴ En referencia al modelo de Kuznets (1955), se pueden encontrar aplicaciones como la realizada por Kaufmann y Claveland (1995) y Panayotou (1995) entre otros. Una revisión de este modelo netamente neoclásico puede consultarse en Bruyn y Heintz (1999).

con la renta. Pasado cierto punto, los incrementos en la renta reducen este consumo de recursos y la producción de residuos. La búsqueda de un modelo de desarrollo sustentable comienza a ser una prioridad de las políticas económicas hasta entonces centradas en una visión errónea del crecimiento (Daly, 1992).

Frente a esta visión tradicional (Castro, 2002) surgen nuevas formas de analizar la realidad. Por ejemplo, en los setenta se desarrolla la “Escuela de los Economistas de la Energía”, aportando una visión crítica acerca de la irreversibilidad del uso de energía en los procesos productivos. Entre otras, se parte de las teorías de Georgescu-Roegen (1971) que relacionan la termodinámica y la Economía, explicando el significado que para el crecimiento económico y la estructura sectorial tiene la energía primaria y los problemas de la no sustentabilidad (Ayres, 1978 y Slesser, 1978).

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 parecernos” (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 primer lugar, se ha de destacar que se trata de un término asimilado de la Ecología (Castro, 2002). Según esta disciplina, la sustentabilidad alude a una condición que se puede mantener indefinidamente sin disminuciones progresiva de la calidad (Holdren *et al.*, 1995). Un ecosistema sustentable es aquel que mantiene la integridad del sistema a lo largo del tiempo. Enlazando esa perspectiva con la referida al desarrollo económico, la sustentabilidad implica el mantenimiento de la capacidad de los ecosistemas naturales para mantener la población humana en el largo plazo (Alberdi y Susskind, 1996). Constanza y Patten (1995:193) escogen la definición más simple: “un sistema sostenible es aquel que sobrevive o persiste”.

Otras características (Castro, 2002) que suponen importantes dificultades a la hora de su cuantificación son: la *variabilidad*, en función al contexto territorial en que se estudia la sustentabilidad adquiere connotaciones distintas y en muchos casos antagónicas (Sherman, 1990); y la *naturaleza dinámica*, derivada de la evolución de los sistemas físicos y socioeconómicos (Daly, 1991).

De acuerdo con Castro, (2002) en la economía se plasma de igual manera la heterogeneidad en la interpretación y modelización del desarrollo sustentable⁵⁵. Quizás la primera formulación operativa en este ámbito es la del “modelo Bariloche” (Chichilnisky, 1977) definida sobre el bienestar en términos de una función de utilidad social. Solow (1993b) enuncia la sustentabilidad como “una obligación para comportarnos de manera que dejemos al futuro la opción de la capacidad de estar tan acomodados como nosotros estamos”. Goodland y Ledec (1987:20) por su parte aluden al desarrollo sostenible como “una pauta de transformaciones estructurales económicas y sociales que optimizan los beneficios disponibles en el presente sin perjudicar el potencial para beneficios similares en el futuro”. Con el mismo interés intertemporal, Tietenberg (1992:38) sugiere que la sustentabilidad significa “que las generaciones futuras estén al menos tan bien como las generaciones actuales”. Repetto (1986:15) se refiere al concepto como una “estrategia de desarrollo que gestione todos los bienes, recursos naturales y recursos humanos, así como financieros y físicos, para incrementar el bienestar a largo plazo”.

La sustentabilidad para una sociedad, significa la existencia de condiciones económicas, ecológicas, territoriales, sociales y políticas, que permitan su funcionamiento en forma armónica en el tiempo y en el espacio. En el tiempo, la armonía debe darse entre esta generación y las venideras; en el espacio, la armonía debe darse entre los diferentes sectores sociales, entre mujeres y hombres y entre la población con su ambiente (Castro, 2002).

Un ejemplo simple de la sustentabilidad, es el que nos brinda la naturaleza, que ha sabido integrar el comportamiento biológico de millones de especies de flora y fauna, en un todo coherente; lo que le ha permitido garantizar su permanencia por miles de millones de años. Con el advenimiento del ser humano los impactos en la naturaleza ya no surgen únicamente a partir de necesidades biológicas, sino que abarcan toda una serie de instancias que surgen e influyen en

⁵⁵ A modo de ejemplo, destacan los análisis económicos de Pezzey (1989), donde se revisan más de cincuenta definiciones de sostenibilidad y Pearce *et al.* (1989), donde se proponen treinta. Para una revisión conceptual e histórica véase Mebratu (1998).

la sociedad; por lo tanto la sustentabilidad debe abarcar tanto aspectos naturales como sociales (Castro, 2002).

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.

A veces se usan indistintamente conceptos como sostenible y sustentable. No profundizaremos en este sentido, y más bien, seguiremos utilizándolos como sinónimos.

2.2 La sustentabilidad urbana

Para Castro (2002) El tema de la sustentabilidad urbana está muy ligado, entre otras cuestiones, a la del crecimiento urbano. El análisis del crecimiento y el tamaño óptimo urbano es un tema clásico en la Economía Regional y la Geografía Urbana. La teoría clásica acerca del tamaño óptimo de la ciudad establece que existe un volumen pasado el cual, un incremento en las dimensiones físicas supone disminuciones en las ventajas derivadas de la aglomeración. Entre los factores que limitan la expansión física se encuentran, básicamente, las externalidades negativas derivadas de la concentración de actividad económica y población englobadas en lo que se viene a llamar deseconomías de aglomeración. A nivel urbano, éstas se traducen en niveles de densidad poblacional, carestía del suelo urbano y vivienda, desempleo, tráfico, entre otros. Recientemente, los factores ambientales son incluidos en estos análisis, considerándose los efectos

de los crecimientos urbanos incontrolados sobre la calidad de vida y las decisiones de localización de actividades económicas (Castro, 2002).

En la actividad del hombre, su primer contacto con la naturaleza lo realiza para satisfacer sus necesidades más elementales; la sustentabilidad exige que el uso de los bienes naturales ocurra según la lógica de la naturaleza, o sea, hay que trabajar con ella y no en su contra. Esto requiere a menudo una lógica distinta a la lógica que prevalece en nuestro sistema, que atiende más a realidades económicas o geopolíticas que a realidades ecológicas. Para realizar este cambio de lógica, es necesario apoyarse en la sabiduría de la naturaleza.

Sin duda, las ciudades no son viables para un tamaño mínimo, normalmente por motivos de costo de urbanización y dotación de equipamientos e infraestructuras. No obstante, también existen límites máximos, ecológicos y económicos. Con relativa facilidad, a partir de cierta escala, proporción o equilibrio entre lo urbano y lo natural, las ciudades fracasan desde el punto de vista ecológico, lo cual resulta evidente al analizar los balances de materiales, energía y agua. La realidad en las grandes ciudades, se constata un aumento constante en la población y el tamaño de las mismas, lo cual hace pensar que los límites ecológicos al crecimiento urbano son “bastante flexibles”⁵⁶.

Siguiendo a Castro (2002) 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, dado que cuanto más local sea un problema, más posibilidades existen de establecer unos buenos principios correctores de la eficiencia del mercado en la asignación de recursos, dado que, como señalan Camagni *et al.* (1998):

- a) Ofrecen un marco institucional adecuado para realizar políticas concretas y afrontar la heterogeneidad de los problemas de la sustentabilidad
- b) Es posible una mayor rapidez en la toma de decisiones públicas al ser unidades descentralizadas.
- c) Es posible elaborar estadísticas y establecer medidas de seguimiento de las políticas realizadas de manera más rápida y sencilla que en la escala regional o global.

⁵⁶ Sin duda gracias a la “importación” de los recursos necesarios desde ámbitos cada vez más lejanos.

Para Alberti (1996:383), el concepto de sustentabilidad urbana es difícil de generalizar dado que ninguna ciudad es exactamente igual a otra, implicando que “las necesidades de los habitantes sean satisfechas sin imponer demandas no sostenibles para los recursos locales o globales”, así como “el tener la habilidad para aprender y modificar su propio comportamiento en respuesta a cambios ambientales”.

Haughton y Hunter (1994:27) definen la ciudad sustentable como “aquella en la cual la gente y los negocios continuamente procuran mejorar su medio natural, urbanizado y cultural a niveles de vecindario y regional, trabajando así en dos caminos para conseguir el objetivo del desarrollo sostenible global”.

En definitiva, la consideración de la perspectiva urbana a la hora de interpretar el concepto de sustentabilidad enriquece con nuevos significados los diversos enfoques, añadiendo entre otras, las consideraciones de la escala local frente a la global propia de los diferentes modelos.

2.3 Objetivos de la sustentabilidad

La coincidencia entre la Organización de las Naciones Unidas y algunos estudiosos en la materia establecen que en el proceso de la sustentabilidad⁵⁷, una sociedad debe buscar:

a) En lo económico:

- Generar riqueza en forma y cantidades adecuadas.
- Redistribuir la riqueza.
- Fomentar un intercambio equitativo de recursos entre los diferentes sectores sociales.
- Hacer un uso eficiente de los recursos.
- Aprovechar eficientemente los servicios ambientales.
- Reducir la dependencia de recursos no renovables.
- Descentralizar y diversificar la capacidad productiva.
- Fortalecer la actividad económica equilibrada (producción y consumo), a nivel local y regional.
- Desafiar la globalización de la economía y promover su mundialización.
- Luchar por la reducción de la dependencia económica internacional.

⁵⁷ Giancaspero, Paola F.(s/f)Manual de certificación de la Sustentabilidad. Instituto de Ecología Política. Chile.

b) En lo ecológico:

- Mantener la diversidad de ecosistemas, diversidad de especies y diversidad genética.
- Mantener la permanencia y equilibrio dinámico de los ecosistemas.
- Garantizar el funcionamiento adecuado de los ciclos ecológicos.
- Adaptarse a los ritmos de la naturaleza
- Reaccionar adecuadamente a las características esenciales de la naturaleza.
- Regirse por el criterio de mínima perturbación de la naturaleza.
- Mantener niveles adecuados de austeridad.
- Mantener niveles adecuados de calidad y disponibilidad de bienes como el aire, el agua, el suelo, el clima y la energía.

c) En lo social:

- Ejercer el ejercicio responsable de la libertad humana.
- Garantizar la autodeterminación de la sociedad y la independencia de los pueblos.
- Adoptar valores que generen comportamientos armónicos con la naturaleza y entre los seres humanos.
- Mantener un adecuado nivel de vida en la población.
- Mantener niveles satisfactorios de educación, capacitación y concientización.
- Garantizar la equidad entre el hombre y la mujer.
- Facilitar la creación y diversidad cultural.
- Promover solidaridad entre personas y comunidades.
- Garantizar espacios laborales dignos y estables.
- Facilitar la inserción y reinserción laboral a los sectores discapacitados.
- Combatir los procesos de empobrecimiento.
- Facilitar la participación de niños, niñas y jóvenes en tareas y beneficios sociales.
- Estabilizar los niveles de población.
- Potenciar la organización de la sociedad civil y la participación ciudadana.
- Promover el desarrollo de poderes locales.

d) En lo político

- Desarrollar estructuras democráticas en las comunidades y regiones.

- “Empoderar” comunidades y sectores vulnerables como niños, ancianos y mujeres.
 - Reducir la dependencia de municipios, países y regiones.
 - Redistribuir el poder económico y político.
 - Descentralizar la toma de decisiones.
 - Fomentar relaciones de solidaridad entre comunidades y regiones.
 - Buscar la desaparición de la cultura militarista.
 - Establecer un marco jurídico que garantice el respeto a las personas y el ambiente.
 - Adoptar y respetar las convenciones internacionales.
 - Realizar planes municipales y nacionales integrales.
 - Transformar la apropiación privada de los medios de producción.

e) A nivel tecnológico y científico.

- Reducir al mínimo las distancias entre la localización, procesamiento y uso de los recursos, así como entre la generación y el procesamiento de los desechos.
 - Reducir las necesidades de transporte y promover medios de transporte no contaminante.
 - Socializar la ciencia y la tecnología.
 - Difundir ampliamente el saber y descentralizar el quehacer científico y tecnológico.
 - Promover la utilización de fuentes renovables de energía.
 - Desalentar el uso de tecnología dañina o peligrosa.
 - Promover tecnología que sea apropiable por sectores de escasos recursos económicos.
 - Recuperar saberes y quehaceres tecnológicos tradicionales.
 - Facilitar el acceso a la información.

2.4 La contradicción: Equidad vs. Eficiencia

En el análisis económico Castro, (2002) el problema de la gestión de los recursos naturales se resume en la consideración de tres criterios muchas veces antagónicos: eficiencia económica, calidad ambiental y equidad intergeneracional.

El criterio de eficiencia económica persigue el sostenimiento de la tasa más elevada posible de crecimiento económico, utilizando de forma óptima los recursos con los instrumentos de mercado. En términos de la definición de la condición necesaria para la sustentabilidad, este criterio ha de llevar al mantenimiento de un

stock de capital natural constante a lo largo del tiempo para “preservar la capacidad productiva en un horizonte indefinido” (Solow, 1993:163).

En este sentido Castro (2002), afirma que la consecución de la sostenibilidad siguiendo únicamente este criterio, parte de la certeza en la existencia de formas de gestión óptima de los recursos naturales. En caso contrario, nunca sería posible el desarrollo sustentable como tal, al no conseguirse nunca por esta vía las condiciones de eficiencia ambiental y equidad intertemporal.

Bajo la eficiencia económica, el interés por la conservación y la calidad ambiental es puramente “técnico” como garantes de la capacidad económica futura. De cara a la sostenibilidad, se ha de definir en primer lugar un equilibrio dinámico entre los objetivos de eficiencia económica y calidad ambiental, normalmente en términos de maximización del primero sujeto a las restricciones del segundo⁵⁸.

Para Castro (2002) la eficiencia económica y ambiental no garantizan *per se* la sostenibilidad si no se añade el criterio de equidad. Como apuntan Pearce y Atkinson (1995:167): “la sostenibilidad es inconsistente con el enfoque costo-beneficio convencional, al no permitir maximizar el bienestar actual a costa del futuro ya que no considera compensaciones potenciales”.

El criterio de equidad según Castro (2002), se traduce en el sostenimiento (o aumento) del nivel de bienestar social actual, manteniendo (o aumentando) el stock de capital total (natural y artificial) para el futuro. La sostenibilidad implica la definición de algún criterio de equidad en la distribución del bienestar, entendida en sus dos perspectivas: la estática, que hace referencia a los aspectos intrageneracional y la dinámica, relativa a las consideraciones intergeneracionales.

La equidad intrageneracional señala Castro (2002), se centra en los análisis de las condiciones y la distribución actual de los niveles de desarrollo y calidad de vida, propios de la Teoría del Bienestar y que pocas veces ocupan un lugar central en la literatura de la sustentabilidad, casi exclusivamente preocupada por los problemas intergeneracionales⁵⁹. Como denuncian gran número de estudios sociales, no tiene sentido sostener el actual modelo de desarrollo desigual si únicamente va a suponer el bienestar de las generaciones futuras en los países

⁵⁸ Daly (1991), Forrester (1971), Meadows (Meadows *et al.*, 1972), Chichilnisky (1977) y Hotelling (1931) *inter alia* estudian la importancia de la restricción ambiental.

⁵⁹ Destacan en este ámbito las aportaciones de Pearce *et al.* (1990), Dasgupta (1996) y Markandya (1998; 2001), entre otros.

desarrollados, acrecentando las deficiencias del resto de sociedades⁶⁰. En otros términos, no se cumple el criterio clásico de eficiencia en el sentido de Pareto (1896) aplicado a la distribución del bienestar.

Es claro que el capitalismo no muestra niveles de eficiencia, equidad y sustentabilidad, pues supone por sí, el que los países y territorios desarrollados arrasan en aras del progreso, grandes extensiones, sin el más mínimo recato de preservación futura de los recursos.

El criterio de equidad intertemporal se basa en la definición dinámica del *óptimo paretiano*, pues de todas las decisiones de consumo que condicionan el bienestar actual se han de considerar como eficientes aquellas que, además de cumplir la condición de eficiencia económica, consideren mínimas las mermas en el bienestar futuro producto del agotamiento de los recursos básicos.

Esta vertiente dinámica de la equidad (Castro, 2002) se convierte en el referente básico del concepto de sustentabilidad⁶¹. Como afirman Pearce y Atkinson (1995:166), la propia definición del desarrollo sustentable entendido como sostenimiento del bienestar *per cápita* es “un principio de equidad intertemporal más que un principio de eficiencia”. La equidad intergeneracional, entendida por Pearce *et al.* (1989:14), se refiere a las herencia que ha de dejar la generación actual para con las futuras, en términos de cuatro formas de riqueza en términos stock: “de conocimiento y habilidades, de tecnología, de capital hecho por el hombre y un stock de bienes ambientales”; y no menor a la que recibió la generación presente. Este concepto se plasma en la interrelación entre consumo actual y futuro de los recursos naturales, así como el disfrute del patrimonio ambiental.

Según Castro (2002), La cuestión de eficiencia económica *versus* equidad intergeneracional fue inicialmente estudiada por Solow (1974) al plantear la senda de agotamiento de recursos naturales bajo la asunción de una función *maximin* de elección social. Page (1977) analiza cuál ha de ser la tasa de uso de los recursos en base a la relación entre eficiencia intertemporal, valoración de recursos y distribución intertemporal. Dasgupta y Heal (1979) señalan que una senda que maximiza el valor presente de la utilidad con recursos renovables y no renovables

⁶⁰ Los informes de Naciones Unidas sobre Desarrollo Humano (UNDP, 1992; 2000) aportan la información que justifica que la “crisis global” no es sólo ambiental, argumentando la faceta social y humana del desarrollo sostenible.

⁶¹ Analizada por Ramsey (1928), Solow (1974), Page (1988), Howarth y Norgaard (1992), entre otros.

puede ser muy injusta con las generaciones futuras⁶². Esta “impaciencia por el descuento”, derivada de considerar infinitas generaciones futuras, hace difícil tratarlas “equitativamente” frente a la generación actual (Asheim *et al.*, 2000), considerándose únicamente bajo los rendimientos o ganancias esperadas para la generación presente.

Howarth y Norgaard (1995) exponen sus reservas a las soluciones tradicionales aplicadas a la gestión de los recursos naturales basadas en el análisis de la eficiencia (costo-beneficio o costo-eficacia). Este tipo de análisis según Pearce *et al.* (1989) persigue la obtención de óptimos paretianos en el problema intertemporal de la asignación de recursos mediante la internalización de las externalidades ambientales y la gestión eficiente de los recursos de propiedad común o libre acceso. “Conseguir la sostenibilidad podría requerir políticas más estrictas que las derivadas del criterio de Pareto, dado que la generación presente tendría que sacrificar ganancias en su bienestar por ganancias en la generación futura.

2.5 La sustentabilidad global y local

La cuestión mas importante, de acuerdo a Castro, (2002) y no recogida en las definiciones habituales, es la referida a la perspectiva espacial: la consideración de la incidencia del efecto urbano agregado sobre el ecosistema global: la *sustentabilidad global*. Todas las ciudades, a través de la expansión de sus necesidades de suelo, recursos y bienes y servicios, tienen una responsabilidad compartida en los problemas globales (calentamiento global, agujero de ozono, agotamiento recursos naturales, pérdida de biodiversidad, etc.). Como resultado del proceso de globalización, las grandes ciudades consideran al conjunto del planeta como su *hinterland* o área de influencia. En estos términos, la restricción de la definición es muy laxa para un asentamiento urbano, pues difícilmente puede por si mismo responsabilizarse del agotamiento de los recursos minerales o de la totalidad de las emisiones de CO₂.

De acuerdo con Castro, (2002) la *sustentabilidad local* supone en un primer momento que un determinado territorio o área es o puede ser sostenible, aún cuando lo sea a expensas de la integridad global. Un entorno urbano puede sostener sus niveles de consumo y bienestar a costa de crecientes recursos de otros territorios y emisiones de contaminación hacia los mismos, por lo que en términos de la sustentabilidad global no cumple los criterios necesarios, dado que nuevos factores de escala e integración pueden aparecer al exportarse la

⁶² Una tasa de descuento positiva supone inevitablemente niveles de consumo decrecientes en el tiempo.

insostenibilidad (Alberti, 1996; Dahl, 1997a; Rees y Wackernagel, 1996). En este sentido, los desequilibrios ecológicos producidos (por ejemplo: residuos, contaminación, etc.) son internalizados o desplazados por la dinámica del ecosistema global, por lo que no se plantean crisis de modos de vida o de escasez de recursos en estas ciudades, que en principio pueden considerar que realizan pautas de desarrollo sostenibles (es decir que cumplen los requisitos de la sustentabilidad local).

De esta manera, la sustentabilidad global se refiere al análisis agregado a escala planetaria, analizando si es viable la generalización o convergencia de los casos de sustentabilidad local, si no se trata de un *oxímoron* como parece (Rees, 1997; Rees y Wackernagel, 1996). No se puede considerar que la agregación de situaciones sostenibles locales desemboque necesariamente en la sustentabilidad global.

Sin ánimo de complicar en matices las aportaciones de la consideración urbana del término, Castro (2002) acepta el hecho de que sea posible alcanzar situaciones de sustentabilidad en aspectos concretos del sistema urbano: transporte, energía, etc. Se trataría de situaciones específicas y aisladas catalogadas como de *sustentabilidad parcial*⁶³. Como señala Satterthwaite (1997), también es posible partir de ciudades no sostenibles que contribuyan al desarrollo sustentable global. Es decir, que el desarrollo urbano produjera un impacto mínimo sobre el medio, perfectamente asumible por la capacidad de regeneración de los ecosistemas naturales, generando una sustentabilidad relativa. En definitiva, la sustentabilidad parcial y local ha de converger hacia la sustentabilidad global, aunque no pueden considerarse como causas suficientes para esta última.

Consideramos, se podría establecer otra aproximación operativa a la sustentabilidad que servirá de base al presente trabajo. A partir de criterios de planificación estratégica, es posible definir una serie de ámbitos de análisis (transporte, residuos, agua, etc.) en los que definir unos parámetros básicos y mensurables (variables flujo y stock) referidos a condiciones específicas de la sustentabilidad (Nilsson y Bergström, 1995). El uso de sistemas de indicadores es un instrumento idóneo en este sentido.

Bajo esta condicionante señala Castro (2002), la denominada *sustentabilidad relativa* se configura como el principal instrumento utilizado por las ciudades para implementar el instrumento para la planificación urbana hacia la

⁶³ Una ciudad puede tener un magnífico sistema de captación de aguas de lluvia, etc. que permita la sustentabilidad de los acuíferos y los recursos hídricos del territorio, mientras que, en otros aspectos como el transporte o el energético, su situación sea catalogable como de insostenible.

sustentabilidad: las Agendas Locales 21. El procedimiento habitual es realizar una ordenación en el que se jerarquizan las distintas ciudades en base a su situación concreta en cada ámbito de análisis o en la síntesis de los mismos. De esta manera se establece, a la luz de las experiencias analizadas, cuáles son las mejores estrategias de gestión de los recursos naturales y se estudian los factores que más influyen en las mismas a lo largo del tiempo. No obstante, este enfoque necesita de importantes esfuerzos en la implementación y análisis de sistemas de información estadística, como los realizados por organismos internacionales como Naciones Unidas en sus programas de difusión de Buenas y Mejores Prácticas de Sustentabilidad Local, o la Unión Europea y el ICLEI en la Red de Ciudades Sostenibles Europeas.

De acuerdo con Castro (2002) el concepto operativo de *sustentabilidad absoluta* parte también del uso de indicadores como aproximación válida para el análisis y medida del desarrollo en base al estudio de sus componentes. Sin embargo, se apunta hacia el establecimiento de valores de referencia objetivos, en términos de umbrales y valores críticos establecidos por la comunidad científica internacional. Este concepto está muy relacionado con la perspectiva global de la sustentabilidad, siendo el más utilizado por los modelos del enfoque de la sustentabilidad fuerte. Desde enfoques transdisciplinarios numerosos equipos de investigación tratan de desarrollar modelos teóricos *ex ante* en los que formular las condiciones de eficiencia económica y ambiental junto a la de equidad intergeneracional, plasmándose en unos parámetros básicos⁶⁴ para las variables poblacionales, tecnológicas, económicas, territoriales y ecológicas. Ejercicios teóricos como éstos pueden permitir la formulación de una referencia en términos absolutos, respecto a la cual comparar la situación relativa de cada ciudad.

2.6 Medición del desarrollo sustentable

Al igual que ocurre recientemente con el concepto de sustentabilidad, el término desarrollo se usa en la literatura económica desde hace bastante tiempo de forma muy genérica, siendo pocas las referencias que definen de forma específica y excluyente el término (Castro, 2002). La profusión en su uso no ayuda a la delimitación del término, el cual aparece dibujado siempre de forma muy difusa, asociado a términos como calidad de vida, consumo y crecimiento económico.

Pena (1977) diferencia claramente estos conceptos: crecimiento es el aumento cuantitativo de diversos tipos de productos y mercancías, mientras que

⁶⁴ Normalmente en términos de variables flujo, delimitando umbrales de presión admisible sobre el medio.

desarrollo aporta una perspectiva más cualitativa, al referirse a la elección de organización social y del sistema económico en su conjunto. Según este autor, bienestar supone la integración entre las dimensiones económica y social.

En el mismo sentido, Daly (1992:27) establece que “crecer significa aumentar naturalmente de tamaño, al añadirse nuevos materiales por asimilación o crecimiento. Desarrollar es ampliar o realizar las potencialidades de algo; llevar gradualmente a un estado más completo, mayor o mejor. El crecimiento es un incremento cuantitativo en la escala física, en tanto que el desarrollo es una mejora o despliegue cualitativo de las potencialidades”.

Para Passet (1996:29), el desarrollo es definido como “crecimiento multidimensional de la complejidad”. Para Constanza et al. (1999), el bienestar humano puede alcanzarse mediante el aumento del uso de materia/energía en la producción (crecimiento) o a través del incremento de la eficacia en el uso de los recursos (desarrollo). Existen unos límites claros al crecimiento, pero no al desarrollo. El crecimiento se refiere a la expansión cuantitativa en la escala de las dimensiones físicas del sistema económico. Por el contrario, el desarrollo se refiere al cambio cualitativo de un sistema económico, físicamente no creciente, en un equilibrio dinámico con el medio ambiente (Castro, 2002).

Sin profundizar en las cuestiones teóricas propias de la Teoría del Bienestar⁶⁵, hay que destacar la dificultad que supone la medida del bienestar. Para muchos autores (Brekke, 1997) se parte de la premisa de que dicha medida no es posible, tan sólo la aproximación a las características (o componentes) del bienestar, hecho que plantea no menos problemas teóricos derivados del carácter multidimensional del desarrollo (Maasoumi, 1998) y de los indicadores que habitualmente se utilizan, donde los aspectos sociales son poco valorados desde el análisis económico (Bacquelaine, 1993). Algunos autores apuestan por la delimitación de unos "estándares de vida" que permitan referenciar el nivel de bienestar de forma objetiva (Sen, 1987). Tinbergen (1991), al preguntarse sobre la posibilidad de esta medida, propone cerca de cincuenta componentes.

En términos generales, el desarrollo⁶⁶ se entiende como un proceso que va más allá del crecimiento económico per se⁶⁷. El Desarrollo tradicionalmente se

⁶⁵ Para un análisis teórico del tema véanse cualquiera de los pioneros trabajos de Samuelson (1956), Arrow (1951), Bergson (1938), Sen (1982a; 1982b; 1991) y más recientemente los manuales de Johansson (1991) o Baumol y Wilson (2001). Para un análisis aplicado que relaciona la medición del bienestar con la aproximación cuantitativa basada en el uso de indicadores véanse Andrews y Withey (1976) para el caso de los Estados Unidos y Zarzosa (1996) para España.

⁶⁶ Aquí se consideran los términos bienestar y desarrollo como sinónimos, si bien se reconoce que el segundo no profundiza en todos los aspectos psicológicos derivados de "la satisfacción de necesidades" tal y como hace el primero (Sen, 1988). En el orden económico (asignación de recursos escasos), el término desarrollo abarca ampliamente todos los significados del primero.

traduce en la mejora de las condiciones de vida de la población, refiriéndose a condiciones físicas tales como alimentación, vivienda, etc., así como a otras necesidades inmateriales o subjetivas tales como educación, cultura, salud o calidad del entorno que conforman la calidad de vida (Sen, 1987; Nussbaum y Sen, 1993; Friedman, 1997; Mukherjee, 1989; Rueda, 1996b).

En este sentido, señala Castro (2002) se ha desarrollado una fecunda línea de trabajo en base al análisis de una representación más o menos consensuada del desarrollo como es la “calidad de vida” a partir de componentes como la salud, la riqueza material o la calidad ambiental.

Pearce et al. (1990:2) consideran el desarrollo como un “vector de objetivos sociales a maximizar”, entre cuyos elementos se encuentran los siguientes componentes: aumento de la renta real per cápita, mejoras en la salud y el estado nutricional, logros educativos, acceso a los recursos, distribución más equitativa de la renta y mejoras de las libertades básicas. Los mismos autores proponen el uso de un indicador sintético para representar el nivel de desarrollo de un territorio, en correlación con estos elementos.

Como señala Bartelmus (1994a:1) “se necesitan definiciones cuantitativas de estos conceptos para medir el progreso hacia las metas del desarrollo”. Sin embargo, resulta sumamente difícil medir un concepto tan complejo donde imperan las connotaciones subjetivas y cualitativas.

En base a la clasificación seguida por Pena (1977) y Zarzosa (1996) se pueden distinguir tres enfoques para la medición del bienestar social: el de las Funciones de Utilidad, el Contable y el referido a los Indicadores Sociales. A continuación se aplica dicha clasificación para exponer sucintamente las distintas aproximaciones a la medida del desarrollo sostenible.

2.6.1. Indicadores Sociales

En la actualidad resulta cada vez más amplia la divergencia entre el crecimiento económico por un lado y nivel de desarrollo (considerando el capital ambiental) o calidad de vida de la sociedad por otro. Este hecho fundamenta la necesidad de establecer medidas complementarias a las tradicionales (monetarias como el PNB) de las variaciones en la calidad de vida y bienestar, prioridad en la que se basa el resurgimiento reciente del enfoque de los indicadores sociales.

⁶⁷ De ahí las limitaciones derivadas del uso del PNB como medida significativa del bienestar de una nación (Pearce *et al.*, 1990:1), junto a otras ampliamente estudiadas referidas a los sesgos metodológicos como medida agregada (Parker y Siddiq, 1997).

Para Castro (2002) El movimiento moderno de los indicadores sociales se puede decir que se inicia a finales de los sesenta, con un gran desarrollo en los setenta, configurándose como rechazo al dogma imperante hasta entonces de medición del bienestar social en base a indicadores estrictamente económicos o monetarios que dejan de lado muchas consideraciones importantes (externalidades) para evaluar el verdadero costo/bienestar social⁶⁸. La toma en consideración de más y mejor información sobre aspectos cualitativos y sociales para la toma de decisiones se configura como el motivo principal de este enfoque⁶⁹, el cual reconoce que la relación entre crecimiento económico y bienestar no recoge aspectos fundamentales para la segunda tales como la calidad de vida, la educación, etc. que no aparecen recogidos en las medidas tradicionales como el PNB (Ram, 1982).

Al tratar de medir de forma global el bienestar (Castro, 2002), aparecen un gran número de posibilidades, pudiendo elegirse entre medidas materiales (pobreza, renta, vivienda, nutrición, calidad del medio, etc.), relaciones sociales (calidad de las relaciones familiares, solidaridad, alienación, delincuencia, derechos, etc.), o cualquiera de las dimensiones cultural, estética, espiritual o moral de la vida. Esta diversidad ha dado lugar a la consideración de medidas subjetivas (basadas en las percepciones subjetivas que tiene el individuo de su bienestar) y medidas objetivas (factores observables desde el exterior, como la esperanza de vida, tasa de delincuencia, nutrición, etc.).

La mayoría de análisis se decantan por la evaluación directa de los componentes materiales, dada su mayor neutralidad como componentes “universales” del bienestar, independientemente del contexto cultural o social concreto (UNRISD, 1972). Tradicionalmente, los indicadores sociales parten de la base de objetivos sociales generales que se dividen en subáreas u objetivos específicos. Estas áreas son representadas por indicadores físicos (OECD, 1973). En esta línea, muchos trabajos englobados en la corriente de los indicadores sociales han tratado de obtener un índice sintético que aproxime, mediante los condicionantes objetivos, el nivel general de desarrollo, calidad de vida o bienestar (Pena, 1977; IISP, 1995).

Es durante los años ochenta cuando el interés por los indicadores sociales se centra en la definición de “estándares mínimos” y “necesidades básicas”, así

⁶⁸ Entre las mismas, como apuntan Scott *et al.* (1996), están desde la minusvaloración de la participación del trabajo doméstico en el PNB hasta la no consideración del factor ambiental.

⁶⁹ “El fruto de los indicadores sociales es más una contribución directa al conocimiento de los agentes decisores que a sus decisiones. Éstas emergen de un mosaico de inputs, incluyendo componentes subjetivos, políticos y técnicos” (Sheldon y Parke, 1975: 698).

como la constatación del grado de cumplimiento de las mismas por los países subdesarrollados o en vías de desarrollo (Streeten, 1984).

El uso de los indicadores sociales perceptivos o subjetivos posibilita la evaluación del bienestar como un “favorable estado de la mente” tal y como definiera el modelo utilitarista de Bentham. La calidad de vida es un concepto básicamente marcado por factores psicológicos tales como la sensación de placer y la satisfacción de necesidades (Michalos, 1980). No obstante, existe poca correlación entre los niveles de bienestar medidos mediante indicadores objetivos o utilizando los subjetivos.

Muy influenciado por la línea de trabajos con medidas del desarrollo mediante indicadores sociales objetivos que tratan de medir las “capacidades” (World Bank, 1996b; 2000), se encuentra el Índice de Desarrollo Humano (IDH), elaborado por el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (UNDP, 1992). Este índice es una medida del desarrollo más amplia que la del propio crecimiento económico obtenida mediante el PNN y por tanto complementaria al mismo. Se trata de una combinación de indicadores de renta (PIB per cápita), salud (esperanza de vida al nacer) y educación (combinación de la tasa de alfabetización adulta y la tasa total de matriculación), que permite detectar desigualdades en el nivel medio de desarrollo entre diferentes países⁷⁰, fundamentalmente en vías de desarrollo, dado el propio diseño del índice (Castro, 2002).

Por otra parte, Naciones Unidas⁷¹ también elabora otras medidas complementarias del desarrollo tales como:

a) El Índice de Calidad Física de Vida, construido por los indicadores de esperanza de vida, suministro calórico, grado de escolarización y alfabetización adulta.

b) El Índice de Pobreza Humana, representa la expansión de “capacidades” en el sentido descrito por Sen (1987). Está compuesto por la privación de la longevidad (% personas que no sobrevivirán a los 60 años); del conocimiento (% adultos funcionalmente analfabetos); de la calidad de vida (%

⁷⁰ Sin embargo, son importantes las críticas sobre la metodología del IDH (Srinivasan, 1993; Stern, 1994; Sagar y Najam, 1998; Ivanova *et al.*, 1999; y Noorbakhsh, 1998 entre otros), fundamentalmente la no consideración de la distribución interna del desarrollo dentro del país. Una aplicación de las propuestas metodológicas sobre la base del IDH que tratan de corregir los valores obtenidos con la distribución de la renta puede encontrarse en Lasso de la Vega y Urrutia (2000). En Neumayer (2001) se hace otro tipo de correcciones en base a la consideración de los “ahorros genuinos” para adecuar el IDH a una medida de la sostenibilidad.

⁷¹ Naciones Unidas reconoce que las actuales medidas macroeconómicas, como el PNB, no aportan suficiente información acerca de la sostenibilidad (párrafo 40.4 de la Agenda 21, UNCED, 1992), hecho que justifica el desarrollo de nuevos instrumentos.

personas que viven por debajo del límite de pobreza); y la exclusión social (tasa de desempleo de larga duración).

c) El Índice de Desigualdad de Género, que incorpora la desigualdad entre sexos al IDH, calculando indicadores diferenciados por sexos y realizando un ajuste en base al grado de disparidad entre hombres y mujeres.

d) El Índice de Potenciación de Género, centrado en el análisis de la desigualdad sexual en determinadas parcelas (administración, ejecutivos, profesionales, parlamentarios, entre otros).

Se puede decir que esta línea ha definido la actuación de Naciones Unidas y el Banco Mundial en materia de Informes del Desarrollo Humano (UNDP, 2000; World Bank, 2000b). Continuando desde la perspectiva de los organismos internacionales que elaboran sistemas de indicadores sociales, la cual trata de servir como conjunto de indicadores centrales⁷² para medir las tendencias en materia de bienestar individual y comparar entre países (OCDE, 1986).

En referencia a la evolución reciente, una serie de matices diferencian el actual uso de los indicadores de desarrollo sostenible del enfoque originario de los indicadores sociales. En resumen, estas diferencias surgen a raíz de la necesidad de nuevos instrumentos en la toma de decisiones para fundamentar el tránsito desde el “paradigma desarrollista” al “paradigma ambiental” o sustentable⁷³.

En este sentido, señala Castro (2002) no solamente se toman en consideración los aspectos sociales y distributivos -tal y como se derivó en un primer momento del enfoque de los indicadores sociales-, sino también se manejan más explícitamente otros conceptos como la equidad intergeneracional, la capacidad de carga del ecosistema, la generación de efectos externos negativos (calentamiento global, agujero de ozono) o el crecimiento incontrolado de la llamada huella ecológica del asentamiento. En definitiva, se integran más dimensiones a la hora de valorar el desarrollo, lo cual acarrea nuevos problemas estadísticos a la hora de elaborar medidas del desarrollo sostenible (Custance y Hillier, 1998; Levett, 1998).

El Índice de Sostenibilidad Medioambiental (ISM), desarrollado para el World Economic Forum (WEF, 2000; 2001), constata esta evolución conceptual. Entre los componentes del mismo se encuentran indicadores referidos no sólo a los sistemas, las presiones y riesgos medioambientales, sino también medidas de

⁷² La lista de indicadores sociales de la OCDE (1982) la componen un total de 34 indicadores en los ámbitos de salud, educación, empleo y calidad del trabajador, ocio, distribución de la renta y la salud, ambiente social y seguridad.

⁷³ En Hodge (1997) se hace una revisión de las principales metodologías en materia de indicadores de sostenibilidad desde la perspectiva de los indicadores sociales.

la capacidad social e institucional y la cooperación internacional en problemas globales.

Dada la dificultad en la evaluación de los activos ambientales y los efectos de la degradación ambientales sobre el bienestar es necesario recurrir a una evaluación social, de ahí el resurgimiento de los indicadores sociales. “La no existencia de una unidad de medida única no implica incomparabilidad. Ello supone que diferentes opciones sean débilmente comparables, es decir, sin recurrir a un único tipo de valor” (Martínez-Alier, et al., 1998:280).

De hecho, autores como Kaufmann y Cleveland (1995:109) abogan por la “combinación de las fuerzas de los indicadores sociales, los cuales miden los factores técnicos y económicos que determinan el uso de los sistemas naturales soporte de la vida y los indicadores derivados de las ciencias naturales, que modelizan los efectos ecológicos a largo plazo del uso de los sistemas soporte de vida”.

Sin embargo, la evaluación social resulta muy difícil dada la ausencia de un “numerario” común (como el dinero). En la práctica, señala Castro (2002) esta evaluación se realiza fijando objetivos, umbrales o estándares para determinados objetivos del desarrollo o simplemente elaborando un sistema amplio de indicadores físicos para mostrar las “tendencias medioambientales”⁷⁴.

Como señala Brekke (1997:157) “hay al menos tres formas de contabilizar la degradación ambiental”:

- a) Extendiendo las medidas conocidas de ingreso (PNB sobre todo) para reflejar las restricciones sobre la degradación.
- b) Desarrollando medidas de bienestar que incluyan los efectos que sobre el bienestar tiene la degradación ambiental.
- c) Considerando al medio ambiente como un bien primario y registrar las variaciones que sufre en términos físicos.

Estas tres vías resumen las principales aportaciones realizadas en el campo de la Economía de la Sostenibilidad. Existe un encendido debate acerca de si es posible encontrar una definición operativa del desarrollo sostenible. Unos autores parten de la posibilidad, mientras que otros plantean la postura contraria ante las dificultades de medición del concepto (Noorgard, 1994). En función al

⁷⁴ Se puede afirmar que informes como los generados por el WorldWach (Brown *et al.*, 2000), el World Resources Institute (WRI, 2000) o la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, 2000) se posicionan en esta línea, como herencia directa del enfoque de los indicadores sociales (Cobb y Rixford, 1998).

enfoque de partida (modelos de sostenibilidad fuerte o débil) se han desarrollado medidas que en muchos casos pueden ser complementarias.

2.7 Modelos de Sustentabilidad

Los programas de acción e iniciativas urbanas que desde todos los niveles se realizan reflejan la necesidad de tratar a la ciudad como una unidad de acción prioritaria en las políticas de sustentabilidad. Retomamos la clasificación hecha por Castro (2002), pues consideramos que incluye de manera general los tipos de modelos que utilizan diversos indicadores.

2.7.1 Presión- Estado-Respuesta (PER)

Uno de los marcos ordenadores más usados, por su utilidad en la toma de decisiones y formulación y control de políticas públicas es el internacionalmente reconocido de “Presión- Estado-Respuesta” (PER).

El PER fue desarrollado y recomendado originalmente por la OCDE (1993), SCOPE (Ghent Report, 1995) y es compartido, con enmiendas, por otras agencias internacionales como UNSTAT o EUROSTAT. En este marco, se estructuran los indicadores en tres categorías:

- Los **indicadores de presión** tratan de responder preguntas sobre las causas del problema. Indicadores de esta naturaleza incluyen emisiones y acumulación de desechos.
- Los **indicadores de estado** responden sobre el estado del ambiente. Estos indicadores incluyen la calidad del aire urbano, la calidad de las aguas subterráneas, los cambios de temperatura, las concentraciones de sustancias tóxicas o el número de especies en peligro.
- Los **indicadores de respuesta** tratan de responder preguntas sobre que se está haciendo para resolver el problema. Indicadores de este tipo incluyen los compromisos internacionales o tasas de reciclaje o de eficiencia energética.

2.7.2 Fuerza Motriz-Estado-Respuesta (F-E-R)

Adoptado por la ONU en 1995 cambia de (PER) para convertirse en Fuerza motriz-Estado-Respuesta (F-E-R). De acuerdo a la sistematización de Mortensen (1997), se establece que:

- **Indicadores de Fuerza Motriz:** representan actividades humanas, procesos y patrones que tienen un impacto en el desarrollo sostenible.
- **Indicadores de Estado:** proveen una indicación del estado del desarrollo sostenible, o de un aspecto particular de éste, en cierto momento. Corresponden a indicadores cualitativos o cuantitativos.
- **Indicadores de Respuesta:** indican opciones de política y otras respuestas sociales a los cambios en el estado del desarrollo sostenible. Estos indicadores proveen una medida de la disposición y efectividad social en la construcción de respuestas. Incluye legislación, regulaciones, instrumentos económicos, actividades de comunicación. Ejemplos: cobertura de tratamiento de aguas, gasto en disminución de la contaminación.

2.7.3 Marco Ordenador Presión-Estado-Impacto/ Efecto-Respuesta, P-E-I/E-R, del CIAT, Colombia.

De acuerdo con Luz Velázquez, (Velázquez, 2003), este modelo se basa en elaborar cinco grupos de indicadores. El primero para observar las causas de los problemas ambientales (Presión sobre el Medio Ambiente), el segundo se relaciona con la calidad del medio ambiente en función de los efectos de las acciones antrópicas (Estado del Medio Ambiente), el tercero observa el impacto/efecto de las actividades humanas sobre el medio ambiente y viceversa (Impacto sobre el Medio Ambiente y la Sociedad); el cuarto se refiere a las medidas y respuestas que toma la sociedad para mejorar el medio ambiente (Respuestas sobre el Medio Ambiente). El quinto grupo son indicadores prospectivos que se relacionan con los progresos necesarios para la sostenibilidad (Progresos hacia la Sostenibilidad). De esta manera se trata de enfatizar sobre la importancia de considerar las potencialidades y limitaciones en el uso de las tierras y los recursos naturales para la elaboración de políticas y acciones para un desarrollo sostenible.

2.7.4 Marco Ordenador en base a Familias, Chile

Este marco ordenador propone que los procesos involucrados en el desarrollo sostenible son dinámicos y complejos, y que como sistema se retroalimentan continuamente en unos a otros. El esquema que se presenta en la experiencia chilena tiene una inspiración de economía ecológica y ordena los procesos en una primera familia donde se estudia la extracción de energía y materiales por parte de los humanos, una segunda familia que consiste en la transformación de este transflujo en bienes y servicios, junto con sus problemas y dinámicas distributivas, luego se tiene una tercera familia de soporte vital donde se

agrupan los fenómenos de contaminación y manejo de residuos, y finalmente una familia de dinámicas culturales e institucionales con las que la sociedad va respondiendo a las variables y la información que se maneja para modificar o reproducir el sistema (Velázquez, 2003).

2.8. Iniciativas de la Sustentabilidad

Por la importancia de los efectos que genera sobre el equilibrio del ecosistema global de acuerdo a Castro (2002), el crecimiento urbano es objeto de análisis desde las políticas que, con el objetivo de la sustentabilidad, llevan a cabo las agencias e instituciones con capacidad para la toma de decisiones en cuestiones de desarrollo y medio ambiente. A partir de los esfuerzos realizados por parte de organismos internacionales como la Unión Europea, las Naciones Unidas, la OCDE o el Banco Mundial, cada vez resulta más habitual la incorporación de las metas medioambientales dentro de los objetivos de política socioeconómica. Este hecho resulta aún algo novedoso en la esfera local, aunque el desarrollo reciente de los instrumentos de planificación hacia la sustentabilidad local ha sido espectacular. La región andaluza ha participado igualmente de esta tendencia⁷⁵, considerándose en la actualidad como pionera en España en la implementación de programas de desarrollo sostenible. Mediante un enfoque desde lo global a lo local, el presente epígrafe trata de poner en contexto las iniciativas y políticas de desarrollo sostenible con incidencia urbana.

Los programas de acción e iniciativas urbanas que desde todos los niveles se realizan reflejan la necesidad de tratar la ciudad como una unidad de actuación prioritaria en las políticas hacia la sustentabilidad.

Esta preocupación es patente en la serie de Conferencias de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMA/UNCED), así como en las Conferencias sobre Asentamientos Humanos (Hábitat) en las “Ciudades Saludables” de la Organización Mundial de la Salud (OMS/WHO), en los proyectos de “Ciudad Ecológica” e indicadores urbanos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE/OECD), en la Unión Europea, así como en las iniciativas desarrolladas por muchos municipios de forma independiente (Castro, 2002).

La Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y el Desarrollo (UNCED) denominada “Cumbre de la Tierra” y celebrada en Río de Janeiro (Brasil) en junio de 1992, supone el auténtico punto de partida de las actuales

⁷⁵ En Delgado y Morillas (1991) y Castro (1997) se comenta la evolución de la conceptualización del medio ambiente en la planificación del desarrollo en Andalucía.

iniciativas sobre medio urbano a nivel internacional (Shelman, 1996; Whittaker, 1995).

La Declaración de Río, o “Carta de la Tierra”, es el documento que vincula a los firmantes en su compromiso por la consecución de un modelo de desarrollo sostenible. El Programa o Agenda 21 se diseña en el marco del Foro Urbano Mundial, dentro de la Cumbre de la Tierra. Conformada como programación para conseguir el desarrollo sostenible, la mayoría del mismo tiene relación con los asentamientos urbanos. A pesar de que el Programa 21 no es un acuerdo legalmente vinculante, son numerosas las acciones que a nivel mundial se llevan a cabo bajo este Programa. No sólo se consideran cuestiones referidas al medio ambiente físico, sino también a la pobreza, el aumento demográfico, la salud, el comercio, etc. Consta de 40 capítulos donde, además de la formulación de objetivos, se incluyen las directrices para crear un marco de actuaciones, así como las condiciones institucionales y financieras necesarias para ello.

Para Velázquez, (2003) La aplicación de este proceso al entorno urbano se denomina Agenda Local 21. Se trata del capítulo 28 del Programa 21 dedicado a las autoridades locales. En el mismo se reconoce a las autoridades locales como "factor determinante" para la consecución de los objetivos de la Agenda 21⁷⁶. La Agenda Local 21 promueve la coordinación entre ciudades, para que cada comunidad desarrolle de forma consensuada su agenda específica. Sobre la base de este consenso, se obtendrá la información necesaria para formular las mejores estrategias desde las ciudades para una "política económica, social y ecológica".

Una de las bases de la Agenda Local 21 es el denominado “aumento o creación de capacidad” (capacity building) de las instituciones para garantizar el logro del desarrollo sustentable. La creación de capacidad implica el desarrollo de los recursos humanos, institucionales y legales para crear un clima propicio para implementar los conocimientos y habilidades necesarias en la gestión del medio ambiente y los recursos naturales de manera sostenible. Naciones Unidas desarrolla un programa denominado “Capacidad 21” centrado en este objetivo.

Las Conferencias de Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos (UNCHS, Hábitat) son el otro referente a nivel mundial para la definición de estrategias de desarrollo urbano. En 1996 se celebró la II Conferencia (Hábitat II) en Estambul (Turquía), donde se debatieron los problemas urbanos, principalmente el crecimiento incontrolado y sus efectos en el entorno. El Programa Hábitat, muy vinculado al Programa 21 de UNEP, tiene como objetivos conseguir viviendas adecuadas para todos y establecer asentamientos sostenibles

⁷⁶ Para un análisis metodológico de las Agendas Locales 21 puede consultarse, entre otras referencias, ICLEI (1998) y CMA (2001b).

en un mundo en urbanización. Precisamente en relación con esta última línea se viene desarrollando desde 1990 un Programa de Ciudades Sostenibles, gestionado por el Observatorio Urbano Global (Nairobi, Kenya), destinado a fomentar el intercambio de conocimientos entre las ciudades, así como el desarrollo de mejores sistemas de información, planificación y gestión del desarrollo sostenible urbano.

El Programa de Ciudades Sostenibles (UNCHS/UNEP) comenzó en 1990 antes de que el proceso de las Agendas Locales 21 fuera iniciado. Este Programa promueve un proceso participativo para el desarrollo sostenible urbano, enfatizando la coordinación entre sectores y la descentralización en la toma de decisiones. En el nivel local, el Programa de Ciudades Sostenibles actúa como iniciativa de cooperación técnica, usando proyectos demostrativos para fortalecer las capacidades y habilidades de las autoridades locales participantes y sus socios en los sectores público, privado y comunitario. El Foro Ambiental Urbano es un producto de este proyecto internacional (UNCHS/UNEP, 2000).

Otro programa de Naciones Unidas (dentro del Programa de Desarrollo, UNDP) es el relativo a las Iniciativas Locales por el Medio Ambiente Urbano (LIFE) establecido en 1992 con el propósito específico de proveer asistencia directa a los proyectos locales de desarrollo sostenible. Este programa cataliza el dialogo nacional, fija estrategias y moviliza el apoyo nacional, identificando y financiando proyectos en colaboración a pequeña escala. Además, este programa financia redes internacionales de ciudades para difundir experiencias y promover Agendas Locales 21.

La Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible celebrada en Johannesburgo (Sudáfrica) en septiembre de 2002, realizó una evaluación de los resultados obtenidos de cara al desarrollo sustentable, siendo el medio ambiente urbano una de las principales líneas de trabajo.

De acuerdo con Velázquez, (2003) El Consejo Internacional para las Iniciativas Ambientales Locales (ICLEI) tiene especial relevancia en aspectos relativos a la sostenibilidad local. El ICLEI fue establecido en 1990 para establecer un proceso preliminar de implementación a nivel local para la Agenda 21 de Naciones Unidas. Desde el inicio del proceso Agenda Local 21, el ICLEI ha dotado de apoyo técnico y financiero a las actividades de planificación de este tipo en más de veinte países. Se trata de una asociación de gobiernos municipales (más de 300) destinada a prevenir y resolver los problemas ambientales locales, regionales y globales, a través de acciones a nivel local. Entre sus programas más recientes destacan cuatro grandes líneas de acción:

- a) Iniciativa Agenda Local 21. Donde se recoge su participación en los programas compartidos con otros organismos como Naciones Unidas o la Unión Europea tales como la Declaración Agenda 21 y Comunidades modelo, así como en la Campaña de Ciudades Sostenibles Europeas y la Red de Ciudades Sostenibles Africanas.
- b) Programa de orientación y formación para las Agendas Locales 21. El ICLEI proporciona asistencia técnica y formación a las ciudades europeas que han decidido elaborar Agendas Locales 21. Como resultado, más de 330 ciudades han firmado la declaración de Aalborg (ICLEI, 1997).
- c) Campaña de Ciudades para la Protección del Clima (CCP).
- d) Sostenibilidad Local. Sistema de Información y difusión de las “Buenas Prácticas” en colaboración con el programa de UNCHS (Hábitat) de “Mejores Prácticas”.

La Campaña de Ciudades para la Protección del Clima (CCP) mencionada es una iniciativa a escala mundial para frenar la tendencia actual de sobrecalentamiento de la tierra, así como mejorar la calidad del aire y aumentar la habitabilidad urbana. La CCP acoge a las ciudades interesadas en formular y ejecutar planes que reduzcan el consumo de energía y la emisión de gases con efecto de invernadero, para poner en práctica medidas que mejoren la eficiencia energética de los edificios municipales y comerciales y reduzcan las emisiones con efecto invernadero, incluyendo la gestión de desechos y la planificación de los sistemas de transporte.

Velázquez (2003) señala que la Organización Mundial de la Salud (WHO) promueve desde hace tiempo acciones en materia de salud y ciudades (WHO, 1991), destacando el proyecto de Ciudades Saludables (WHO, 1993a). El objetivo del mismo es analizar las implicaciones entre calidad de vida y desarrollo urbano en una muestra de ciudades (WHO, 1993b), favoreciendo el intercambio de experiencias en materia de reducción de emisiones y vertidos de residuos, así como otras referencias al medio urbano. Se sigue un enfoque próximo a la gestión estratégica, donde la colaboración de la sociedad, la creación de redes y la utilización de indicadores de seguimiento y verificación de objetivos, caracterizan el proceso.

La OCDE desarrolla una importante actividad en materia de desarrollo sostenible (OCDE, 1999; 2000a; 2000b; 2001b; 2001c), destacando en las cuestiones urbanas el llamado Programa Urbano, por la rigurosidad en los análisis que se realizan desde hace tiempo (OCDE, 1990; 1995a, 1996b) sobre aspectos

como los sistemas de indicadores y el análisis de las relaciones entre sistemas productivo y medio ambiente urbano⁷⁷.

El Banco Mundial también desarrolla una amplia línea de trabajo referida al desarrollo urbano (World Bank, 1991), centrada, en los últimos años, en la valoración ambiental, el desarrollo de políticas de desarrollo urbano y equipamientos de saneamiento y distribución de agua en ciudades de países en vías de desarrollo (World Bank, 1995; 1996c; 2000c; 2001).

2.8.1 Unión Europea

La Unión Europea (Castro, 2002) concede una creciente importancia a los aspectos urbanos dentro de sus programas de planificación e intervención comunitaria. El segundo Informe Dobris (EEA, 1998) sobre el medio ambiente en Europa actualiza el detallado análisis del estado del medio urbano que ya se hiciera en el primer Informe de 1993. Por otra parte, en el acervo comunitario resulta habitual encontrar el medio urbano entre los ámbitos propios del medio ambiente⁷⁸. Desde la entrada en vigor del Tratado de Amsterdam se reconoce el desarrollo sostenible como objetivo prioritario, culminando con la definición de la denominada estrategia comunitaria para el desarrollo sostenible (CCE, 2001b), con un apartado específico para la calidad del medio ambiente y la movilidad en las ciudades.

No obstante, para Castro (2002) en cierta medida los aspectos urbanos siempre se han incluido en la política medioambiental comunitaria. En el IV Programa de Medio Ambiente (1987-1992) se defendió por primera vez un enfoque integrado, concretado en la publicación del Libro Verde sobre Medio Ambiente Urbano (CCE, 1990) y en la creación del Grupo de Expertos sobre Medio Ambiente Urbano (1991). Como señala dicho informe, en el medio urbano repercuten multitud de sectores, destacando el transporte, la energía, la industria y, en algunos casos, el turismo. Para la Unión Europea resulta prioritario incluir la perspectiva urbana a la hora de realizar las estrategias sectoriales antes comentadas, siendo la planificación urbana el instrumento más útil para alcanzar la sostenibilidad de las ciudades.

Otro documento en el que, desde una visión económica que integra medio ambiente y desarrollo, se definen las estrategias hacia la sustentabilidad, es el "Libro Blanco sobre Crecimiento, Competitividad y Empleo" (CCE, 1993). En el

⁷⁷ No obstante, existen numerosas publicaciones referidas a temas específicos de la dimensión urbana como el transporte, la vivienda, la energía o la gestión urbana (OCDE, 1983; 1995b; 1995c; 1996a).

⁷⁸ Si bien se hace referencia únicamente a las políticas e iniciativas comunitarias, ha de aclararse que en términos de legislación propia, la Unión Europea desarrolla una intensa labor normativa referida a aspectos tangenciales al medio urbano, tales como: envasado, embalaje, reciclado, residuos sólidos urbanos y peligrosos, calidad del agua, tratamiento aguas residuales, emisiones a la atmósfera, ruido ambiental, transporte, movilidad, energía, etc.

mismo se aplica el análisis estratégico partiendo de un diagnóstico sobre el actual modelo de desarrollo comunitario. Este modelo lleva a una combinación poco óptima de dos de sus principales recursos: la mano de obra y los recursos naturales, produciéndose una utilización insuficiente del factor trabajo y una sobreutilización de los recursos naturales. Desde este documento, la entonces Comunidad Europea se plantea el objetivo central del crecimiento económico sostenible, contribuyendo con una mayor intensidad de empleo y a un menor consumo de energía y recursos naturales.

La mayoría de las políticas (Castro, 2002) con incidencia regional o territorial de la Unión hacen referencia a los problemas urbanos. El documento Europa 2000+ (CCE, 1994c) recoge las orientaciones del desarrollo territorial comunitario, revelando los cambios que se están produciendo en el sistema urbano europeo, como consecuencia del mercado único y la ampliación de la Unión. En la Perspectiva Europea de la Ordenación Territorial se hace especial hincapié en la necesidad de una planificación integrada del territorio y en el papel que la misma tiene sobre la calidad ambiental. En referencia a la cuestión urbana, se aboga por el desarrollo de redes de transporte público intermodal que favorezcan la movilidad de factores en el territorio.

El Libro Verde “*Una red para los ciudadanos*” (CCE, 1996) se centra en la importancia de las redes de transporte para el desarrollo regional de la Comunidad, afirmando que el desarrollo de los sistemas públicos de transporte debe tener prioridad considerando los efectos en la calidad de vida y el medio ambiente. Las Redes de Transporte Trans-europeas son instrumentos para mejorar el acceso a las ciudades, los centros neurálgicos y directores del desarrollo económico en Europa. La visión de la política regional y urbana de transporte desde el punto de vista de la sustentabilidad es desarrollada en las 6 tesis de Kouvola, que son las conclusiones de la *Conferencia comunitaria sobre transporte inter-regional sostenible en Europa* celebrada en dicha ciudad finlandesa en 1996.

El V Programa de Acción de la Comunidad Europea sobre Medio Ambiente, 1993-2000 “Hacia la Sostenibilidad” (CCE, 1992) destaca, de entre los aspectos urbanos, el referido al ruido ambiental. Este Programa insta a los Estados, regiones y ciudades integrantes de la Unión a realizar acciones concertadas en materia de reducción de los niveles de ruido, integrando además la política de medio ambiente en el resto de programas sectoriales. El VI Programa de Acción (CCE, 2001a), titulado “el futuro está en nuestras manos”, incide por otra parte en la importancia del tratamiento de los residuos urbanos y en factores relativos a la concienciación y participación ciudadana en cuestiones de educación ambiental.

El Proyecto de Ciudades Sostenibles, auspiciado por la DG. XI, adopta una doble estrategia:

- a) Los Informes de Ciudades Europeas Sostenibles, orientados a la adquisición de conocimientos sobre ciudades sostenibles en el seno de los grupos de trabajo.
- b) La Campaña de Ciudades Europeas Sostenibles, encaminadas a prestar apoyo a los municipios y difundir el proyecto entre ellos.

El Primer Informe de Ciudades Sostenibles (1994) se trata de un documento de propuesta y de síntesis, aportando una descripción detallada de los “casos de buenas prácticas” presentados en la base de datos “Guía de Buenas Prácticas”. El segundo Informe “Ciudades Europeas Sostenibles” (1996) se centra en la aplicación del concepto de la sustentabilidad a las zonas urbanas. Trata varios aspectos de los asentamientos urbanos a diferentes escalas, así como la cuestión de la sustentabilidad de las regiones urbanas y el desarrollo del sistema urbano en su conjunto (Castro, 2002).

La Campaña de las Ciudades y Municipios Europeos Sostenibles fue lanzada por la Comisión Europea en 1993, con la colaboración de ICLEI, Eurocities, la Organización de Ciudades Unidas (UTO), la Organización Mundial de la Salud (OMS/WHO) a través de su Proyecto de Ciudades Saludables y el Consejo Europeo de Municipios y Regiones. A través de esta Campaña se ofrece ayuda y asistencia técnica a las ciudades para establecer e implementar Agendas Locales 21 o planes de sustentabilidad, en base a informes, intercambio de experiencias y buenas prácticas, establecimiento de redes urbanas y difusión de casos de buenas prácticas urbanas.

También se ha de mencionar el Programa de Acción Ambiental Prioritaria a Corto y Medio Plazo SMAP (EuroMed), centrado en la protección del medio ambiente mediterráneo. Mediante la cooperación entre los países de este ámbito, se trata de alcanzar la sinergia necesaria para realizar programas multilaterales. La dimensión urbana está implícita en gran parte de las áreas prioritarias para el SMAP.

Para Castro (2002), el instrumento financiero LIFE integra varias acciones piloto que permiten abrir paso a nuevas iniciativas para promover y demostrar pautas de comportamiento compatibles con el desarrollo sostenible en el marco del V Programa. Los ámbitos de actuación LIFE más relevantes para el Proyecto de Ciudades Sostenibles son:

- a) Fomento del desarrollo sostenible y de la calidad del medio ambiente.
- b) Educación y formación.
- c) Medidas en territorios fuera de la Unión Europea, incluida la asistencia técnica a las políticas, los programas de acción y la transferencia de tecnología en relación con el medio ambiente.

De entre las iniciativas apoyadas desde la Comisión Europea en materia de sustentabilidad urbana destacan las Jornadas de Prospectiva (CCE, 1996b) y las Jornadas de Elaboración de Agendas Locales 21 (CCE, 1995a). Las primeras son experiencias urbanas en las que se potencia la visión que los participantes tienen de "pautas sostenibles para su ciudad en 2010" especialmente en los sectores de energía y suministro de agua, gestión de aguas residuales y residuos sólidos, la vida cotidiana y la vivienda (*tareas ecológicas*). Las Jornadas de Elaboración de Agendas Locales 21 son realizadas en colaboración con el programa Agenda 21 de las Naciones Unidas, siendo un potente instrumento para la organización de los procesos iniciales de definición de las Agendas Locales 21 en cada municipio.

La Red de Foros Urbanos para el Desarrollo Sostenible fue creada por la Comisión Europea con el objetivo de investigar cómo la información y la comunicación sobre las políticas comunitarias contribuyen al desarrollo sostenible de las ciudades. En 20 ciudades se estableció un Foro Urbano para el Desarrollo Sostenible para operar de acuerdo con el Libro Verde sobre Medio Ambiente Urbano y el Quinto Programa de Acción sobre Medio Ambiente. Entre objeto de los Foros fueron: proveer de información a las ciudades sobre las estrategias comunitarias de desarrollo sostenible y los programas de la Unión que puedan ser de especial importancia para las ciudades, así como estimular el debate y la cooperación entre los grupos dentro de las comunidades urbanas en orden a promover el desarrollo sostenible de ciudades. Los Foros Urbanos constituyeron asimismo un punto de encuentro y cooperación con la Unión Europea a escala urbana (Castro, 2002).

La Auditoría Urbana es un proyecto de la Comisión Europea iniciado en 1998 que persigue la obtención de información y estadísticas comparables a nivel urbano y sub-urbano. Esta iniciativa, centrada en 58 ciudades europeas en una primera fase, permite estimar el estado de estas ciudades en términos de calidad de vida y desarrollo sostenible, así como el acceso e intercambio de información comparable entre las mismas.

De acuerdo con Castro (2002) Existen otras iniciativas de la Comisión Europea relacionadas con la perspectiva urbana, lo que se denomina "la Europa de las ciudades" (CCE, 1997b), se pueden mencionar:

a) Proyecto SPARTACUS 1996-1998 (System for Planning and Research in Towns and Cities for Urban Sustainability). Desarrollado por la DG XII se trata de un sistema de planificación urbana estratégica que utiliza indicadores de sostenibilidad urbana junto a modelos de transporte y Sistemas de Información Georeferenciada (SIG). Este sistema se ha utilizado en las ciudades de Helsinki, Bilbao y Nápoles para diseñar escenarios de política urbana sostenibles (IIUE, 1998).

b) Proyecto VALSE (Valuation for Sustainable Environments). 1996-1998. El objetivo de este proyecto (O'Connor, 2000) es el desarrollo de procesos sociales para la evaluación de amenidades medioambientales y capital natural para propósitos de política de conservación y sostenibilidad.

c) Energie-Cités es una asociación de más de 150 municipios europeos que lleva a cabo diferentes proyectos centrados en el ámbito de la energía urbana, en estrecha colaboración con la DG XVII.

d) El Programa URB-AL está financiado por la D.G. de Relaciones Exteriores para desarrollar redes de ciudades europeas y latinoamericanas. Su objetivo es mejorar las condiciones socioeconómicas y de calidad de vida de las poblaciones, al tiempo de desarrollar una asociación de ciudades.

e) ELTIS (servicio europeo de información sobre transporte local) es una base de datos de buenas prácticas de transporte regional y local. Ha sido desarrollado por la DG VII en colaboración con UITP y la red POLIS (Promoción de enlaces operativos de servicios integrados). ELTIS es una guía para las políticas de transporte urbano que muestra esquemas y prácticas implementadas en ciudades y regiones de Europa.

f) El Proyecto piloto MURBANDY (Monitoring Urban Dynamics) promovido por la D.G. JRC de la Comisión Europea, se dirige a medir la extensión de las áreas urbanas, así como de sus avances hacia la sostenibilidad. Para ello elabora indicadores estáticos y dinámicos acerca de usos del suelo y otros indicadores territoriales del área de estudio.

g) Red de Ciudades sin Coches. Creada por la DG XI en 1994, el objetivo de la misma es conseguir ciudades más saludables en términos de una mejor calidad del aire, movilidad urbana sostenible, mejoras en la seguridad del tráfico, mayor eficiencia en el uso de energías en el transporte y una mejor calidad de vida para los ciudadanos.

2.8.2 América Latina

La evaluación de la sustentabilidad urbana ha cambiado de acuerdo con las diferentes visiones de lo urbano. Hoy se ha superado el horizonte de las necesidades básicas insatisfechas y la construcción de indicadores está asociada

a la integración de conceptos como hábitat, sustentabilidad, complejidad e integración de dimensiones sociales, económicas y ambientales. La evolución de procesos investigativos y la aplicación de algunos sistemas de evaluación hacen parte integral del análisis de su problemática.

En resumen, las iniciativas en América Latina, según Luz Stella (Velázquez, 2003) son:

2.8.2.1. Seminario Latinoamericano sobre Hábitat Urbano y Medio Ambiente

En este seminario realizado en 1991 en Colombia, se dieron las primeras bases conceptuales para la construcción de Indicadores de Sustentabilidad Urbana cuyos principios teóricos permitieron el desarrollo futuro de investigaciones realizadas por algunas de las universidades y centros de investigación que integran la Red Latinoamericana de Estudios Ambientales Urbanos, los resultados fueron presentados periódicamente en sus reuniones de avances conceptuales y metodológicos.

2.8.2.2. Indicadores de Seguimiento para la Gestión de “Nuestra Propia Agenda”

La Cumbre Mundial sobre Medio Ambiente efectuada en Río de Janeiro, Brasil en 1992 contó con el compromiso político de los países por el Desarrollo Sostenible global y local. Para Latinoamérica y del Caribe, se denominó Nuestra Agenda Local 21; donde se articulan y definen los principios, estableciendo las prioridades para la Región. En lo relacionado con la construcción de indicadores, se proponen estrategias para lograr un mayor acceso público a la información, se propone la promoción de programas de participación ciudadana en acciones hacia el Desarrollo Sostenible local y la medición y el seguimiento de la Sustentabilidad a partir de la implementación de Sistemas de monitoreo y evaluación con indicadores. El cumplimiento de los objetivos de esta Agenda Política ha requerido de actividades en las que se han integrado diversas funciones de gestión e investigación.

2.8.2.3. Construcción de Indicadores de Calidad de Vida y Asentamientos Humanos. 1993-1995.

Señala Velázquez, (2003) que a partir de los resultados de la Conferencia Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, se establecieron los criterios conceptuales y metodológicos para evaluar la relación entre medio ambiente y

asentamientos humanos. En este sentido, la aplicación de políticas y programas para el mejoramiento de la calidad de vida de las ciudades latinoamericanas se consignaron tanto en los Planes de Acción Agenda Local 21 como en la definición y estrategias para Desarrollo Urbano Sustentable en el ámbito local. A partir de este compromiso, se iniciaron trabajos en diferentes países de América Latina para implementar indicadores y promover la realización de múltiples reuniones en las que se analizaron los avances y las dificultades de la construcción de sistemas apropiados para evaluar la calidad de vida urbana. Uno de los más representativos es el modelo desarrollado por el Grupo de Trabajo Académico de Venezuela.

2.8.2.4. Conjunto Central de Indicadores Ambientales publicados por la OCDE

La OCDE retomó y recomendó en 1984, el modelo PER (Presión — Estado — Respuesta), reconocido internacionalmente por su utilidad en la toma de decisiones, formulación y control de políticas públicas. A éste Modelo, concebido inicialmente como un sistema de indicadores ambientales, se le han integrado nuevos indicadores sociales y económicos en tres categorías: indicadores de Presión, alentados a actividades, pautas y procesos humanos, indicadores de Estado, que reflejan la situación de un momento específico y los indicadores de Respuesta que muestran las opciones de gestión y políticas.

2.8.2.5. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales de México

La Dirección General de Estadística e Información Ambiental de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales de México, retomó el Modelo Presión- Estado — Respuesta PER, para aplicar los 134 indicadores de la CDS e integrar estadísticas de indicadores ambientales, indicadores de sustentabilidad económica con avances significativos en su referencia socio- espacial. En México se ha avanzado en el desarrollo de las bases conceptuales y metodológicas para la construcción de indicadores, incluidas la compilación de estadísticas con series históricas, la descripción de la información y la definición de indicadores ambientales y de sustentabilidad social y económica. Igualmente, se han desarrollado indicadores de Sustentabilidad para comparar las diferentes regiones mexicanas.

2.8.2.6. Reunión Consultiva de Expertos en Indicadores Ambientales y de Sustentabilidad. Santiago de Chile, 1996

La División de Estadísticas de las Naciones Unidas y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA convocaron la reunión para presentar los avances logrados por diferentes organismos y países en la construcción de indicadores y metodologías para la evaluación del Desarrollo Sostenible. La propuesta de Canadá en cuanto a los avances significativos en indicadores ambientales nacionales, el Ministerio de Medio Ambiente en Colombia y la Comisión del Medio Ambiente CONAMA de Chile retomaron parte de estos indicadores y los desarrollaron en trabajos posteriores en sus respectivos países. Así, la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) de Chile, en asociación con la Comisión de Desarrollo Sostenible — CDS propuso en 1996 la construcción de Indicadores Regionales de Desarrollo Sostenible (IRDS), para la evaluación de las 10 regiones del país con un conjunto de indicadores comunes integrado a indicadores nacionales.

Igualmente, el Sistema Nacional Ambiental — SINA de Colombia integró un conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones para construir una propuesta que permitiera orientar y ejecutar la política ambiental del país. Como el SINA posee una estructura organizacional conformada por entidades estatales, organizaciones comunitarias y organizaciones no gubernamentales se consideró necesario poner en funcionamiento en 1997 el Sistema de Información Nacional para el Desarrollo Sostenible con la participación del Ministerio del Medio Ambiente y las Corporaciones Autónomas Regionales del País.

Entre las propuestas presentadas existe una aproximación integrada de indicadores ambientales y el Sistema de Indicadores de Planificación y Seguimiento Ambiental - SIPSA, en el que se propone construir indicadores de seguimiento del estado de los recursos naturales y gestión ambiental en Colombia. En este sistema se modificó el marco ordenador utilizado por las Comisiones de Desarrollo Sostenible (CDS), el PER (Presión—Estado—Respuesta), creando categorías de impacto y gestión. El nuevo marco ordenador se denominó P-E-E/I-R-G

En 1998 se seleccionaron 122 indicadores con sus respectivas hojas metodológicas de los 265 propuestos en el SIPSA y se realizaron avances locales en cuanto a desarrollo de indicadores de gestión ambiental. Se propuso un Sistema de Indicadores Ambientales para Colombia. En 2002 el Ministerio del Medio Ambiente instaló en 6 ciudades de Colombia un Sistema de Indicadores Ambientales Urbanos en los que se presentan los indicadores numéricos, gráficos, y los criterios comparativos para la planificación.

2.8.2.7. Evaluación de la Agenda Local 21, Comisión sobre Desarrollo Sustentable

La CDS fue creada con el objeto de continuar las labores establecidas en la Conferencia sobre Ambiente y Desarrollo de junio de 1999 para promover la cooperación internacional, y examinar el progreso en la aplicación de la Agenda 21 en el ámbito local, regional e internacional. La Comisión ha evaluado los diferentes capítulos sectoriales de la Agenda 21, estos informes anuales han sido la base para la evaluación del proceso de adopción de Agenda Local 21, para proporcionar información sobre el concepto, el significado, los métodos de medición y las fuentes de datos para cada indicador y facilitar la recolección y el análisis de los datos, con el fin de optimizar el intercambio de información entre las entidades, la capacitación a nivel regional y nacional, y la vigilancia en el uso de los indicadores. Los indicadores se pusieron a prueba en países voluntarios con el fin de medir su eficacia metodológica y su aplicabilidad de acuerdo con los objetivos y prioridades de Desarrollo Sustentable de cada país, igualmente se seleccionaron, modificaron y construyeron indicadores relevantes de acuerdo con las metas nacionales de Desarrollo Sostenible.

En Costa Rica se logró avanzar en la construcción de Observatorios del Desarrollo, en los que se sistematiza información nacional y se evalúan los programas y políticas de desarrollo. El Centro Internacional en Política Económica para el Desarrollo Sostenible CINPE diseñó indicadores específicos para la evaluación de impacto social que presentan avances sobre la aplicación de políticas y la Agenda 21.

2.8.2.8. Investigación sobre indicadores ambientales en América Latina y el Caribe 1999-2002

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), difundieron en América Latina la importancia política de realizar la evaluación permanente del estado del medio ambiente, sus tendencias y monitoreo, con el fin de proporcionar mecanismos de alerta temprana para disminuir la vulnerabilidad. Para ello propone realizar Informes Locales integrados a los Informes Globales.

El PNUMA presentó una propuesta metodológica común para los Informes en cuanto al análisis e integración de los datos y el resultado de los indicadores (ver tabla 3). El PNUMA ha manifestado el interés en apoyar de forma permanente el desarrollo de la investigación a través de su Red de Formación Ambiental que respalda las acciones de Red Latinoamericana de Estudios Ambientales Urbanos en la que se integran un total de 14 centros de investigación de universidades de

América Latina y del Caribe desde 1995. Esta Red propuso una visión intersectorial del problema urbano que superara el enfoque sectorial de la planificación tradicional. Igualmente planteó la necesidad de introducir mecanismos de apropiación cultural de las ciudades sostenibles a través de metodologías participativas de planificación.

2.8.2.9 Ciudades Latinoamericanas Sustentables

En la Conferencia celebrada en Porto Alegre, Brasil en el 2000, se decidió implementar un conjunto de 10 indicadores complejos (índices) que permitiera la comparación de datos y la evaluación de las políticas ambientales orientadas a la sustentabilidad. A partir de estos primeros presupuestos, las autoridades locales de ciudades de Nicaragua, Colombia, y Perú trabajan articuladas a la Red Latinoamericana de Estudios Ambientales Urbanos en el diseño de sistemas y metodologías de comparación de la sustentabilidad de ciudades.

La investigación reciente se ha centrado en la construcción de indicadores de evaluación económica, social y ambiental asociados a conceptos e indicadores de iniquidad social, pobreza urbana y deterioro de los sistemas urbanos. El Plan de Acción establece la continuidad de la investigación sobre metodologías para implementar la Agenda Local 21 considerada el principal instrumento de gestión del Desarrollo Sostenible de las ciudades (Velázquez, 2003).

Tabla 3. Evolución de la Investigación sobre Indicadores de Desarrollo Urbano Sustentable en América Latina

Año	Actividad u Organización	Resultados
2006	Seminario de expertos sobre indicadores de sostenibilidad-Chile.	Análisis sobre los conceptos sobre Desarrollo Sustentable, indicadores y sustentabilidad. Definición de la situación y necesidades de la región.
2002	Ministerio del Medio Ambiente de Colombia.	Instalación del Sistema de Indicadores Ambientales urbanos en seis ciudades.
2000	Ciudades Latinoamericanas Sostenibles, Porto Alegre-Brasil.	Implementación de un conjunto de 10 índices para evaluación y comparación de políticas ambientales. Construcción de indicadores de evaluación económica, social y ambiental asociados a conceptos e indicadores de inequidad social, pobreza urbana y deterioro de los sistemas urbanos. Continuidad de la investigación sobre metodologías para implementar la Agenda Local 21.
1999-2002	Investigación sobre Indicadores Ambientales en América Latina y el Caribe.	Planteamiento de la importancia de la evaluación permanente del estado del medio ambiente, sus tendencias y monitoreo, para la proporción de mecanismos de alerta temprana y disminución de la vulnerabilidad. Propuesta metodológica para el análisis e integración de los datos y resultados de los indicadores. Apoyo permanente de desarrollo de investigaciones a través de la Red de formación Ambiental.
1998	SIPSA-Colombia.	Selección de 122 indicadores. Avances locales en indicadores de gestión ambiental. Propuesta de un sistema de indicadores ambientales para Colombia.
1997	Sistema de Información Nacional para el Desarrollo Sostenible- Colombia.	Aproximación integrada de indicadores ambientales. Implementación del Sistema de Indicadores de Planificación y Seguimiento Ambiental-SIPSA. Modificación del sistema PER por el PEE/IGR (Presión-Estado-Estado/Impacto-Respuesta-Gestión).
1996	Sistema de información Nacional Ambiental de Colombia-SINA.	Propuesta de orientación y ejecución de la política ambiental del país.
	Comisión de Medio Ambiente de Chile-CONAMA	Propuesta de construcción de Indicadores Regionales de Desarrollo Sostenible.
	Reunión Consultiva de Expertos en Indicadores Ambientales y de Sustentabilidad. Chile	Presentación de avances logrados en la construcción de indicadores y metodologías para la evaluación del desarrollo sostenible.
1994	Dirección General de Estadística e Información Ambiental de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales de México.	Aplicación de los 134 indicadores de la CDS. Se retoma el modelo de Presión-Estado-Respuesta. Desarrollo de las bases conceptuales y metodológicas para la construcción de indicadores. Desarrollo de indicadores de Sostenibilidad para comparar las diferentes regiones mexicanas.
	Conjunto Central de Indicadores Ambientales publicados por la OCDE.	Recomendación del modelo Presión-Estado-Respuesta, PER. Integración de indicadores ambientales, sociales y económicos.
1993-1995	Construcción de Indicadores de Calidad de Vida y Asentamientos Humanos.	Establecimiento de criterios conceptuales y metodológicos para evaluar la relación medio ambiente-asentamientos. Aplicación de políticas y programas para el mejoramiento de la calidad de vida. Inicio de trabajos para implementación de indicadores. Análisis de avances y dificultades de la construcción de sistemas de evaluación de la calidad de vida.
1992	Indicadores de seguimiento para la gestión de "Nuestra Propia Agenda", Brasil.	Propuesta de estrategias para lograr un mayor acceso público a la información. Promoción de programas de participación ciudadana. Propuesta de implementación de sistemas de monitoreo y evaluación con indicadores.
1991	Seminario Latinoamericano sobre hábitat Urbano y Medio Ambiente. Colombia.	Bases conceptuales para la construcción de Indicadores de Sostenibilidad Urbana.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Velázquez, 2003

CAPÍTULO III. INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD URBANA

Fricker (1998), Cobb y Rixford (1998), al documentar el origen de los indicadores de desarrollo sustentable, mencionan que es necesario la referencia al enfoque tradicional de los indicadores sociales, centrándose en la perspectiva urbana. Destacan las aportaciones iniciales en materia de indicadores sociales realizadas por miembros de la Escuela de Chicago ya desde los años treinta en el marco de la Ecología Urbana⁷⁹, las cuales son un magnífico ejemplo de análisis social urbano basado en indicadores. Esta Escuela desarrolló teorías en las que la localización urbana, cuantificada en distancias al centro, explicaba muchos de los problemas sociales y psicológicos de la población. Modelos de círculos concéntricos o multi-céntricos eran utilizados para describir la estructura urbana y los efectos de los mecanismos de mercado, la competencia de usos y los precios del suelo.

La dimensión urbana se considera ya desde los primeros análisis para la elaboración de estos indicadores sociales, suponiendo un ámbito donde se desarrollan numerosos avances relativos en un principio a la salud pública y condiciones sociales de las ciudades industriales⁸⁰. Se analiza la ciudad desde una doble perspectiva: intraurbana (comparativa entre zonas diferenciadas de la ciudad) e interurbana (comparativa entre ciudades distintas)⁸¹. Se trata de los antecedentes de los actuales *indicadores comunitarios* y de *sostenibilidad* elaborados en un gran número de ciudades del mundo⁸².

Durante los setenta se producen importantes avances en el desarrollo de los indicadores urbanos, de manera que incluso adelanta a la propia evolución de los indicadores ambientales (Alberti y Bettini, 1996). El primer informe de indicadores de medio ambiente urbano de la OCDE (1978) así lo atestigua, haciendo referencia a los efectos que sobre la calidad de vida urbana tienen factores como la calidad de las instalaciones, construcciones y equipamientos, la calidad de los servicios o el ambiente sociocultural (Castro, 2002).

En la publicación referida también a indicadores urbanos (OCDE, 1997), se destaca el excesivo énfasis que se hace sobre la cuantificación y el uso de las

⁷⁹ Inicialmente los estudios englobados en la Urban Ecology y la Town Ecology han estado asociados exclusivamente a las ciencias sociales, en la actualidad aparece como una rama de la Sociología. Véanse, por ejemplo, Park *et al.* (1925), Hawley (1950) y Quinn (1950). Asimismo, en otras disciplinas como las ciencias naturales, los indicadores tradicionalmente se han usado de forma profusa para modelizar los sistemas biológicos o físicos, así como establecer variables de control y respuesta de los procesos generados en los mismos.

⁸⁰ Destaca el gran uso de indicadores urbanos, derivados de censos de población y encuestas *ad hoc* para ciudades y áreas metropolitanas que se hace en el Reino Unido y en Estados Unidos. La definición de áreas sociales, estudio de barrios y zonas deprimidas, análisis del mercado de vivienda, de trabajo, así como indicadores de calidad de vida son aspectos de los que existe abundante bibliografía (Ocaña, 1998). Sobre indicadores urbanos sobresalen: Hoyt (1959), Liu (1976), Flax (1972), Hughes (1974), PCC (1990), Suñan (1993), OCDE (1978; 1997) y Hoffman (2000), entre otros. En Flood (1997) se hace una revisión de la evolución de los indicadores sociales y urbanos. Estudios recientes sobre la calidad de vida urbana en España son Aguacil (2000) o Capital (2001).

⁸¹ Véase por ejemplo Andranovich y Riposa (1993).

⁸² En Norteamérica sobresalen los casos de Seattle (Sustainable Seattle, 1995), Toronto (City of Toronto, 1991), Chicago (CNT, 1993) y San Francisco (GCP, 1992) entre otros. Los trabajos englobados en la Fundación de la Nueva Economía (New Economics Foundation, 1994), Redefining Progress (Cobb, 2000), así como Hart (1995) o Corson (1993), marcan en la actualidad la pauta en este tipo de indicadores de sostenibilidad o comunitarios, orientados a la toma de decisiones como apoyo de la planificación y gestión urbana.

estadísticas existentes. En aquellos momentos no se concede tanta atención a la comprensión de la complejidad de las ciudades y las interrelaciones entre sus componentes, como puede existir en la actualidad. Muchas veces se persigue disponer de las medidas macroeconómicas para la escala micro, lo que en contadas ocasiones se consigue. Progresivamente se muestra con claridad la necesidad de realizar indicadores más cercanos y útiles para la toma de decisiones y la monitorización del desarrollo urbano más que para llevar a cabo análisis científicos aislados. A modo de síntesis de esta etapa es necesaria la referencia a la publicación de Naciones Unidas de 1977 y el movimiento de las Ciudades Saludables de la OMS (Doyle *et al.*, 1997), sobre indicadores de medio ambiente urbano, centrado este último en la medición de la calidad de vida urbana en base a las condiciones de vivienda, servicios, mercado de trabajo e indicadores sanitarios.

Antes de profundizar en los indicadores de sostenibilidad (y concretamente aquellos urbanos), es necesario comentar algunos conceptos básicos referidos a los indicadores. Seguidamente, se hace referencia a los indicadores ambientales y su uso sistemático en lo que se ha venido a llamar *Informes sobre el estado del medio ambiente*⁸³ (Castro, 2002).

3.1. ¿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)

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.

Gallopín (1996, 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

⁸³ Entre los Informes más reconocidos destacan los elaborados por el Gobierno de Canadá (Environment Canada, 1991), la Agencia Europea de Medio Ambiente (1995; 1998; 1999; 2000), el World Resources Institute/UNEP/UNDP/World Bank (1998; 2000) o los Informes del WorldWatch (Brown *et al.*, 2000) entre En España se produce la serie de monografías sobre indicadores ambientales (MMA, 1996a; 1996b; 1998; 1999; 2000; 2001).

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*⁸⁴ (*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 comprehensivo de la realidad a analizar (calentamiento global). En definitiva, el indicador es una medida de la parte observable de un fenómeno que 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, etc. 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 mesurable, 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

⁸⁴ Gallopín G.C. Indicators and their Use: Information for Decision-making a Whilley J. Sustainability Indicators. Moldan & Bilharz eds. 1997

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

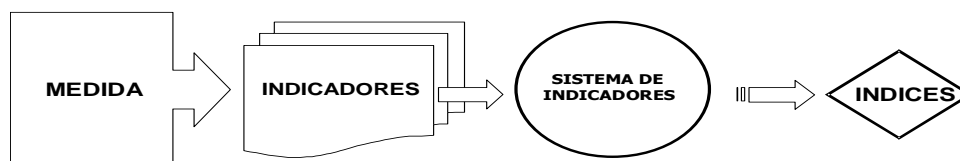
de comunicar información específica sobre el progreso e indirectamente evidenciar la eficiencia de los programas y políticas diseñadas para promover la sustentabilidad.

Normalmente, Castro (2002), distingue entre indicadores simples e indicadores complejos, sintéticos o índices (Figura 3.1). 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 difícil 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 3.1. Proceso de elaboración de índices

Gallopín (1997), OCDE (1993) y Adriaanse (1993) 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, etc.
- 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, etc.).
- 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, etc.
- 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:

1. Ambigüedad en cuanto al significado del indicador o disociación entre el indicador y el fenómeno a medir.
2. Escasez de datos estadísticos.
3. Heterogeneidad de las fuentes estadísticas.
4. Dificultad práctica de incluir los indicadores subjetivos o de percepción.
5. Carácter desagregado de los indicadores sociales, dado que normalmente se refieren a aspectos muy concretos y resulta necesario hacer agregaciones para ganar en significación.
6. 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)
7. 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.

3.2. Sistema Indicadores

La construcción de indicadores deben su origen a la creciente conciencia de que los indicadores económicos, expresados en términos monetarios, son inadecuados y no miden lo que ocurre en la esfera económica y social al ignorar e incluso ocultar las importantes consecuencias negativas del proceso económico, es decir, omiten los costes sociales reflejados en el deterioro del medio ambiente humano en el sentido físico y social del término (Aguilera, 1995).

Para Castro (2002), en el ámbito de la política ambiental y, fundamentalmente en materia de información sobre el estado del medio ambiente, se ha producido un considerable auge en el uso de indicadores, llamados estrictamente medioambientales o ambientales.

A modo de justificación del incremento de la demanda de este tipo de indicadores se encuentran cuatro razones fundamentales (OCDE, 1993): Medida de políticas medioambientales; Integración de las cuestiones ambientales en políticas sectoriales; Integración más general de la toma de decisiones ambiental y económica (a través de la contabilidad ambiental, por ejemplo).

Según OCDE (1993), los criterios idóneos para la selección de indicadores medioambientales son los siguientes:

- a) Relevancia política y utilidad para los usuarios. Un indicador medioambiental debe: proveer una imagen representativa de las condiciones medioambientales, presiones sobre el medio ambiente o las respuestas de la sociedad; ser simple, fácil de interpretar y capaz de mostrar tendencias a lo largo del tiempo; ser sensible a los cambios en el medio ambiente y en las actividades humanas relacionadas; proveer una base para las comparaciones internacionales; ser aplicable tanto a escala nacional como a escala regional; tener umbrales o valores de referencia definidos con los cuales comparar el significado de los valores obtenidos.
- b) Bondad analítica. Un indicador medioambiental debe: tener buen fundamento teórico en términos técnicos y científicos; estar basado en estándares internacionales y con consenso internacional acerca de su validez; prestarse a su inclusión en modelos económicos, predictivos y sistemas de información.
- c) Mensurabilidad. Un indicador medioambiental debe: encontrarse disponible a una tasa (ratio) costo/beneficio razonable; estar adecuadamente documentado con información de calidad suficiente; ser actualizado en intervalos regulares de tiempo de acuerdo a procedimientos establecidos de antemano.

Según define Ott (1978; 1995), un indicador ambiental⁸⁵ es un medio para reducir una gran cantidad de datos a su forma más simple, manteniendo el significado esencial para las cuestiones formuladas a los datos. Asimismo, se puede interpretar como una medida estadística, variable, estimación o parámetro medioambiental (p.e.: emisión de SO₂) que provee información agregada, sintética, sobre un fenómeno (p.e.: lluvia ácida) más allá de la capacidad de representación propia. Esta información va ligada a los cambios en el estado del medio ambiente o de las actividades humanas que afectan al mismo. El significado anexo al indicador ambiental normalmente está unido a la definición de un *estándar ambiental*, por lo que los indicadores, además de reflejar el estado actual de una parte concreta de la realidad, pasan a tener un marcado carácter normativo (Castro, 2002).

3.2.1. Sistema de indicadores Modelo PER

De acuerdo con Castro, (2002) el sistema de indicadores medioambientales es algo más que la simple suma de una serie de indicadores medioambientales, siendo respecto a éstos una realidad nueva y distinta. En terminología de Ott (1978; 1995), un conjunto de indicadores relacionados es definido como un *perfil de calidad ambiental*. Si cada indicador está referido a un problema específico (p.e.: lluvia ácida), el sistema de indicadores responde a un interés genérico y de

⁸⁵ En Gallopín (1997) puede encontrarse una revisión sobre definiciones de indicadores ambientales.

totalidad. Es decir, el sistema tiene por objeto proveer de una información que es mayor y distinta de la que ofrece cada una de sus partes. En definitiva, se puede definir a modo de conjunto ordenado de cuestiones ambientales descritas mediante variables de síntesis cuyo objetivo es definir una visión integradora. Un sistema de indicadores medioambientales es un sistema de información ambiental estructurado por:

- a) Un núcleo específico de objetivos de información ambiental definidos por el proceso de toma de decisiones en que están inmersos.
- b) Un conjunto de indicadores ambientales que transmiten información altamente agregada y de utilidad en el proceso de toma de decisiones que orienta el sistema.
- c) Una organización analítica de orden y estructuración de los indicadores derivada de la utilidad que éstos deben prestar para la toma de decisiones.
- d) Unos criterios de selección de indicadores.
- e) Un procedimiento de elaboración del sistema con una interacción entre el método científico, las instituciones y los grupos sociales, cuyo resultado final debe ser la validación científica y socio-política del sistema elegido, para la credibilidad del mismo.

Castro (2002) señala que si un sistema de indicadores medioambientales no cuenta para su desarrollo con un modelo científico *a priori*, la coherencia y consistencia del mismo son cuestionables y dependerían únicamente de la utilidad social que se les concediera. Existen varios modelos de organización de los sistema de indicadores ambientales, siguiendo una estructura sectorial (agricultura, transporte, industria, etc.), por objetivos (sociales, económicos, etc.), por tipo de recursos (agua, tierra, biodiversidad, etc.). Existen tantas metodologías como propósitos o finalidades de medición de los mismos⁸⁶.

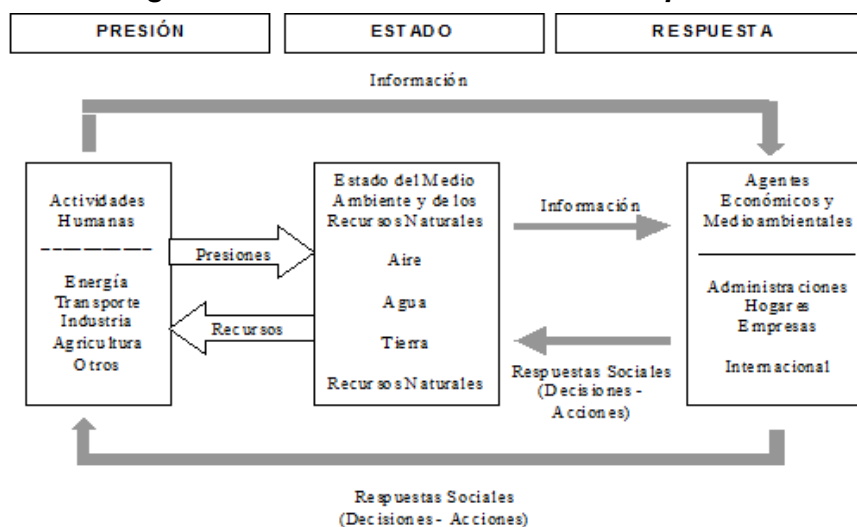
De acuerdo con Castro, (2002), en el marco de los trabajos del Grupo sobre el Estado del Medio Ambiente de la OCDE (1994), destaca el modelo Presión-Estado-Respuesta (Figura 3.2.), desarrollado a partir del trabajo de Friend y Rapport (1979) sobre el modelo de estrés-respuesta aplicado a los ecosistemas. Este enfoque se basa en el concepto de causalidad⁸⁷ (Figura 3.3.): las actividades humanas ejercen PRESIONES sobre el medio ambiente y modifican la cualidad y calidad (ESTADO) de los recursos naturales. La sociedad responde a estos

⁸⁶ Una revisión de formas de organización de los sistemas de indicadores puede encontrarse en Hamilton (1991), Bartelmus (1994b), Hammond *et al.* (1995) y Adriaanse (1993).

⁸⁷ Autores como Gallopín (1997) alertan sobre esta hipótesis de causalidad, considerándola más una necesidad taxonómica que una realidad funcional. Las interrelaciones entre los ecosistemas natural y humano son mucho más complejas, de difícil aislamiento, que las derivadas de secuencias lineales o causales. No obstante, la cadena causal es el enfoque más utilizado para analizar las interrelaciones entre la actividad humana y el equilibrio natural, sobre todo en las evaluaciones de impacto ambiental clásicas que siguen el método Leopold-Batelle utilizando matrices de causa-efecto.

cambios a través de políticas ambientales, macroeconómicas y sectoriales (RESPUESTAS). Éstas últimas producen una retroalimentación dirigida a modificar las presiones a través de las actividades humanas. En un contexto global, estos pasos forman parte de un ciclo de política de medio ambiente que incluye la percepción de los problemas y la formulación de políticas, así como el seguimiento y la evaluación de las mismas.

Figura 3.2. Modelo Presión-Estado-Respuesta



Fuente: OCDE (1993)

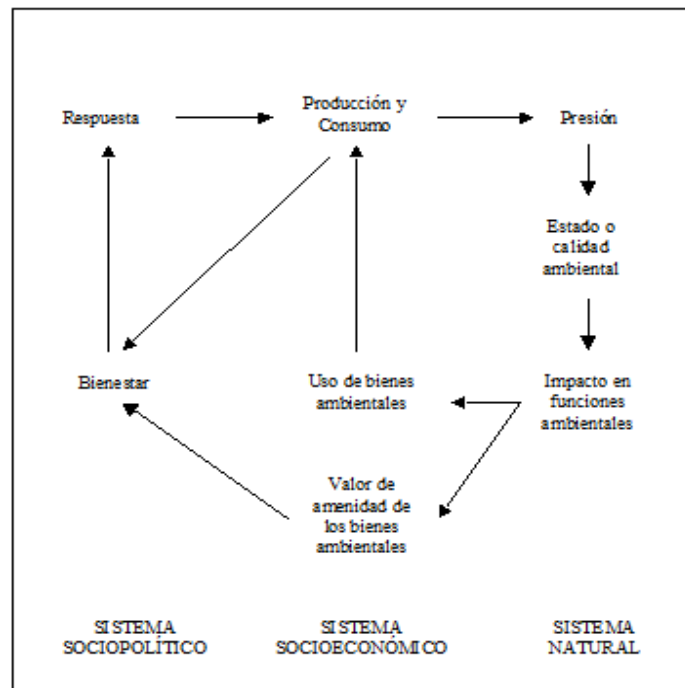
Para Castro (2002) Dentro del modelo Presión-Estado-Respuesta (PER) se pueden distinguir tres tipos de indicadores:

- Indicadores de PRESIÓN medioambiental. Describen las presiones de las actividades humanas sobre el medio ambiente, incluyendo la calidad y cantidad de los recursos naturales. Se puede distinguir entre indicadores de presión directa (presiones ejercidas de forma directa sobre el medio ambiente, normalmente expresadas en términos de emisiones o consumo de recursos naturales) e indicadores de presión indirecta (indicadores de estructura que reflejan actividades humanas que llevan a presiones directas sobre el medio ambiente).
- Indicadores de condiciones o ESTADO medioambiental. Están relacionados con la calidad del medio ambiente y la cantidad y calidad de los recursos naturales. Proveen una visión de la situación actual del medio ambiente y su desarrollo a lo largo del tiempo, y no la presión sobre el mismo. Sin embargo, en muchos casos, la diferencia entre indicadores de presión y de estado es muy ambigua y suelen utilizarse en el mismo sentido.
- Indicadores de RESPUESTA social. Estos indicadores son medidas que muestran el grado en que la sociedad responde a los problemas y cambios en la calidad del medio ambiente. Las respuestas sociales están referidas a acciones individuales y colectivas que están dirigidas a mitigar, adaptar o prevenir los

impactos negativos inducidos sobre el medio ambiente y detener o reparar los daños ambientales ya producidos. Estas respuestas normalmente son recogidas mediante acciones para la preservación y conservación de los recursos naturales y ambientales, mediante la intervención pública. Conceptualmente, estos indicadores pueden considerarse en muchos casos de presión ambiental cuando se refieren al efecto de retroalimentación de las respuestas sociales sobre las presiones ambientales. Por ejemplo, una reducción de la emisión de gases que provocan el efecto invernadero puede considerarse como indicador de presión y de respuesta para el cambio climático. Idealmente, el indicador de respuesta ha de reflejar los esfuerzos de la sociedad en resolver problemas ambientales concretos.

Siguiendo a, Castro (2002) el sistema PER es también aplicado desde 1995 en la mayoría de trabajos sobre indicadores medioambientales de Naciones Unidas (UNCSD, 1996), Banco Mundial (1995) o EUROSTAT. Naciones Unidas modifica ligeramente su nomenclatura: en vez de presión se refiere a "driving force", fuerza motriz, con idea de incorporar mejor las connotaciones sociales, económicas e institucionales del desarrollo sustentable. Cuando este modelo organizativo es aplicado no sólo a los indicadores medioambientales sino también de sustentabilidad, hay que señalar que los indicadores de PRESIÓN, ESTADO y RESPUESTA se refieren a los subsistemas ambiental, social, económico e institucional.

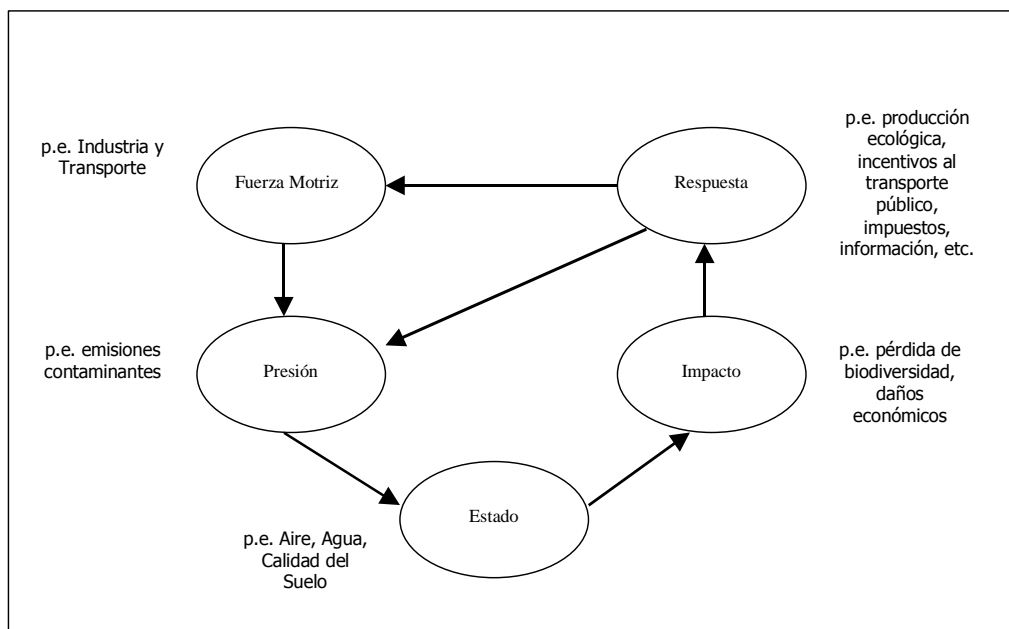
Figura 3.3. Cadena Causa-Efecto de las interacciones economía-medio ambiente.



Fuente: Kuik y Gilbert (1999)

Dicha metodología general ha sido también modificada por UNEP y RIVM⁸⁸ en 1995 (Hardi y Zdan, 1997) que añaden la categoría de indicadores de impacto, constituyendo el llamado Marco Presión-Estado-Impacto-Respuesta. La Agencia Europea de Medio Ambiente por su parte distingue entre indicadores de presión e indicadores "fuerza motriz" o actividades motrices que generan la presión, definiendo el modelo Fuerza Motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (FMPEIR) que utiliza para los informes sobre el estado del medio ambiente en Europa (EEA, 1995; 1998; 1999) (Figura 3.4). En el trabajo de los Indicadores de Presión Ambiental del proyecto TEPI (EUROSTAT, 2000) se constata el uso de la relación causa-efecto para diseñar el sistema de indicadores. No obstante, aparecen problemas derivados de la escala o ámbito de medida, existiendo indicadores no aplicables a la escala local⁸⁹ El uso de este tipo de organización de indicadores en los informes sobre el estado del medio ambiente no parte del enfoque de análisis de sistemas o algún marco de modelización integrada (Lenz *et al.*, 2000). Este hecho implica que estos sistemas no estudian formalmente la integración vertical (entre causa y efecto) u horizontal (entre varias causas o varios efectos).

Figura 3.4. Esquema FMPEIR adoptado por la AEMA.



Fuente: EEA (1995).

⁸⁸ Instituto Nacional de Salud Pública y el Medio Ambiente de los Países Bajos.

⁸⁹ En Isla (2000) se realiza un análisis de la viabilidad de la aplicación de este tipo de estructura de indicadores (extensiones del modelo PER) a la esfera local.

3.3. Indicadores de sustentabilidad.

Señala Castro (2002) que emparentados con la amplia familia de indicadores medioambientales, los llamados indicadores de desarrollo sustentable, o simplemente indicadores de sustentabilidad, han experimentado un considerable auge⁹⁰, sobre todo desde el lanzamiento de la Agenda 21 (UNCED, 1992) y la vasta selección de indicadores de desarrollo sostenible realizada por Naciones Unidas en su "libro azul" (UNCSD, 1996) organizados según una variante de la metodología PER.

Dada la multiplicidad y heterogeneidad de las medidas de sustentabilidad, no existe un consenso en este sentido (Hammond *et al.*, 1995; Hinterberger *et al.*, 1997; Lenz *et al.*, 2000), máxime cuando este tipo de indicadores se aplica desde la escala local⁹¹ a la internacional⁹², pasando por la nacional⁹³.

Detrás de cada propuesta de indicadores (Castro, 2002) se encuentra una determinada conceptualización del desarrollo sostenible. En la Conferencia sobre "Medida del Desarrollo Sostenible", realizada en Bellagio (Hardi y Zdan, 1997), se destacó que cualquier proceso de medida y evaluación de la sostenibilidad ha de guiarse por una visión operativa del desarrollo sostenible basada en unos objetivos muy claros, sobre la base de un enfoque comprensivo u holístico. Su finalidad es indicar de alguna forma si las actividades humanas, el uso de recursos naturales o determinadas funciones ambientales pueden considerarse sostenibles de acuerdo a algún criterio de sostenibilidad *ad hoc*. En definitiva, miden la brecha existente entre el desarrollo actual y aquel definido como sostenible (Opschoor y Reijnders, 1991), medida que está claramente sesgada hacia los valores básicos de la sociedad actual.

La elección de los indicadores no es un asunto meramente técnico, pues si bien inicialmente son resultado de los objetivos políticos, acaban conformando y encorsetando los mismos, excluyendo prácticamente otros indicadores⁹⁴. Como señala la Comisión Europea (CCE, 1996:46), "el procedimiento de determinación de indicadores influirá en la formación de nociones sobre lo que es el desarrollo

⁹⁰ Destacan los trabajos de Liverman *et al.* (1988), Kuik y Verbruggen (eds.) (1991), Opschoor y Reijnders (1991), Adriaanse, A. (1993), Hammond *et al.* (1995), Bakkes *et al.* (1994), Moffatt (1994; 1996), World Bank (1996), UNCSD (1996), WWF/NEF (1994), Hardi *et al.* (1997), Moldan y Billharz (1997), Bell y Morse (1998), Nilsson y Bergström (1995) y Pykh *et al.* (1999), entre otros.

⁹¹ Ejemplos como el de Seattle Sostenible han servido de inicio para el desarrollo de medidas locales de la sostenibilidad.

⁹² Han de referenciarse los sistemas de indicadores de desarrollo sustentable de Naciones Unidas (UNCSD, 1996), de la OCDE (OECD, 1994; 2001c) o de la Unión Europea (EUROSTAT, 1998; 2000; EEA, 2000).

⁹³ Entre otros casos sobresalen las experiencias que en materia de indicadores ambientales de sostenibilidad han llevado a cabo Holanda (Brink, 1991), Reino Unido (HMSO, 1996a) o Canadá (Environment Canada, 1991).

⁹⁴ Este proceso se ha dado con el uso del Producto Interior Bruto (PIB) como medida única del desarrollo, con lo cual normalmente las políticas socioeconómicas se referencian a los logros alcanzados en términos de crecimiento del PIB, sin consideraciones distributivas u otras que incluyan las externalidades ambientales por ejemplo.

sostenible”. Un sistema de indicadores distorsionado bien por la escasa información existente, bien por el mal entendimiento de sus interrelaciones, puede provocar concepciones erróneas de la sostenibilidad. (Castro, 2002)

La Agenda 21 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (UNCED) considera la función estos indicadores en su capítulo 40: “Se necesitan desarrollar indicadores de desarrollo sostenible para dotar de bases sólidas la toma de decisiones a todos los niveles y contribuir a la sostenibilidad auto regulada de los sistemas que integran el desarrollo y el medio ambiente.” No obstante, no se ha de abandonar la investigación de las interrelaciones entre los ecosistemas naturales y artificiales. En este sentido, Boisvert *et al.* (1998) definen los indicadores de sostenibilidad como el resultado del compromiso entre el conocimiento científico disponible y las necesidades de información ambiental en la toma de decisiones. Reconociendo las limitaciones de los análisis globales, el interés de los indicadores de sostenibilidad es cuantificar los impactos y los resultados en ámbitos específicos en materia de desarrollo sustentable (Castro, 2002).

3.3.1. Aportes metodológicos

Kuik y Gilbert (1999) realizan un intento de sistematizar las distintas aportaciones en materia de indicadores de sostenibilidad. Para ello, según castro (2002) distinguen tres grupos:

- a) Indicadores socioeconómicos e indicadores ambientales. Se utilizan indicadores diferenciados para los subsistemas socioeconómico y ambiental, aunque íntimamente ligados por relaciones causales. Se trata del enfoque PER de la OCDE, también seguido por Naciones Unidas, así como el sistema de indicadores de presión de la Unión Europea (EUROSTAT, 2000) entre otros.
- b) Indicadores “libres”. En esta categoría se incluyen aquellos otros indicadores que se refieren a cualquier aspecto de la relación medio ambiente-desarrollo con utilidad para la toma de decisiones. El ejemplo más conocido es el sistema de indicadores de Seattle Sostenible (Sustainable Seattle, 1995), con numerosos indicadores relativos a estilos de vida sostenible.
- c) Indicadores agregados. Se expresa el indicador en una medida común, normalmente en términos monetarios PNB corregido, ahorro genuino o auténtico, IBES, etc. o energéticos.

Alberti (1996), propone cuatro áreas para los indicadores de sustentabilidad:

1. Indicadores de fuente. Referidos al agotamiento de los recursos usados por la actividad humana en referencia a sus estados naturales y procesos biológicos necesarios para sostenerlos (p.e. consumo urbano de agua en relación al consumo del ecosistema natural).
2. Indicadores de sumidero. Definidos para evaluar la capacidad del medio ambiente para absorber las emisiones y los residuos
3. Indicadores de sistema de soporte ecológico. Destinados a controlar las variaciones en los sistemas naturales soporte de la vida. En el medio urbano pueden referirse a pérdida de biodiversidad en la escala local.
4. Indicadores de impacto humano y bienestar. De gran uso, estos indicadores se refieren a la medida de los problemas locales en materia de salud pública, desempleo, desigualdad, vivienda, entre otros.

3.3.1.1. Indicadores de sostenibilidad física

Opschoor y Reijnders (1991) diferencian los indicadores de sostenibilidad física, respecto de los meramente medioambientales, en base a que los primeros reflejan no sólo las condiciones y presiones medioambientales, sino también el grado en que ciertas presiones o impactos sobre la Tierra pueden afrontarse a largo plazo sin afectar las estructuras y procesos básicos para la vida. Estos autores los definen como auténticos indicadores de "viabilidad ecológica", considerándolos a modo de indicadores "normativos" al relacionar o medir la distancia entre el desarrollo actual u "objetivo" y las situación de referencia o condiciones de desarrollo ideales⁹⁵.

De acuerdo con Castro (2002) dichos autores (1991:19) establecen un procedimiento para seleccionar los indicadores físicos necesarios a la hora de construir los indicadores de sustentabilidad:

- a) Identificar los principales elementos naturales del capital medioambiental y sus interacciones: ecosistemas, sistemas soporte de vida, ciclos bio-geo-químicos e hídricos, diversidad biológica, hábitats, y los niveles de integridad (grado de completo y natural) y pureza (grado de polución).

⁹⁵ Una característica inherente a este tipo de indicadores es la necesidad de recoger las interrelaciones entre problemas complejos asociados a los sistemas socio-ecológicos (Gallopín, 1997). Estas relaciones pueden ser en términos físicos o energéticos.

- b) Identificar las características económicamente relevantes entre estos elementos y sus relaciones con las actividades económicas (como inputs y como receptores de outputs y residuos de estas actividades).
- c) Seleccionar aquellos elementos que cuantitativa y cualitativamente muestran un mayor riesgo. Asimismo, se han de analizar dichos elementos en términos de su significación en los sistemas soporte de la vida, así como las opciones de sustitución de dichos recursos en las actividades económicas.
- d) Determinar los niveles críticos/estándares/objetivo (Liverman *et al.*, 1988) con respecto a los elementos seleccionados anteriormente en relación a las nociones de sostenibilidad y diversidad biológica mínima a mantener (principio de precaución y estándar mínimo de seguridad).
- e) Construcción de indicadores que reflejen el desarrollo de capital medioambiental de los elementos seleccionados, construyendo variables agregadas o recogiendo ítems específicos de dicho conjunto.

Los indicadores finalmente elaborados en este último paso pueden expresarse en términos de flujos, tasas de crecimiento o tasa de desviación respecto al umbral/objetivo/estándar.

Una aportación similar a la anterior es la desarrollada por Adriaanse (1994). En este modelo se identifican los determinantes del desarrollo sostenible agrupados en tres dimensiones: ambiental, económica y social. Para cada dimensión se establecen temas específicos sobre los cuales se definen niveles de sostenibilidad y valores objetivos o umbrales. Posteriormente se elabora un índice a partir de los mismos (Castro, 2002).

Por otra parte, en CMA (2001a) se diferencian varias funciones necesarias en un sistema de indicadores físicos o ecosistémicos para el desarrollo sostenible urbano:

- a) Indicadores de Estado y de Flujo. Han de describir los parámetros básicos del modelo de desarrollo urbano.
- b) Umbrales de Carga. Se trata de los límites físicos o temporales, necesarios para saber a partir de qué momento no son sostenibles ciertos consumos energéticos, ciertas emisiones o generación de residuos, o simplemente la deforestación derivada de la urbanización. También conocidos como niveles soportables de carga y normalmente son específicos a cada entorno urbano.

- c) Verificadores o Indicadores de Control. Son los indicadores de síntesis que relativizan los indicadores de estado y de flujo a los umbrales de carga, valorando el grado de avance hacia pautas de desarrollo calificadas en la actualidad de sostenibles.

3.3.1.2. Indicadores de sustentabilidad integral

Para Castro (2002) los efectos de la insostenibilidad de los modelos de desarrollo actuales se plasman en una serie de externalidades no sólo ambientales, sino también socioeconómicas. La crítica tradicional a los indicadores económicos y monetarios se basa en que los mismos no ofrecen información sobre estas externalidades. Los indicadores sociales aplicados a la cuestión de la sostenibilidad, pudiendo referirse a los mismos como indicadores sociales de sostenibilidad (Azar *et al.*, 1996; Scott *et al.*, 1996), tratan precisamente de realizar la recogida de información multidimensional (inventario) necesaria para la toma de decisiones en materia de política ambiental y de sostenibilidad. La necesidad de elaborarlos de forma científica, así como la sistematización en su actualización y revisión⁹⁶, son aspectos fundamentales.

De acuerdo con Castro (2002), Azar *et al.* (1996) desarrollan un sistema de indicadores no referidos estrictamente a la calidad ambiental o al estado del medio ambiente, sino que tratan de reflejar actividades sociales. Para ello se parte de una serie de cuatro principios operativos⁹⁷ de una sociedad sostenible que relacionan las actividades humanas con la Ecosfera en términos de: generación de sustancias contaminantes, mantenimiento de la biodiversidad y uso eficiente de los recursos⁹⁸.

Fricker (1998) señala que las medidas de sostenibilidad son una “amalgama de indicadores sociales, económicos y medioambientales”. Los indicadores de sostenibilidad pueden considerarse el último exponente de la familia de indicadores sociales, que tratan de encontrar medidas alternativas a las económicas o estrictamente ambientales a la hora de explicar la interacción entre desarrollo socioeconómico y efectos sobre el medio ambiente, así como los procesos de cambio necesarios en el modelo de desarrollo actual para alcanzar pautas sostenibles.

⁹⁶ Para poder analizar así las relaciones de causalidad que definen la evolución de la calidad ambiental o de la realidad social.

⁹⁷ La definición de principios operativos es una práctica muy común entre los defensores de la sostenibilidad fuerte, dado que permite una aproximación al concepto de desarrollo sostenible a partir de sus componentes (véase Moffatt, 1996; Daly, 1989; 1990).

⁹⁸ Ayres (1996) realiza el mismo proceso, definiendo en primer lugar unos principios operativos para la sostenibilidad global, propios de un enfoque de sostenibilidad fuerte, para en segundo lugar seleccionar unos indicadores representativos de las tendencias en referencia a esos principios.

En primer y destacado lugar dentro de esta visión social e integradora, la mayoría de autores apuestan por la ampliación del enfoque PER de la OCDE para que considere no únicamente los indicadores ambientales, sino también los referidos a las cuestiones sociales, económicas e institucionales. Se trata del enfoque FMER (Fuerza Motriz-Estado-Respuesta) desarrollado por Naciones Unidas en el “libro azul” de indicadores de desarrollo sostenible (UNCSD, 1996) o el Banco Mundial con los indicadores de “monitoring environmental progress (World Bank, 1995; 1997).

Desde la UNCSD se definen un total de 130 indicadores para el nivel nacional (véase UNCSD, 1996). La ventaja principal de este enfoque es que permite clasificar los indicadores relacionándolos con los capítulos de la Agenda 21 marcados como objetivos generales de la sostenibilidad, no obstante, también se realizan críticas a esta aproximación (Hardi *et al.*, 1997), centradas básicamente en el hechos de que no profundiza en las relaciones entre objetivos (careciendo por tanto de la visión holística) y que no selecciona un conjunto manejable de indicadores, siendo más un menú de indicadores para áreas específicas siguiendo una clasificación muy ambigua (Castro, 2002).

Una segunda vía (Bartelmus, 1994b) es el uso de un reducido conjunto de indicadores de índole ambiental y socioeconómica que sirvan de “testigo” o “alerta” para medir el grado de consecución de la sostenibilidad en una parcela concreta del desarrollo (vivienda, agua, empleo, etc.). Un claro ejemplo se encuentra en la elaboración de los indicadores de cabecera de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, 2000). Asimismo, resulta muy común el uso de un grupo mucho más limitado de indicadores, sin referenciar a ningún ámbito concreto. Esta opción, si bien deja de lado importantes consideraciones metodológicas, por otra parte sí cumple una clara función social, informando a la comunidad de referencia de los avances hacia un concepto de sostenibilidad muy poco estricto (Bell y Morse, 1998).

Para Castro (2002) una tercera alternativa es el uso de modelos para relacionar los indicadores sociales, económicos y ambientales, son los señalados por Rutherford (1997) donde distingue entre cinco posibles modelos:

- a) Modelos de correlación. Con este tipo de análisis se consigue reducir 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) Modelos Input-Output. De gran tradición en Economía, estos modelos permiten trabajar con flujos monetarios y materiales, considerando las interrelaciones sectoriales de forma determinista (estática) y lineal. Las relaciones no lineales o los efectos de retroalimentación no son considerados de forma dinámica, por tanto no se recogen apropiadamente.
- c) Modelos de sistemas complejos y conceptuales. Este tipo de modelización está basado en ecuaciones de estado que reflejan relaciones entre variables. Permite el tratamiento de relaciones no lineales y el estudio de la retroalimentación del sistema. La simulación y la predicción son dos de las principales utilidades de estos modelos que sin embargo chocan con problemas como el impredecible comportamiento humano a la hora de modelizar las relaciones entre los indicadores sociales y el resto.
- d) Modelos de 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.

3.3.1.3. Índices de sustentabilidad

La construcción de índices o indicadores sintéticos de sostenibilidad persigue la medición del grado de avance hacia el objetivo del desarrollo sostenible en términos genéricos, de ahí que la pérdida de información derivada del uso de un numerario común para agregar los indicadores, no siempre sea relevante. Sin embargo, se plantean problemas ya conocidos derivados de la heterogeneidad de los mismos, así como la simplificación excesiva, lo cual dificulta el poder recoger todas las interrelaciones entre los subsistemas (Gallopín, 1997). El procedimiento más habitual para elaborar un índice es⁹⁹:

- a) Selección de las variables: X_{ij} = valor que toma la dimensión j en el caso i.
- b) Estandarización de las variables: Para evitar los efectos de escala y unidad de medida o referenciar a un valor objetivo. Por ejemplo:

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{S_{ij}}$$

⁹⁹ Otras técnicas para obtener índices se derivan del escalamiento multidimensional. Los procedimientos más habituales son (Grimm y Wozniak, 1990): índice sumativo (agregando los valores 1 para variables binarias); escalamiento Likert (puntuando los indicadores de 1 a 5 o de 0 a 4 y agregando los resultados); escalamiento factorial (basado en el modelo factorial y el uso del coeficiente de correlación); análisis del escalamiento Guttman (buscando estructuras únicas en el 90-95% de los casos revisados); coeficiente de reproducibilidad (% de respuestas que reflejan una estructura única o de Guttman); y escalamiento Thurstone, por ejemplo.

c) Ponderación y agregación. Por ejemplo: $A_i = \sum_{j=1}^J W_j \cdot Z_{ij}$

d) Estandarización de las puntuaciones de los casos. Por ejemplo:

$$I_i = \frac{A_i - \bar{A}}{S}$$

Para Castro (2002) derivado de los problemas de inconmensurabilidad y pérdida de información que aparecen al expresar los indicadores en una escala común monetaria o energética, resulta una alternativa interesante el uso de técnicas multicriterio para la ponderación y agregación de información multidimensional (Munda *et al.*, 1994). Sin embargo, estos métodos están llenos de subjetividad en la ponderación de los distintos aspectos de la sostenibilidad y suelen dar como resultado diferentes opciones (Kuik y Gilbert, 1999).

Para evitar este hecho, es necesario que estén relacionadas las reglas de agregación de los indicadores simples con las reglas que definen las interrelaciones entre el conjunto de indicadores seleccionados, constituyendo un auténtico modelo de la realidad. En este sentido, Gallopín (1997) apuesta por la selección de indicadores que representen variables o propiedades del sistema completo, es decir, indicadores holísticos.

De acuerdo con Castro (2002) para la obtención de indicadores de síntesis puede seguirse uno de los siguientes procesos (Bartelmus, 1994a:66): agregación objetiva o matemática, mediante técnicas de Análisis Factorial; superposición gráfica de los indicadores; medida directa de los componentes de los indicadores con pesos implícitos en el modelo; y selección de ponderaciones exógenas sobre la base de determinadas hipótesis.

En particular, para el uso de las ponderaciones se puede diferenciar entre:

a) La medida de la distancia de los indicadores simples con respecto a un nivel de referencia. Habitualmente son cuatro las posibles referencias: el nivel objetivo marcado por la política hacia la sostenibilidad, el nivel máximo (mínimo) observado, el valor de umbral que ponga en peligro el recurso en concreto o la calidad del mismo (p.e.: estándar mínimo de seguridad), o el nivel medio observado¹⁰⁰.

¹⁰⁰ Existen multitud de alternativas para la ponderación, entre las que se puede destacar también la denominada "punto de correspondencia" (Drewnoski, 1970), consistente en establecer para cada indicador un intervalo limitado por un mínimo y un máximo arbitrarios y calcular el nivel alcanzado como porcentaje de dicho intervalo: $(X_i - X_{\min} / X_{\max} - X_{\min}) \cdot 100$. A pesar de las críticas a este método (Ivanovic, 1974), si los límites están bien estimados (mínimo y máximos empíricos), los resultados son más que aceptables.

- b) La opinión de expertos cualificados o bien el reflejo de las preferencias sociales en base a algún tipo de encuesta. Según Mega y Pedersen (1998:5) esta tarea es muy complicada, “dado que los indicadores han de ponderarse de acuerdo a su contribución a los niveles de sostenibilidad”.

A la hora de construir una medida sintética, la práctica generalizada se centra en resumir la información considerada en un conjunto de indicadores determinados Opschoor y Reijnders (1991), así como Nijkamp y Vreeker (2000), aconsejan partir de umbrales o valores de referencia, lo que permite usar esas disparidades o distancias respecto a los valores reales como medidas adimensionales, facilitando su agregación.

Ante el auge en el uso de índices de sostenibilidad, autores como Victor (1994), argumentan que, dada su naturaleza aditiva, la bondad de los mismos para aproximar la sostenibilidad depende del grado de sustituibilidad o complementariedad entre los distintos tipos de capital (natural, artificial y humano). Si hay límites en la sustituibilidad, será necesario establecer indicadores específicos para los mismos.

3.3.1.4. Selección de indicadores

Cuestiones comunes a la mayoría de metodologías son la definición de indicadores y de los valores de referencia. Kuik y Verbruggen (1991), así como Bergh y Verbruggen (1999), enumeran un conjunto de criterios operativos para los indicadores de desarrollo sustentable:

- a) Ser claro en su procedimiento de cálculo objetivo y científico.
- b) Estar relacionados con unos objetivos claros y específicos.
- c) Tener una interpretación clara y entendible para el no-científico.
- d) Han de cubrir el funcionamiento, la dinámica y la estructura del sistema como un todo.
- e) Han de estar basados en unos parámetros cuyos valores sean estables en un período de tiempo suficientemente largo.

Boisvert *et al.* (1998) añaden los siguientes:

- a) Han de estar contruidos en una escala espacial y temporal relevante para los fenómenos naturales y socioeconómicos.
- b) Han de incluir la dimensión distributiva para analizar los problemas de equidad intra/intergeneracional.

- c) Han de especificar valores umbral o límite que permitan la evaluación de la desviación entre el actual estado y la evolución determinada por la norma u objetivo deseado.

Si bien la mayoría de autores utilizan los indicadores cuantitativos en la definición de indicadores de sostenibilidad¹⁰¹, Gallopín (1997) considera preferibles los indicadores cualitativos (aunque puedan expresarse en forma cuantitativa) frente a los cuantitativos en los siguientes casos: cuando no se disponga de información cuantitativa; cuando el atributo objeto de interés es no cuantificable de forma inherente; o cuando las consideraciones de costo sean determinantes.

De acuerdo con Castro (2002) esta idea se complementa con el hecho generalizado de la falta de datos y la poca calidad de los mismos. Este problema condiciona sin duda el uso posterior de la información en modelos de toma de decisiones, por lo que es necesario trabajar con enfoques probabilísticos centrados en el análisis de las políticas generales y las interrelaciones entre sistemas ecológicos y humanos, más que en la predicción de indicadores específicos. En este sentido Rutherford (1997:57) afirma que “se ha de conceder un mayor énfasis al uso de información incompleta o cualitativa, incluyendo modelos de lógica difusa, modelos de redes neuronales y otras técnicas no estadísticas parecidas”.

Gallopín (1997) diferencia a nivel conceptual los valores de referencia en tres posibles tipos:

- a) Estándar/Norma/Benchmark. Se refieren al estado o valor establecido deseable por la autoridad o el consenso social. Asimismo, puede considerarse a su vez como un valor de referencia técnico usado para medir. Algo que sirve de estándar por los que otros miden o juzgan.
- b) Valor Objetivo. Aluden explícitamente a la intención, representando un valor (o intervalo), no necesariamente observado, que se espera alcanzar como objetivo final de la política a implementar.
- c) Umbral. De naturaleza más técnica, representan valores pasados los cuales algo es cierto o toma lugar.

Del Informe Brundtland (Castro, 2002) se deriva una definición en términos absolutos de la sostenibilidad. Aproximadamente, se puede identificar como el estado objetivo caracterizado por el mantenimiento estricto de los niveles de desarrollo y calidad ambiental para las generaciones futuras. Según esto último, es necesario determinar unos criterios de evaluación de los avances hacia la

¹⁰¹ OECD (1993), Adriaanse (1993), Hammond *et al.* (1995), World Bank (1995), etc.

sostenibilidad en términos objetivos y absolutos. Una posibilidad reside en la determinación de estándares en todos los indicadores que finalmente se seleccionen como necesarios para la medida de la sostenibilidad.

El reconocimiento (Castro, 2002) de la existencia de discontinuidades o “umbrales ecológicos”, hecho diferencial en muchas ocasiones de la Economía Ecológica frente a la Economía Ambiental o de los Recursos Naturales (Turner, 1999), permite su utilización como piedra de toque o referencia en la medición de las pautas de desarrollo sostenible. En parecidos términos Van Pelt (1993) se refiere a las “limitaciones de sostenibilidad”, auténticos niveles frontera que han de expresarse en forma de parámetros mensurables a determinada escala geográfica y temporal.

Nijkamp y Vreeker (2000) definen estos estándares como “valores umbral críticos”, entre los que se engloban los conceptos analizados como el de estándar mínimo de seguridad, nivel de explotación sostenible, capacidad de carga, etc. Según estos autores, un valor umbral crítico para el desarrollo sostenible es definido como “el valor numérico normativo de un indicador de sostenibilidad que asegura el equilibrio con la capacidad de carga del medio ambiente de la región objeto de estudio” (Nijkamp y Vreeker, 2000:10). El umbral mínimo U_i denominado a veces “umbral de veto”. Este valor indica el nivel mínimo de cada indicador, por debajo del cual, incluso si los demás indicadores son muy positivos, se ha de clasificar la situación como de insostenible (Castro, 2002).

Otros autores (Hanley, 2000) hacen hincapié en el hecho de que aún no exista una medida del desarrollo sostenible establecida operativamente como oficial, por lo que los avances hacia la determinación de estándares ha de realizarse con extrema cautela¹⁰², siendo precedido de un considerable esfuerzo en materia de contabilidad ambiental.

Según Castro (2002), para evitar precisamente esta definición objetiva de la sostenibilidad, en la mayoría de estudios se apuesta por la elaboración de índices basados en una definición relativa, comparando a la mejor situación existente en el ámbito de estudio para cada indicador de base. Otra opción en desarrollo es partir de una concepción subjetiva de la sustentabilidad, comparando respecto a la percepción existente sobre determinados aspectos del desarrollo sostenible¹⁰³.

Comentario aparte merece la consideración temporal de este tipo de indicadores. Si bien es posible que estén orientados en principio a la comparación en el espacio más que en el tiempo, sería necesario que los indicadores de

¹⁰² Desde el punto de vista estadístico, Custance y Hillier (1998) previenen de que en muchos casos no existen tales valores de referencia, o bien están basados en procedimientos estadísticos inadecuados (Barnett y O'Hagan, 1997).

¹⁰³ Se refiere a la percepción subjetiva de la sostenibilidad que tienen los ciudadanos, explicitada mediante valoración contingente, por ejemplo, en base a su propensión a pagar por conseguir unos objetivos concretos de la sostenibilidad (Mega y Pedersen, 1998).

sostenibilidad permitieran mostrar los cambios a lo largo del tiempo, dada la dimensión temporal inherente al concepto de sostenibilidad absoluta (Gallopín, 1997).

Derivado de lo anterior se constata la importancia de seleccionar un criterio idóneo para determinar los valores de referencia en cada caso. En este sentido, Bosch (2001) realiza un interesante meta-análisis de los distintos sistemas de referenciación alternativos barajados por la Agencia Europea de Medio Ambiente para la elaboración de los indicadores principales o cabecera (EEA, 2000).

3.3.2. Modelos y metodologías específicas

En la práctica señala Castro (2002) se trata de unos indicadores claramente orientados a la toma de decisiones y a las respuestas sociales derivadas de aquellas, más que a la descripción exhaustiva de la relación entre los ecosistemas naturales y artificiales o humanos, o el análisis a largo plazo de dicha relación. Es quizás por esta razón, su utilidad social y política, que no exista una metodología única en materia de indicadores de desarrollo sostenible, pues realmente ésta depende del concepto y modelización de la sustentabilidad que se realice previamente. De acuerdo con Castro existen otros marcos conceptos relevantes a escala internacional que destacan por su utilidad práctica.

3.3.2.1. Modelo ABC. Índice de Sustentabilidad Europeo (ISE)

Esta metodología desarrollada por el Instituto Internacional para el Medio Ambiente Urbano (IIUE) supone un buen ejemplo de sistema de indicadores urbanos de desarrollo sostenible, estructurado según un modelo (ABC) y una tipología de indicadores (tres dimensiones), mediante los cuales se crea un índice final (ISE), el cual mide el progreso hacia la sostenibilidad urbana (IIUE, 1994).

El ISE se determina a partir de una serie de indicadores de tres dimensiones:

- a) Flujo de recursos o serie de materiales, bienes, comida, energía y agua (y sus flujos de polución y residuos).
- b) Pautas de uso de la tierra, tráfico, transporte y su impacto en el ecosistema y el paisaje.
- c) Calidad ambiental urbana, del agua, aire, acústica, seguridad del tráfico, condiciones de vivienda, espacios verdes y abiertos.

Los indicadores principales seleccionados son:

- a) Medio ambiente saludable. Número de días por año que a nivel local no se superan los estándares para calidad del aire.
- b) Espacios verdes. Porcentaje de población que tiene acceso a superficie verde a cierta distancia.
- c) Uso eficiente de los recursos. El consumo de energía total y de agua, y la producción de residuos finales para verter al medio *per cápita* y año. Tasa de renovable/no renovable fuentes de energía.
- d) Calidad del medio ambiente urbanizado. La tasas de espacios abiertos relacionado con el área usada por coches.
- e) Accesibilidad. El número de kilómetros recorridos por tipo de transporte (coche, bicicleta, transporte público, etc.) por año y *per cápita*.
- f) Economía verde. Porcentaje de compañías que han participado en esquemas de auditoría ambiental y eco-gestión o similares.
- g) Vitalidad. El número de actividades y equipamiento sociocultural.
- h) Justicia Social. El porcentaje de personas viviendo por debajo de la línea de la pobreza.
- i) Bienestar. Una muestra de la satisfacción de los ciudadanos sobre la calidad de vida. El contenido de esta encuesta se determina localmente.

El modelo teórico utilizado para estructurar el sistema de indicadores es el Modelo ABC. Según el mismo, se agrupan los indicadores en tres sistemas, persiguiendo la homogeneidad y facilidad en el objetivo comunitario de intercambio de experiencias entre ciudades:

- a) Indicadores “específicos de cada área urbana”. Difieren de ciudad a ciudad, ayudan al desarrollo de instrumentos específicos regionales o locales y son esenciales para políticas medioambientales locales maduras.
- b) Indicadores “Básicos” son una selección de los anteriores que comparten problemas comunes y globales, con alcance continental, y que pueden diferir de otros en otras partes del mundo. Estos indicadores B permiten comparaciones entre ciudades, favoreciendo el intercambio de información sobre buenas prácticas y posibilitando políticas a niveles nacional y continental.
- c) Indicadores “Centrales” son una pequeña selección de los anteriores, esenciales para cualquier ciudad del mundo. Debe de dar información sobre niveles intercontinentales o globales y representan un conjunto mínimo para ciudades sin sistemas de indicadores.

3.3.2.2. Modelo AMOEBA y Mapas de Evaluación de la Sustentabilidad

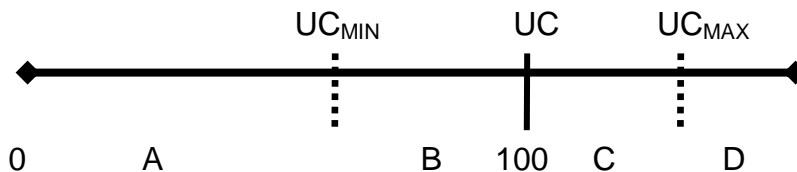
Uno de los primeros y más conocidos sistemas de organización de la información para el análisis de la sustentabilidad según Castro (2002) es el desarrollado para el Plan Hidrológico de Holanda de 1989 por Brink y Hosper (1989) y Brink (1991), siendo aplicado en diversos ámbitos (Wefering *et al.*, 2000). Se trata de "un método general de descripción y gestión de ecosistemas" en base a indicadores, seleccionando una serie de variables-objetivo sobre las que determina cuantitativamente tanto el valor actual como el valor de referencia que han de tomar para asegurar la sostenibilidad del ecosistema. Se representan dichas variables en un diagrama circular tipo "radar" o "ameba" en el que se dibuja una silueta en base a las distancias entre los valores de referencia y los actuales. Esta disparidad se puede utilizar para medir el grado de sostenibilidad actual, estableciendo los impactos que sobre el ecosistema tienen los distintos escenarios a la hora de la toma de decisiones.

Este tipo de modelización ha evolucionado hasta los llamados Mapas de Evaluación de la Sostenibilidad (SAM/MES) que constituyen una herramienta gráfica para mostrar información para evaluar los avances hacia la sostenibilidad derivados de cierta decisión o proyecto de inversión (Clayton y Radcliffe, 1996). De igual forma que el modelo AMOEBA, se seleccionan las dimensiones importantes del problema que son representadas en ejes.

3.3.2.3. Modelo Bandera

En Bergh y Hofkes (1998) se recogen por Castro (2002), una serie de aplicaciones del llamado Modelo Bandera (Figura 3.5) que relaciona la toma de decisiones con el uso de umbrales críticos para cada uno de los indicadores de sostenibilidad seleccionados. Tras estandarizar la escala de todos los indicadores (de 0, valor mínimo, a 100, valor máximo permitido), se definen los umbrales críticos (UC) en términos de intervalos (UC_{MIN} , UC_{MAX}), lo que permite cierta flexibilidad a la hora de aplicar los criterios de sostenibilidad:

Figura 3.5. Modelo Bandera.



A cada uno de los segmentos se le asocia un significado concreto:

- Área A: Bandera Verde: no hay razón para preocuparse
- Área B: Bandera Amarilla: alerta.
- Área C: Bandera Roja: invertir la tendencia
- Área D: Bandera Negra: detener inmediatamente siguientes desarrollos.

Como señalan Nijkamp y Ouwersloot (1997), este método se puede considerar en una posición intermedia entre el análisis categórico o determinista de los umbrales críticos muy delimitados y el análisis difuso o impreciso de los mismos (Munda, 1995).

Rodríguez (2002) señala que existen elementos comunes en los indicadores desarrollados internacionalmente¹⁰⁴ y a pesar de que existen varios modelos para desarrollar indicadores de sustentabilidad, estos guardan elementos comunes que dictan algunas reglas:

- Los indicadores aislados rara vez proveen una imagen adecuada del progreso hacia una meta específica. Por lo tanto, un conjunto de indicadores debe ser identificado
- La selección de indicadores se basa en conocimiento científico
- La selección de indicadores debe ser establecida reflejando las expectativas y valores sociales
- Los indicadores deben ser fácilmente entendidos, aún por gente que no es experta
- La información derivada de un indicador dado debe ser relevante para los participantes involucrados y afectados por la toma de decisiones
- Los indicadores no necesitan ser precisos, pero si confiables
- Deben basarse en información accesible; la información debe estar disponible o conseguirse a tiempo. Esto por que deben ser oportunos y dar la información cuando hay tiempo para actuar.
- Medir el capital humano, social y físico
- Deben proveer una visión de largo plazo
- Medir la diversidad biológica, económica y social
- Reflejar equidad y justicia intra e intergeneracional

¹⁰⁴ Sustainable Measures www.sustainablemeasures.com/Indicators/index.html

Para medir el capital humano se pueden emplear indicadores sobre el grado de educación, el grado de deserción escolar. Para el capital social el nivel de voluntariado, tasas de votación. El capital físico es un resultado del capital natural, humano y social, las materias primas, el conocimiento y la cooperación son necesarios para su construcción.

La visión de largo plazo de un indicador está en que la tendencia de éste muestre consistencia y relevancia al cabo de los años. Por ejemplo un indicador de empleo.

3.4. Indicadores de sustentabilidad urbana (algunas experiencias)

Las iniciativas urbanas en materia de indicadores de sostenibilidad están claramente orientadas a la toma de decisiones, más que a la medición precisa (Kuik y Gilbert, 1999). A pesar del interés institucional por la elaboración de indicadores de sostenibilidad física, motivado por las limitaciones de la información estadística disponible, así como por la consideración del concepto de sostenibilidad relativa, en los últimos años se ha producido un auge del uso de indicadores de estilo de vida sostenibles (p.e. usuarios de bicicletas). Este tipo de indicadores se centra en la identificación de cambios en las pautas de comportamiento hacia prácticas sostenibles, constituyendo un nexo entre los objetivos de calidad ambiental y de bienestar social. Se constata la tendencia hacia el aumento del peso de este tipo de indicadores dentro del sistema de indicadores de sostenibilidad urbana¹⁰⁵.

Castro (2002) señala que a pesar de que la colaboración entre ciudades que realizan procesos Agenda Local 21 y sistemas de indicadores urbanos (fundamentalmente la Campaña de Ciudades Europeas Sostenibles y su difusión en Internet), la integración entre los distintos sistemas de indicadores es mínima salvo en los estudios realizados desde la Comisión Europea o la AEMA. Resulta realmente difícil comparar los indicadores entre ciudades, dada la gran heterogeneidad¹⁰⁶ y la relativa falta de experiencia en este sentido, incluso en ciudades comprendidas dentro de una misma región o nación. Estas trabas se agravan al considerar que aún existen importantes carencias de información a

¹⁰⁵ Motivado sin duda por el reconocimiento de la importancia que tiene, para la consecución de la meta de la sustentabilidad, el cambio en los patrones de consumo y de estilo de vida.

¹⁰⁶ Resulta difícil comparar entre ciudades de distintos tipos (costeras, interiores, industriales, agrarias, administrativas, financieras), pues su estructura urbana condiciona las posibles soluciones a problemas de sostenibilidad así como su coste. Por otra parte, muchas problemáticas sociales a nivel de distritos aparecen difuminadas a nivel agregado. No obstante, existe un amplio consenso en identificar el ámbito urbano como la dimensión territorial idónea para este tipo de análisis (Cicercha, 1996).

nivel urbano, principalmente en aspectos relativos a calidad ambiental y pautas sustentables.

De forma resumida y de acuerdo a Castro (2000) los grandes obstáculos a la hora de elaborar indicadores de desarrollo sostenible urbano son:

- a) Indefinición del ámbito urbano. La elección de la unidad territorial (los límites físicos o administrativos de la ciudad) para el análisis por indicadores puede introducir un importante sesgo que incida en los resultados finales. Normalmente se trabaja con la división municipal la cual, si bien no es idónea, al menos sirve de punto de partida homogéneo.
- b) Indefinición del objetivo a medir o ambigüedad en cuanto al significado del indicador, e incluso disociación entre el indicador y el fenómeno a medir. Derivado de la falta de definición operativa del desarrollo sostenible urbano.
- c) Falta de datos. La recopilación de datos comparables sobre los asentamientos urbanos a nivel mundial resulta increíblemente difícil. A pesar de la importancia de las ciudades en los últimos decenios y que más del 45% de la población mundial vive en ellas (Hay 369 ciudades con más de 750.000 habitantes), los datos que caracterizan las urbes son enormemente dispersos.
- d) Heterogeneidad de los datos. Para la agregación de los indicadores subjetivos y objetivos resulta clave la definición de un sistema de ponderaciones correcto. Dado el carácter desagregado de los sistemas de indicadores de sostenibilidad, que normalmente se refieren a aspectos muy concretos, resulta necesario hacer agregaciones para ganar en significación.
- e) Comparación espacial y temporal. Dado que no existe una metodología homogénea para construir los indicadores, el problema de la Comparabilidad a nivel regional, nacional o mundial acentúa la dificultad a la hora de homogeneizar los niveles de calidad de vida y desarrollo ente distintas ciudades, incluso si la finalidad del sistema de indicadores es la comparación a nivel de barriadas de una única ciudad. Por otra parte, una cuestión importante surge ante la comparación intertemporal

de la calidad ambiental, necesaria para poder analizar la evolución del modelo de desarrollo hacia pautas más sostenibles en la ciudad y poder hacer un seguimiento de determinados parámetros (consumo de recursos naturales, balance hídrico, etc.). Un sistema de indicadores que no sea consistente en el tiempo no es válido para poder realizar este tipo de análisis.

- f) Dificultad en la coordinación entre Agencias. Solamente en el ámbito de la Unión Europea existen más de una decena de proyectos de envergadura para la elaboración de sistemas de indicadores urbanos, siguiendo distintas metodologías, en un conjunto de ciudades, dirigidos desde la AEMA, la Comisión Europea o en colaboración con organismos o agencias (IIUE, ICLEI, NUREC, OCDE, OMS).

La experiencia (Castro, 2002) apunta que la mayoría de sistemas de indicadores de desarrollo sustentables urbanos existentes en la actualidad muestran aparentemente la misma estructura: el *core* está compuesto principalmente por indicadores de sostenibilidad física o ambiental, que deberían tender hacia la cuantificación de los principales flujos en términos de materias y energía entre la ciudad y el entorno (enfoque ecosistémico). Un segundo bloque se refiere a los aspectos relacionados a aspectos socio-demográficos y económicos (empleo, educación, renta). Finalmente, un tercer grupo lo componen indicadores de disponibilidad de opciones de estilo de vidas alternativas, más sustentables, las cuales resultan de gran importancia a la hora de integrar la sostenibilidad física y el bienestar económico. No obstante, no todas las propuestas de indicadores están orientadas hacia el mismo modelo urbano, pudiéndose diferenciar dos grandes grupos con problemáticas muy distintas: ciudades de países desarrollados y ciudades de países en vías de desarrollo. Este hecho se constata al comparar las metodologías de Naciones Unidas (Libro Azul ó Hábitat) con otras como la de OCDE, EUROSTAT o AEMA, por ejemplo.

En las ciudades en vías de desarrollo, (Castro, 2002) los indicadores propuestos se centran en una problemática ligada a la sustentabilidad de unos estándares mínimos de calidad de vida y desarrollo. De esta forma, se indican cuestiones tales como el número de viviendas conectadas a redes de suministro y saneamiento, la esperanza de vida al nacer, hogares encabezados por mujeres, hogares por debajo del umbral de pobreza, etc. En ciudades de países desarrollados, de larga tradición urbana, donde ya se han alcanzado elevados estándares de vida y producido sucesivas fases de industrialización, la sustentabilidad del desarrollo se centra en aspectos tales como la calidad del medio ambiente urbano y del entorno, así como en la solución a problemas derivados de la elevada concentración de población y la movilidad interna.

3.4.1. Comisión de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (UNCHS/HABITAT)

De acuerdo con Castro (2002) las Naciones Unidas desarrollan diversas iniciativas relativas a indicadores de sustentabilidad. El “Sistema de Indicadores Urbanos” propuesto por UNCHS/Hábitat dentro de su Programa de Indicadores (1997a) y en concreto los indicadores referidos al medio urbano (1997b), tienen la intención de servir de base para establecer a nivel mundial una Red de Observatorios Urbanos que permita la evaluación y control de la implementación de los Programas Hábitat y Agenda 21. Asimismo, entre los objetivos intermedios de estos indicadores están:

- a) Identificar un conjunto de indicadores urbanos esenciales para medir el diseño urbano y desarrollar políticas urbanas.
- b) Ayudar a los países a armonizar los sistemas de indicadores y preparar sus informes nacionales.
- c) Impulsar los esfuerzos regionales y nacionales para desarrollar indicadores mediante programas de formación, diseño de encuestas y definición y tratamiento de información.
- d) Implementar una estructura de recogida de datos que permita la sistematización del análisis del estado de los asentamientos humanos y los efectos de las políticas urbanas.

En 1988 según Castro (2002) se inició este proceso sobre la base de 53 ciudades (mayoritariamente de países en vías de desarrollo), dando lugar a una propuesta de 49 indicadores esenciales y un total de 128 al incluir otras dimensiones. A partir de esta información, el Observatorio Global Urbano (GUO, Hábitat) ha desarrollado un índice de sostenibilidad (UNCHS, 1997b; Castro y Morillas, 1998). Estos indicadores son utilizados por las ciudades que participaron en el Foro Ambiental Urbano (UNCHS, 2000), red de ciudades y comunidades que trabajan en aspectos relativos al medio ambiente urbano (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1. Indicadores del Observatorio Global Urbano

Datos básicos. D1. Usos de la tierra. D2. Población urbana. D3. Tasa de crecimiento poblacional. D4. Hogares encabezados por mujeres.	D5. Tamaño medio de los hogares. D6. Tasa de creación de hogares. D7. Distribución de rentas. D8. Producto urbano por persona. D9. Tipo de tenencia de la vivienda.
1. Desarrollo socioeconómico. 1: Hogares por debajo del umbral de pobreza. 2: Empleo informal o sumergido. 3: Camas de hospital. 4: Mortalidad infantil. 5: Esperanza de vida al nacer. 6: Tasa de alfabetización adulta. 7: Tasa de escolarización. 8: N° de aulas escolares. 9: Tasa de criminalidad.	4. Gestión medioambiental. 18: Tratamiento de aguas residuales. 19: Generación de residuos sólidos. 20: Tratamiento de residuos sólidos. 21: Recogida regular de residuos sólidos 22: Viviendas destruidas.
2. Infraestructuras. 10: conexiones a las redes de abastecimiento de las viviendas. 11: Acceso a agua potable. 12: Consumo de agua. 13: Precio medio del agua.	5. Gobierno local. 23: Principales fuentes de ingreso. 24: Gasto <i>per cápita</i> . 25: Intereses por préstamos. 26: Empleados en la administración local. 27: Capítulo presupuestario de salarios 28: Tasa de gasto contractual recurrente. 29: Departamentos administrativos que proveen servicios. 30: Control de los niveles superiores de gobierno.
3. Transportes. 14: Intercambio modal. 15: Tiempo de desplazamiento. 16: Gasto en infraestructuras viarias. 17: Parque automovilístico.	6. Vivienda. 31: Relación entre el precio de la vivienda y los ingresos. 32: Alquileres en relación con los ingresos. 33: M ² de la vivienda por persona. 34: Estructuras y suministros permanentes. 35: Vivienda en alquiler. 36: Multiplicador de desarrollo urbanístico. 37: Gasto en infraestructuras. 38: Relación entre hipotecas y créditos totales. 39: Producción de viviendas. 40: Inversión en vivienda.

Fuente: UNCHS (1997b).

3.4.2. 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.

Para Castro (2002) la aportación de la OCDE ha sido la de clarificar la distinción entre indicadores descriptivos (de Presión y Estado) y de ejecución (de Respuesta). Básicamente los primeros son derivados de las medidas de las condiciones existentes y los de ejecución ayudan a identificar la correspondencia, o ausencia de esta, entre condiciones ambientales y una meta o política. 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 3.2. Indicadores de la OCDE

TEMA	PRESIÓN	ESTADO	RESPUESTA
<i>Cambio climático</i>	Índice de emisiones de gases de efecto invernadero. Emisiones de CO ₂ .	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 _x y NO _x .	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 _x y el NO _x 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 _x , NO _x 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</i> <i>R. hídricos</i> <i>R. forestales</i> <i>R. pesqueros</i> <i>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 periodos 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: OCDE (1994).

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 3.5) son analizados también en otras publicaciones similares como el *Informe sobre el Desarrollo Humano* de Naciones Unidas (UNDP, 1992; 2000) o los *Indicadores de Desarrollo Mundial* (World Bank, 2000a; 2000b).

Cuadro 3.3. 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 secund. 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 ₂ .
<i>Indicadores Generales</i>	
	PNB per capita. 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).

3.4.3 Indicadores Comunes Europeos (Comisión Europea).

En la cuarta *Conferencia Regional de las Ciudades Sostenibles Europeas* (La Haya, Junio 1999) se inicia el proyecto “*Indicadores comunes para la sostenibilidad local*” auspiciado por la DG XI. Los objetivos de este proyecto son facilitar la identificación de un conjunto de indicadores comunes de sostenibilidad local y su adopción formal. De acuerdo con Castro (2002), Los criterios clave para orientar este trabajo de selección de indicadores son:

- a) El enfoque sobre la sostenibilidad local implica la necesidad de indicadores integrados, cada uno de los cuales ha de integrar varias dimensiones de sostenibilidad, más que reflejar un aspecto puramente sectorial.
- b) La relación con procesos políticos, dado que el proyecto persigue motivar a las autoridades locales a desarrollar e implementar el diseño de sus políticas, valorándolas en términos realistas.
- c) El enfoque abajo-arriba a través del cual el proyecto se está realizando, con el nivel local llevando a cabo un papel activo en la definición y consenso de los indicadores, asegurándose el acuerdo con los usuarios finales de tales indicadores.

La Comisión Europea presenta el conjunto de indicadores de la Iniciativa de Indicadores Comunes Europeos en la tercera Conferencia sobre Ciudades Sostenibles de Hannover (febrero 2000). Tras varias propuestas previas, el *Grupo de Expertos sobre Medio Ambiente Urbano* selecciona un conjunto cerrado a partir de las sugerencias y comentarios solicitados a las autoridades locales, técnicos municipales e investigadores.

En definitiva señala Castro (2002), se trata de una integración de los indicadores utilizados ya por algunas ciudades o propuestos anteriormente por determinadas agencias. La base para la integración de este sistema de indicadores la proporcionan los ámbitos o principios de la sustentabilidad:

- Principio 1. Igualdad e inclusión social. Acceso para todos a servicios básicos adecuados y disponibles.
- Principio 2. Gobierno local/autonomía/democracia. Participación de todos los sectores en la comunidad local, en el planeamiento local y en los procesos de toma de decisiones.
- Principio 3. Relaciones Local/Global. Satisfaciendo las necesidades locales de forma local, desde la producción al consumo y los residuos. Tratar de solucionar de forma más sostenible las necesidades que no

puedan ser satisfechas de forma local.

- Principio 4. Economía local. Integrando las habilidades locales y las necesidades con la disponibilidad de empleo y las infraestructuras existentes, de manera que suponga el menor riesgo para los recursos naturales y el medio ambiente.
- Principio 5. Protección medioambiental. Adoptando un enfoque ecosistémico, minimizando el uso de recursos naturales y de suelo, la generación de residuos y emisiones de contaminantes, potenciar la biodiversidad.
- Principio 6. Herencia cultural/calidad del medio ambiente urbanizado. Protección, preservación y rehabilitación de valores históricos, culturales y arquitectónicos, incluidos los edificios, monumentos, eventos; potenciando y salvaguardando el atractivo y funcionalidad de los espacios y edificios.

El conjunto final de indicadores comunes está formado por las diez medidas siguientes. Los cinco primeros son denominados “principales” y los siguientes “adicionales”. Entre paréntesis se enumeran los principios sobre los que indican alguna información (CCE, 2000b):

- a) Satisfacción de los ciudadanos con la comunidad local. Satisfacción general de los ciudadanos con varios aspectos del municipio (1,2,4,5,6).
- b) Contribución local al cambio climático global. Emisiones de CO₂ (a largo plazo, cuando se haya desarrollado una metodología simplificada, este indicador se centrará en las repercusiones ecológicas) (1,3,4,5).
- c) Movilidad local y transporte de pasajeros. Transporte diario de pasajeros, distancias y modos de transporte (1,3,4,5,6).
- d) Existencia de zonas verdes públicas y de servicios locales. Acceso de los ciudadanos a zonas verdes y servicios básicos próximos (1,2,5,6).
- e) Calidad del aire en la localidad. Número de días en que se registra una buena calidad del aire (1,5,6).
- f) Desplazamientos de los niños entre la casa y la escuela. Modo de transporte utilizado por los niños en los desplazamientos entre la casa y la escuela (1,3,4,5).
- g) Gestión sostenible de la autoridad local y de las empresas locales. Porcentaje de organizaciones públicas y privadas que adoptan y utilizan procedimientos de gestión ambiental y social (3,4,5).
- h) Contaminación sonora. Porcentaje de la población expuesta a niveles de ruido ambiental perjudiciales (1,5,6).
- i) Utilización sostenible del suelo. Desarrollo sostenible, recuperación y

- protección del suelo y de los parajes en el municipio (1,3,5,6).
- j) Productos que fomentan la sostenibilidad. Porcentaje del consumo total de productos que llevan la etiqueta ecológica y de productos biológicos u objeto de prácticas comerciales leales (1,3,4,5).

3.4.4 Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)

De acuerdo con Castro (2002) En el informe “Medio Ambiente en Europa” (EEA/AEMA, 1995) se proponen, dentro del 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. De las 72 ciudades europeas consideradas, sólo 51 disponían de información comparable (20 indicadores), hecho que constata la falta de información y la dificultad en su obtención.

Los datos obtenidos demuestran que la calidad del aire, el ruido, y el tráfico son los principales problemas en muchas de las ciudades estudiadas, por ser uno de los mejores datos recolectados y que la escala del problema aumenta con el aumento de la población residente.

Cuadro 3.4. Indicadores propuestos por la AEMA

INDICADORES PARA EL DISEÑO URBANO		
Población urbana		
	Población	
		1. Nº de habitantes en la ciudad. 2. Nº de habitantes en la conurbación.
	Densidad de población	
		3. Población por Km ² . 4. Áreas por densidades
Suelo Urbano		
	Area total	
		5. Area en Km ² .
	Area total construida	
		6. Área en Km ² . 7. Por usos.
	Area abierta	
		8. Área en Km ² . 9. % Áreas verdes. 10. % agua.
	Redes de Transporte	
		11. Longitud de carreteras en Kms. 12. Longitud de raíles de tren en Kms. 13. % total del área urbana.
Áreas abandonadas		
	Area Total	
		14. Area en Km ² . 15. % total del área urbana.
Áreas recuperadas urbanas		
	Área Total	
		16. Área en Km ² . 17. % Total del área urbana.
Movilidad urbana		
	Desplazamientos modales	
		18. Nº 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. Nº 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 vehículos/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. 29. Capacidad plantas de tratamiento por tipo de depuración.	
Energía		
	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. 33. Tipo de plantas productoras en las conurbaciones.	
Materiales y Productos		
	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 ₂ 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 ₂ +TSP
	45. Concentraciones medias anuales.
	Concentración en periodo corto de O ₃ , SO ₂ ,PST
	Exceso sobre los valores guías de OMS de O ₃ .
	47. Exceso sobre los valores guías de OMS de SO ₂ .
	48. Exceso sobre los valores guías de OMS de Part. Susp. Totales.
Calidad Sonora	
	Exposición al ruido (hab. Por periodo de tiempo)
	Exposición superior a 65 dB.
	50. Exposición superior a 75 dB.
Seguridad de Trafico	
	Fatalidades y causas de accidentes de tráfico
	N° de personas fallecidas en accidente de trafico cada 10.000 habitantes.
	N° de personas heridas en accidente de trafico cada 10.000 habitantes.
Calidad de Vivienda	
	Superficie edificada por persona
	53. m ² 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).

Con posterioridad, señala Castro (2002) se han elaborado diferentes documentos, donde también se incluyen determinados indicadores con incidencia urbana, tales como el Informe Dobris II (EEA, 1998), el Informe sobre el estado del medio ambiente en la Unión Europea (EEA, 1999), o el indicador periódico de la Agencia (EEA, 2000). En este último estudio se formulan los “indicadores titulares”, seleccionados por su capacidad para indicar progresos en las áreas ambientales clave delimitadas por el sexto programa de acción medioambiental (CCE, 2001). Entre estas áreas se encuentran dos con clara incidencia en las áreas urbanas. Se trata de las categorías “medio ambiente y salud humana” (que recoge la calidad del aire, las áreas urbanas, la calidad el agua, empresas químicas), así como “recursos naturales y gestión de residuos (considerando los residuos, el uso de recursos, la cantidad de agua y los usos del suelo). Entre los indicadores de cabecera se encuentran:

- a) Emisión de contaminantes en áreas urbanas.
- b) Residuos sólidos urbanos y peligrosos.
- c) Consumo energético.
- d) Usos del suelo.

3.4.5 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.
- j) Residuos
- k) 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 3.5)

Cuadro 3.5. Indicadores de desarrollo sostenible de EUROSTAT.

Ámbitos	Indicadores
<i>Económico</i>	<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>
<i>Social</i>	<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. Utilización de plaguicidas agrícolas. Residuos sólidos o urbanos. 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.</p>
<i>Institucional</i>	<p>Gasto en I+D en porcentaje del PIB. Líneas telefónicas principales por cada 100 habitantes.</p>

Fuente :OCDE 1998

3.4.6 LA EXPERIENCIA DE AMÉRICA

3.4.6.1 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 3.6 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
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 por habitante en vehículos Fósil 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.

3.4.6.2 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:

- Uso de tierras
- Uso de agroquímicos
- Áreas protegidas y biodiversidad
- Recursos forestales
- Recursos costeros
- Recursos hídricos
- Contaminación
- Desechos sólidos
- Energía
- Ecoturismo
- Fenómenos climatológicos y desastres naturales.

Cuadro 3.7 INDICADORES DEL SISTEMA SIDES, COSTA RICA

Grupo	Subgrupo	Indicadores
Variables e Indicadores Ambientales	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 MARINO-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 per cápita 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.

3.4.6 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 3.8). 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, etc.), Canadá (Hamilton-Wentworth, British Columbia¹⁰⁷, Vancouver, Alberta, etc.) y Australia (Halifax ecocity en Adelaide) un sin fin de propuestas de indicadores de sostenibilidad¹⁰⁸, 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.

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.

¹⁰⁷ Véase el análisis de esta experiencia sobre la cuenca del río Fraser en Gustavson *et al.* (1999).

¹⁰⁸ 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).

Cuadro 3.8. Indicadores de Seattle sostenible.

<p>MEDIO AMBIENTE</p> <p>Salmones salvajes que circulan a lo largo de los canales locales</p> <p>Biodiversidad en la región</p> <p>Número de días con buena calidad del aire por año</p> <p>Cantidad de suelo útil perdido</p> <p>Acres de zonas húmedas que quedan</p> <p>Porcentaje de calles puesta peatonales</p>
<p>POBLACION Y RECURSOS</p> <p>Población total y ratio de crecimiento anual</p> <p>Galones de agua consumida por persona</p> <p>Toneladas de residuo sólidos generados y reciclados pro persona y año</p> <p>Millas recorridas en coche por persona y consumo de gasolina por persona</p> <p>BTUs (British Thermal unit: 0,252 Kcal.) de energía renovable y no renovable consumida.</p> <p>Has., por persona y uso de esta (residencial, comercial, espacios abiertos, transportes,...)</p> <p>Cantidad de alimentos exportados e importados</p> <p>Uso de salas de urgencia por casos de no emergencia</p>
<p>ECONOMIA</p> <p>Porcentaje de empleos concentrados en los 10 empleos más comunes de la ciudad</p> <p>Horas de empleo pagadas en sueldos para el soporte de necesidades básicas</p> <p>Desempleo real, incluidos trabajadores infrautilizados, por diferenciación étnica y de edad</p> <p>Media de la tasa de ahorro por familia</p> <p>Dependencia en fuentes locales o renovables en la economía</p> <p>Porcentaje de niños que viven en la pobreza</p> <p>Gasto sanitario por persona</p>
<p>CULTURA Y SOCIEDAD</p> <p>Porcentaje de recién nacidos con bajo peso por etnias</p> <p>Diversidad étnica del profesorado en letras para enseñanza primaria y secundaria</p> <p>Porcentaje de padres involucrados en actividades extraescolares</p> <p>Ratio de delincuencia juvenil</p> <p>Porcentaje de jóvenes que participan en algún servicio comunitario</p> <p>Porcentaje de estudiantes que se gradúan por etnia, genero y nivel económico</p> <p>Porcentaje de población que votan en las elecciones locales</p> <p>Ratio de adultos con capacidad de leer y escribir</p> <p>Cantidad de vecinos que conocen a los responsables del proyecto por su nombre</p> <p>Tratamiento equitativo en el sistema de justicia</p> <p>Ratio de gasto de dinero en prevención, tratamientos de alcohol y droga</p> <p>Porcentaje de población con jardines</p> <p>Ratio de uso de bibliotecas y centros de la comunidad</p> <p>Participación pública en temas de cultura</p> <p>Porcentaje de adultos voluntarios en servicios de la comunidad</p> <p>Percepción individual del bienestar</p>

Fuente: Sustainable Seattle (1995)

3.4.7 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 3.8.

Cuadro. 3.9 Indicadores de Canadá

Tema	Subtema	Indicadores desarrollados
Sistemas de Soporte Ecológico	Agotamiento Ozono Estratosférico	<ul style="list-style-type: none"> Nueva oferta de ODS POR año Concentraciones de CFC-11 y CFC-12 Niveles anuales de 03
	Cambio Climático	<ul style="list-style-type: none"> Emisiones de CO₂ del uso de combustibles fósiles Concentración atmosférica de GEI Variación de la temperatura en Canadá
	Contaminantes Tóxicos en el Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> Niveles de contaminación en Huevos Cormorant (double-crested) por organoclorados persistentes DDE.*/ y PCBs.**/ Niveles de contaminación en Huevos de Cormorant (doble-crested), dioxinas y furanos
	Lluvia Acida	<ul style="list-style-type: none"> Emisiones de SO₂ Emisiones de Nox Deposición de sulfatos húmedos Tendencia en la acidificación de lagos en Canadá sudeste
	Cambio en Biodiversidad	
Salud y Bienestar Humano	Ecosistemas Marinos	
	Calidad del Aire Urbano	<ul style="list-style-type: none"> Niveles promedio de contaminantes del aire en ciudades Canadienses Número de horas de ozono troposférico que exceden objetivo Nivel de partículas en suspensión en ciudades de Canadá Toxinas en el aire de Canadá: benzeno
	Agua Urbana	<ul style="list-style-type: none"> Uso diario de agua municipal Población municipal con acceso tratamiento de agua Uso residencial de agua contador
Sostenibilidad de Recursos Naturales	Calidad Agua Dulce	
	Espacios Verdes Urbanos	
	Sustentando los Bosques de Canadá	<ul style="list-style-type: none"> Tendencias de perturbaciones naturales Niveles de cosecha de madera Valor económico de la cosecha Regeneración tras cosecha
Factores Influyentes Continuos (pervasive)	Sustentando los Recursos Marinos	<ul style="list-style-type: none"> Abundancia de Arenque del Pacífico (Arenque) Captura comercial de Arenque del Pacífico Valor Económico de Arenque del Pacífico
	Recursos Agrícolas	
	Transporte de Pasajeros en Canadá	
	Consumo de Energía	<ul style="list-style-type: none"> Como viajan los Canadienses Uso combustibles fósiles por automóviles Eficiencia combustible de nuevos automóviles Tráfico urbano y uso del automóvil
	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.

3.5. Resumen

Del presente capítulo se derivan, principalmente, 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 parte de este capítulo se describe una gama de metodologías internacionales denominadas genéricamente indicadores medioambientales, ecológicos y de desarrollo sostenible, aplicados a la esfera urbana. No obstante, se ha de puntualizar que 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.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS EMPÍRICO

Introducción

Con el análisis exploratorio de datos, se obtiene una visión más completa de la información estadística, sobre la base de medidas descriptivas y de síntesis. Además de comprobar ciertas condiciones necesarias para la aplicación posterior de las técnicas multivariantes, se identifican y resuelven los problemas de datos ausentes y atípicos que se puedan presentar.

El capítulo se desarrolla con la aplicación de las técnicas descritas: Análisis de Componentes Principales (ACP), Análisis de la Distancia P_2 (ADP_2), Agregación de Conjuntos Difusos (ACD) y el Dendograma. Asimismo, se presenta una comparativa en dos fases de los resultados obtenidos: por una parte, entre las ordenaciones resultantes del nivel de desarrollo en los municipios de la muestra y, por otro lado, estableciendo las diferencias entre cada metodología.

4.1. Análisis de la Sustentabilidad Urbana

La presente investigación se encuadra precisamente en la línea de estudios centrados en la elaboración de medidas sintéticas de desarrollo sostenible a nivel local. La medida que se pretende elaborar desde tres metodologías es una primera aproximación a la evaluación de la Sustentabilidad para los municipios metropolitanos de Toluca. El primer paso es la definición de un sistema de indicadores asentados en un modelo de desarrollo urbano que identifique las principales relaciones a reflejar mediante indicadores.

Como señala Isla (2000), al analizar el estado de la cuestión en materia de indicadores de desarrollo sustentable, aparecen una serie de defectos de forma tales como:

- a) La dispersión de contenidos y alcance de las propuestas, ante la heterogeneidad y falta de coordinación entre las propuestas metodológicas.
- b) La falta de estructuración de los indicadores, dado que no se enmarcan en un modelo general previo que muestre las interacciones entre elementos.
- c) La inconsistencia en la denominación de los indicadores, dado que no abarcan todos los aspectos necesarios para considerarse un sistema de indicadores de desarrollo sostenible.

El primer paso en la elaboración de todo sistema de indicadores es la definición de los conceptos de ecosistema urbano y desarrollo sustentable. En esta tarea se parte de los comentarios realizados en los tres primeros capítulos,

concretando e identificando las áreas estratégicas y principales ámbitos que componen dicho modelo. Como conclusión a esta etapa se obtiene la propuesta teórica de indicadores iniciales.

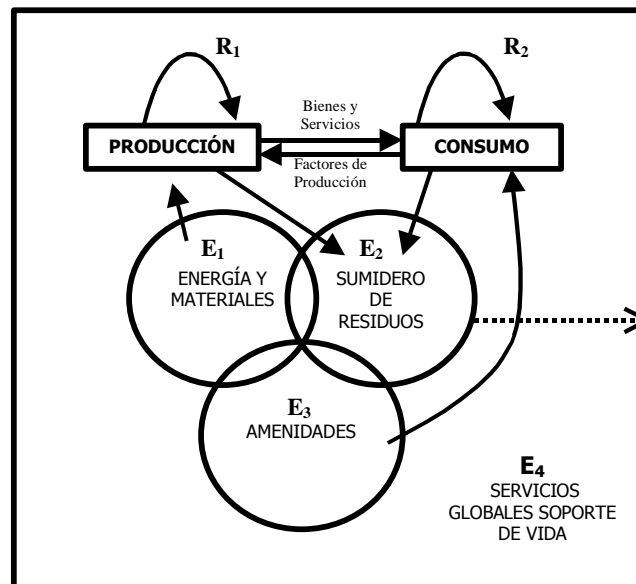
4.1.1. Concepto y estructura del modelo urbano.

Como describe Castro (2002), en Reed (1994) y Hammond *et al.* (1995), la funcionalidad del medio ambiente para la actividad humana es triple:

- Como fuente de la energía, alimentos, materiales y demás recursos naturales usados en la actividad humana.
- Como vertedero de los residuos y recursos ya utilizados (y cuya energía se ha disipado) que son considerados inútiles.
- Como soporte de vida y definitorio de la calidad de ésta. Los ecosistemas naturales proveen de servicios esenciales para el mantenimiento de la vida, desde la descomposición de los residuos orgánicos a la transformación de energía solar. La contaminación del aire, el agua o el agotamiento de la biodiversidad redundan en una menor calidad de vida y por tanto de bienestar.

Hanley *et al.* (1997) resumen gráficamente (Figura 4.1) las cuatro funciones del medio ambiente (desde E_1 a E_4) en relación con las actividades humanas (producción y consumo). En este esquema se consideran también los flujos de reutilización (R_1) y reciclado (R_2).

Figura 4.1. Interacción entre actividad económica y medio natural.



Fuente: Hanley *et al.* (1997).

Las funciones de los recursos naturales según Castro (2002) están interrelacionadas en complejos equilibrios que conforman los ecosistemas naturales y también artificiales. Por ejemplo, el recurso “agua” pasa por ser un input productivo (en una fábrica, en la industria del turismo), pero también atesora valores importantes de tipo recreativo, biológico (soporte de vida), estético, e incluso, como depósito o destino de contaminantes, entre otros.

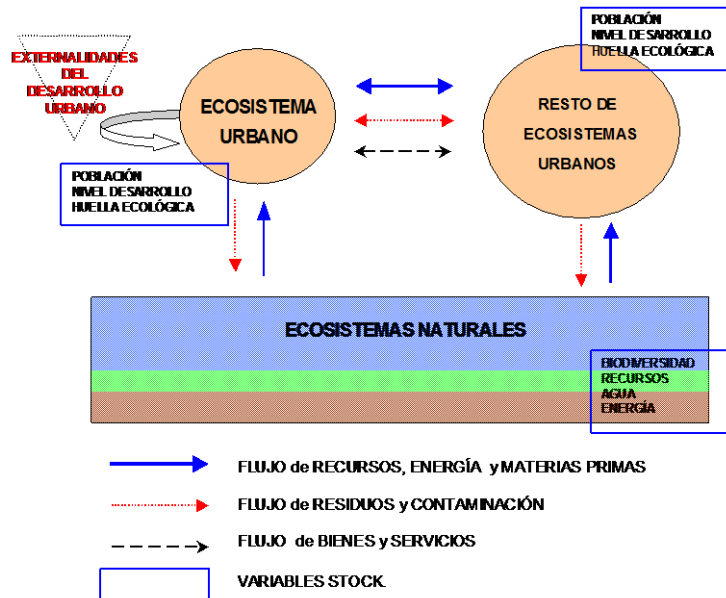
De cara a simplificar este modelo de funciones en el ámbito local, para la integración de las distintas dimensiones que lo componen, resulta de gran utilidad el concepto de *ecosistema urbano*¹⁰⁹. Desde esta óptica se puede modelizar la ciudad con los instrumentos de la ecología (también la humana), analizando la unidad territorial en la que se identifican una serie de flujos de energía y de materias (insumos, residuos). La intensidad y dirección de estos flujos, en términos de relaciones causa-efecto, caracteriza el efecto ecológico de la ciudad sobre el entorno local y global.

El modelo de partida es el descrito en Castro (2002), identificando el sistema urbano como el ámbito de desarrollo de una serie de procesos de intercambio abiertos e interrelacionados, los cuales pueden ser representados en términos de variables flujo y stock (Figura 4.2). El *ecosistema urbano* obtiene de los ecosistemas naturales los recursos, materias primas y energía necesarias para el desarrollo de sus actividades. De forma indirecta, puede obtener estos insumos a través de otros entornos industriales o urbanos, los cuales recogen y transforman inicialmente los mismos en recursos productivos, electricidad o combustible.

Según Castro (2002) en dicho modelo se representan las direcciones de las relaciones lineales causa-efecto, cuyas intensidades vendrán dadas por el valor de los indicadores específicos seleccionados para cada caso. Se ejerce una presión (agotamiento de recursos y contaminación) sobre el medio natural no necesariamente cercano, que se manifiesta a su vez en el flujo de residuos y contaminación que genera la ciudad. Las externalidades del desarrollo urbano son las manifestaciones internas de los desequilibrios ecológicos (ruido, atascos, pobreza, etc.). Se puede afirmar que la población y sus cualidades (residencia, trabajo, salud, rentas, educación) son las variables motoras en último extremo de estos procesos dinámicos.

¹⁰⁹ Por *ecosistema urbano* se entiende el resultado de la confluencia de los distintos sistemas que delimitan el hecho urbano y no solamente los referidos estrictamente a los recursos naturales y medio ambiente.

Figura 4.2 Ecosistema urbano- naturales



Fuente: Castro (2000).

- En el ejercicio de medición de la Sustentabilidad local se plantea desde la lógica de la eficiencia interna del sistema urbano. No se trata de identificar, por ejemplo, a los municipios con un mayor consumo de recursos naturales, pues lógicamente las grandes ciudades son las que ostentan una mayor huella ecológica, (concentrando la mayoría de la población, así como una mayor actividad económica), sino identificar a grandes rasgos los ámbitos locales con un metabolismo urbano más eficiente (menores consumos y generaciones de residuos) en términos relativos (respecto a su tamaño o su población).

De acuerdo con Castro (2002) La intersección de los mismos, se aproxima bastante a la realidad urbana en los términos considerados:

- a) Subsistema Ambiental. Recoge aquellas variables relativas a la dimensión física y ambiental del espacio urbano, así como a su relación en términos ecológicos con otros ecosistemas.
- b) Subsistema Territorial. Considera características tales como la movilidad, la vivienda, la distribución de los usos del suelo, etc. encuadradas en lo que se puede llamar diseño y estructura urbana. Asimismo, se recogen cuestiones de índole territorial, básicamente el peso relativo de la ciudad en el sistema de ciudades.

- c) Subsistema Socioeconómico. Donde se integran para la esfera local los elementos clásicos del análisis socioeconómico, tales como la actividad económica, el consumo, el mercado de trabajo, los niveles de equipamiento, etc. Además se engloban aspectos relacionados con la población y su caracterización, junto a otros de índole social.

Resulta evidente que para cada subsistema se pueden obtener tantos indicadores como formas distintas de observación de la realidad objeto de estudio. Dada la perspectiva de este trabajo, sólo se consideran aquellos indicadores que se encuentren en la intersección de los distintos subsistemas y que proporcionen información útil para el concepto integral de desarrollo sustentable. No se trata de describir perfectamente cada subsistema (y por ejemplo tener una imagen nítida de la economía de la ciudad), sino sólo aquellos ámbitos donde el modelo prevea la existencia de una relación causal con la variable objeto de análisis (Sustentabilidad). Establecidos los indicadores específicos de cada ámbito, se pasa al análisis agregado de los mismos donde se ha de obtener una imagen aproximada de la dinámica urbana en términos del desarrollo sostenible.

4.2. Definición de indicadores teóricos

Para castro (2002) La elección de los indicadores teóricos o *ex ante* al análisis de las fuentes estadísticas, se basa en dos tipos de consideraciones: unas estrictamente metodológicas, razonadas en base a la medición del desarrollo sostenible mediante indicadores; y otras referidas a las peculiaridades de los ámbitos donde se aplican, en este caso los municipios metropolitanos. La revisión de otras propuestas realizadas para el mismo ámbito u otros similares a nivel internacional es una referente importante¹¹⁰. Este hecho redundante en el diseño de una estructura básica o genérica, aplicable a la mayoría de entornos urbanos, que se personalice con aportaciones locales que “indiquen” las peculiaridades de cada ecosistema urbano.

4.3 Municipios

Los 12 municipios analizados son; Toluca, Metepec, Lerma, San Mateo Atenco, Ocoyoacac, Xonacatlán, Zinacantepec, Tenango del Valle, Ixtlahuaca, Tianguistenco, Almoloya de Juárez y Otzolotepec. (Ver figura 4.3)

¹¹⁰ Véase el epígrafe 3.4 referido a experiencias internacionales en materia de indicadores de desarrollo sustentable urbano.

SUSTENTABILIDAD URBANA EN LA METRÓPOLI DE TOLUCA
 Ubicación Geográfica

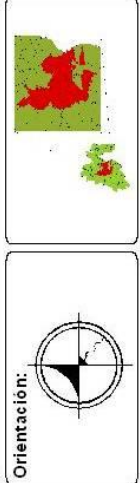
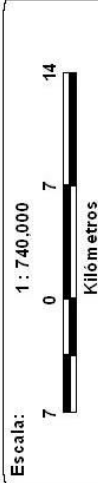
Simbología Temática

- Municipios de Estudio
- Zona Urbana

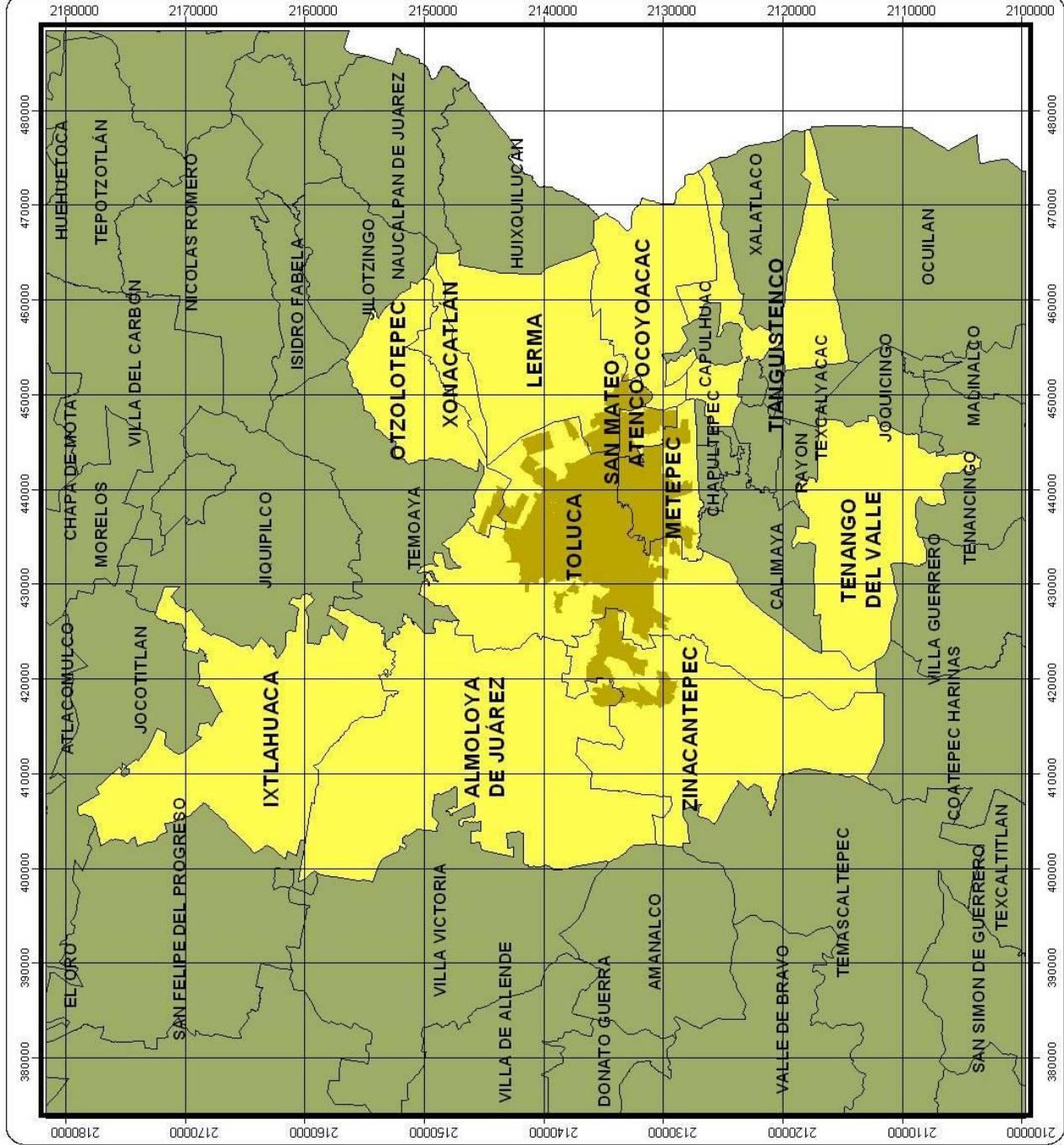
Simbología Básica

- Límite Municipal

Fuente: IIGECEM, 2006



Fuente:
 Elaboración propia con base en Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México, 2006



4.3.1 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 propuesta de nuestra.

A continuación son presentados en cada uno de los grupos:

INDICADORES

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

TERRITORIALES

Población Urbana
Población Rural
Densidad de Población
Viviendas Totales
Viviendas con Servicio de Agua y Drenaje
Viviendas con Teléfono
Viviendas con computadora
*Reducción del Área de Cultivo
Superficie Agrícola
Superficie Urbana
Superficie Industrial
*Acceso a Centros de Comercio y Abasto
Densidad de carreteras
Vehículos Particulares
Vehículos Públicos
*Automóviles por cada 1000 habitantes
*Vehículos Públicos por cada 1000 Habitantes
*Accidentes de Tránsito por cada 1000 Habitantes

AMBIENTALES

Superficie Boscosa
Superficie de Área Natural Protegida
Deforestación
Superficie Erosionada
Desechos Reciclados
Residuos Sólidos
Volumen de Desechos Municipales
*Demanda de Agua
Precio del Agua en la Vivienda
Precio del Agua en la Industria
Plantas Tratadoras de Agua Municipales
Plantas Tratadoras de Agua Industriales
*Consumo de Energía en I y C.
Consumo de Energía eléctrica en Residencial
Consumo de Energía eléctrica en Alumbrado Público
Contaminación IMECA de Ozono (O3)
Contaminación IMECA de Azufre (SO2)
Contaminación IMECA de Bióxido de Nitrógeno (NO2)
Contaminación IMECA de Monóxido de Carbono (CO)
Contaminación IMECA de Partículas Suspendidas (Pm10)
Índice promedio del IMECA Máximo Diario

* Elaboración propia.

4.4 Las Fuentes Estadísticas y sus limitaciones

En la actualidad, la esfera urbana sigue siendo la gran desconocida en términos de producción y análisis estadístico hecho generalizable a la mayoría de regiones del país. La información correspondiente al nivel urbano se caracteriza por un elevado grado de heterogeneidad, así como por la escasez de su producción y distribución.

Por todo lo anterior, resulta obligado trabajar con la unidad de análisis a escala municipal como mejor aproximación urbana, tal y como es la práctica habitual en la mayoría de estudios de este tipo. Este hecho puede introducir importantes sesgos a la hora de trabajar con datos relativos a superficie, máxime si el tamaño de la ciudad en relación al municipio es reducido.

La información disponible para variables de índole urbana es, si cabe, aún más escasa que en el caso de los indicadores medio ambientales. También se puede recurrir a información territorial y urbana elaborada con ocasión de los planes de desarrollo municipal y los planes de desarrollo urbano.

La información de los ámbitos demográfico y económico resulta comparativamente más abundante que la ambiental o urbanística, existiendo series históricas de referencia actualizadas periódicamente. No obstante, las variables más relevantes en el aspecto económico como son el PIB y la renta no se encuentran disponibles a niveles de análisis inferiores al regional y municipales respectivamente, aunque sí existen varias estimaciones en esos niveles.

Para este ejercicio de aplicación de técnicas multivariante a la medición de la sustentabilidad urbana se construyó un índice con las siguientes restricciones iniciales:

- a) Se trata de un índice a escala municipal, dada la escasez de información eminentemente urbana. Este hecho condiciona la elaboración de indicadores en términos relativos a superficie y población.
- b) No se dispone de suficiente información de base para elaborar indicadores englobados en ciertos ámbitos específicos como el ciclo de materiales, la energía o el transporte, hecho que redundará en una capacidad explicativa del índice menor a la esperada.
- c) Disposición de la información. En ocasiones, determinado dato está asociado a un conjunto de municipios, como unidades de Cuenca

Hidrográfica o Parques Naturales. Así, para elaborar indicadores sobre capacidad de abastecimiento, el tratamiento de aguas residuales, espacios protegidos, población expuesta a niveles de ruido dentro de la ciudad, las redes de drenaje, los vertederos o la generación de residuos sólidos urbanos (RSU) por centros de transferencia y tratamiento de los mismos. Es necesario realizar algún tratamiento de la información disponible que permita la estimación de la cuota derivada para cada municipio. Esto permitiría la elaboración de indicadores más precisos

- d) Periodicidad de la información. Se parte de información recogida en los censos de población y vivienda realizados cada diez años. Para los niveles de ruido, por ejemplo, no existen mediciones.
- e) Generalización de la información. Ciertos indicadores están limitados a la existencia de estaciones de medición localizadas en un número suficientemente representativo de zonas de la ciudad. Ejemplos de estos son los niveles ruido, el número de días que no se superan los estándares de calidad de aire o de agua establecidos o las emisiones a la atmósfera por tipos. En la ZMT, sólo la ciudad de Toluca (por población o relacionadas con la industria) dispone de estaciones de medición de contaminación atmosférica y ruido muy generales.
- f) Inexistencia de información. El problema más grave en este caso, deriva del hecho de que algunos indicadores necesiten información de base que en la actualidad no es elaborada por ningún organismo a nivel local. Ejemplos son: el consumo de aguas subterráneas y por familias, el volumen de mercancías transportadas con origen/destino a la ciudad, el consumo de gas y otros combustibles fósiles, la producción de energías alternativas, el número de especies de aves acuáticas/rapaces, o suelo con cubierta vegetal municipal.

4.5.- Métodos de Análisis de Datos

4.5.1. 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 realizar la práctica habitual de introducir los indicadores con signo negativo que afectan inversamente al concepto de medida (desarrollo) en cada uno de los subsistemas¹¹¹.

Las variables son estandarizadas en el ACP, como es habitual en esta técnica (Uriel, 1995; Sanz y Terán, 1988), hecho que mejora el grado de correlación observada y permite eliminar los efectos de escala¹¹².

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 obtenidos¹¹³.

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

¹¹¹ Como destacan Hair *et al.* (1999) este procedimiento de "puntuación inversa" adquiere mayor importancia si se van a utilizar posteriormente las puntuaciones factoriales, dado que se elimina así el posible efecto derivado de que unas variables (p.e.: consumo agua) contrarresten el efecto de otras (p.e.: zonas verdes), cuando en realidad deberían de considerarse que apuntan hacia el mismo sentido en su relación con el objetivo final de medida (la solución sería p.e.: (-)consumo agua, zonas verdes).

¹¹² Al realizar el contraste de Bartlett (prueba de esfericidad), la hipótesis nula de no correlación (matriz de correlaciones igual a matriz identidad) es rechazada para los indicadores de cada subsistema (nivel significación crítico menor a 0,000005).

¹¹³ Dado que del análisis de la matriz de componentes no se vislumbra con claridad un subconjunto de ocho indicadores que estén fuertemente correlacionados con un único componente, como para seleccionarlos como variables suplenes de los mismos y construir la escala aditiva. Entre las aplicaciones de esta técnica a la medida del desarrollo se encuentran De Silva *et al.* (2000).

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 ¹¹⁴. Los resultados obtenidos se presentan de forma resumida para cada uno de los ACP realizados.

4.5.2. 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, etc.

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.

¹¹⁴ 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.

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:

- ◆ **Análisis "taxonómico"** con fines exploratorios o confirmatorios.
- ◆ **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 DE ANÁLISIS CLUSTER

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

1. Selección de la muestra de datos
2. Selección y transformación de variables a utilizar
3. Selección de concepto de distancia o similitud y medición de las mismas.
4. Selección y aplicación del criterio de agrupación
5. Determinación de la estructura correcta (elección del número de grupos)

4.5.3. 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*.

4.5.4. 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.

4.6.- 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.

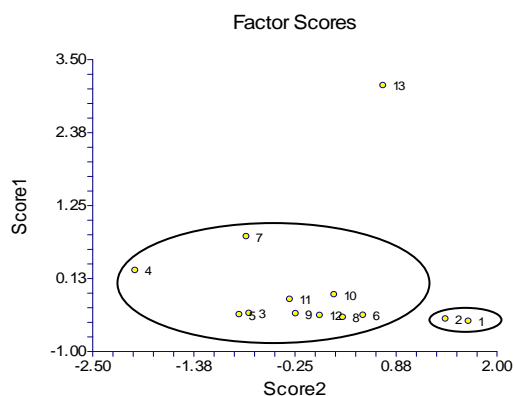
El propósito del análisis de conglomerados (clúster en terminología inglesa) es el agrupar las observaciones de forma que los datos sean muy homogéneos dentro de los grupos (mínima varianza) y que estos grupos sean lo más heterogéneos posible entre ellos (máxima varianza). De este modo obtenemos una 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.

Grafica 1.- CLUSTER Densidad de Población

Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Community
	Factor1	Factor2	
V6_indice_de_marginacion	0.000626	0.999374	1.000000
V39_densidad_de_poblacion	0.999374	0.000626	1.000000

Plots Section



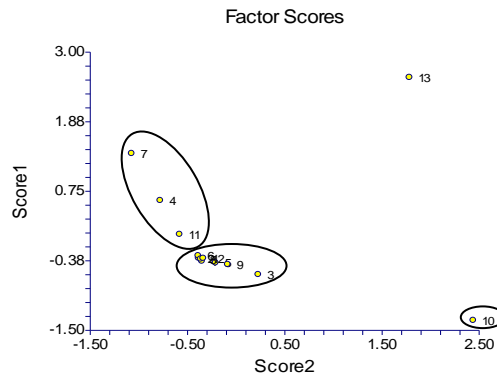
La gráfica muestra la información de un bloque de la mayoría de los municipios, sobresale del conjunto Metepec (4) con una mayor densidad de población y menos marginación y San Mateo Atenco (7), aunque con un mayor índice de marginación. El resto presenta menos densidad y mayor nivel de marginación.

Grafica 2- CLUSTER Densidad de Población

Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V26_producci_n_bruta_total	0.195120	0.804880	1.000000
V39_densidad_de_poblacion	0.804880	0.195120	1.000000

Plots Section



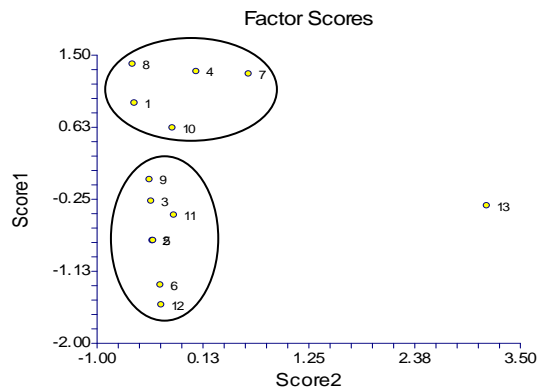
Cuando las variables analizadas son, con respecto a la Producción Bruta Total y la Densidad de Población encontramos valores extremos, San Mateo Atenco (7) y Toluca (10) por mayor producción y mayor densidad en contraparte de San Mateo; en el caso de Metepec (4) se encuentra por encima de la media en la densidad de población y su aportación en la actividad comercial.

Grafica 3.- CLUSTER Superficie Boscosa

Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V39_densidad_de_poblacion	0.009177	0.990823	1.000000
V54_superficie_boscosa	0.990823	0.009177	1.000000

Plots Section

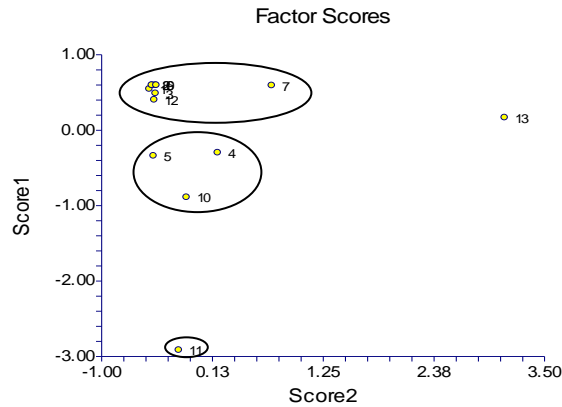


Es interesante observar la dispersión que adquiere la gráfica al incorporar la variable superficie boscosa; arriba de la media (13). Ixtlahuaca y Ocoyoacac se encuentran en situaciones coincidentes, en tanto Toluca, Tenango, Metepec y San Mateo presentan una situación mas complicada por la menos superficie boscosa.

Grafica 4.- CLUSTER Superficie de Área Natural Protegida
Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V39_densidad_de_poblacion	0.000012	0.999988	1.000000
V55_superficie_de_area_natural_prot	0.999988	0.000012	1.000000

Plots Section

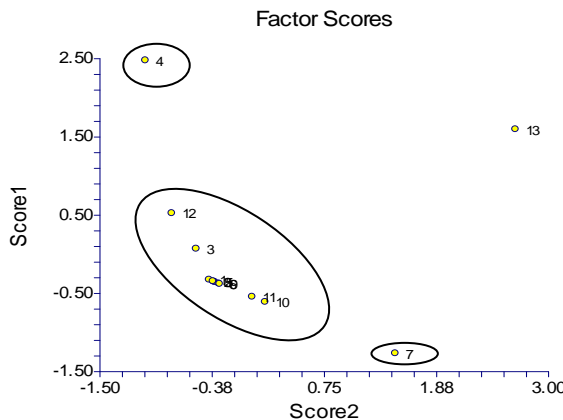


Con respecto de las áreas protegidas, los municipios de Tianguistenco, Zinacantepec, Almoloya de Juárez, Oztolotepec y Lerma presentan la concentración por contar con las ANP's, lo que les da cierta diferencia contra los municipios que no cuentan con ellas y muy por arriba del promedio de la ZMT.

Grafica 5.- CLUSTER Desechos Reciclados
Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V39_densidad_de_poblacion	0.202755	0.797245	1.000000
V58_desechos_reciclados	0.797245	0.202755	1.000000

Plots Section



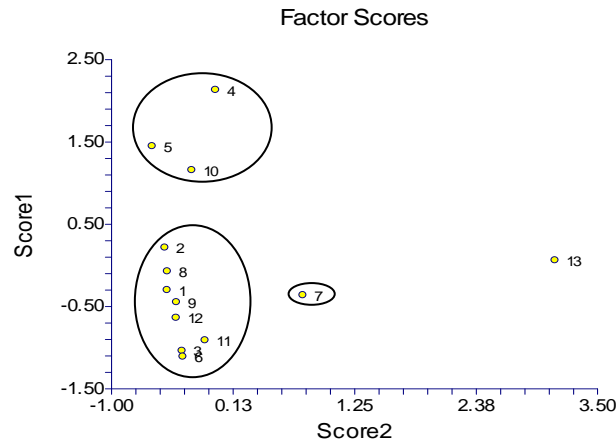
El reciclado de desechos, presenta valores extremos entre Metepec (4) con San Mateo Atenco (7), el primero por la mayor cantidad de desechos reciclados y el último por condiciones más desfavorables.

Toluca (10) y Xonacatlan (11) se encuentran dentro de los municipios con condiciones adversas.

Grafica 6.- CLUSTER Volumen de Desechos Municipales
Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V39_densidad_de_poblacion	0.010159	0.989841	1.000000
V60_volumen_de_desechos_municipales	0.989841	0.010159	1.000000

Plots Section

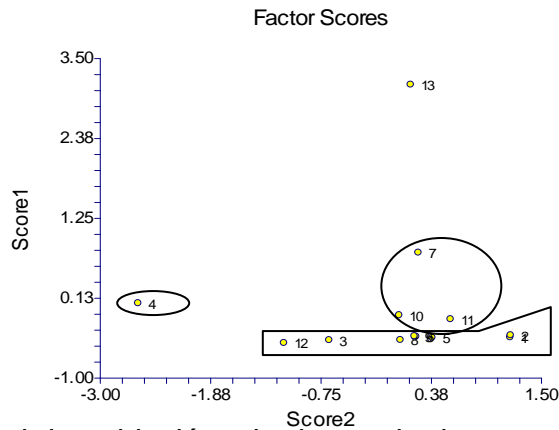


El volumen de desechos municipales, por arriba del promedio metropolitano aparecen Toluca (10) y Metepec (4). Sorprende la aparición de Ocoyoacac entre los municipios de mayor generación de desechos.

Grafica 7.- CLUSTER Demanda de Agua
Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V39_densidad_de_poblacion	0.996870	0.003130	1.000000
V61_demanda_de_Agua	0.003130	0.996870	1.000000

Plots Section



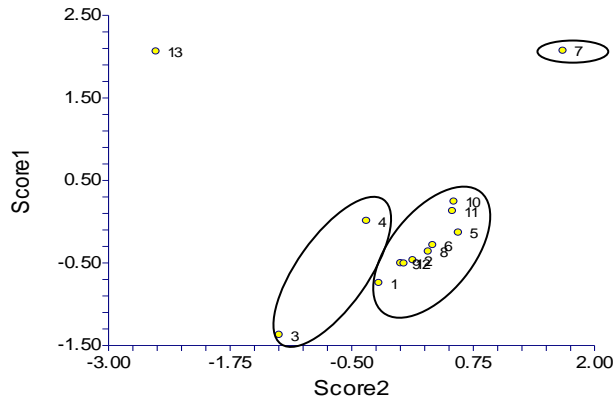
La densidad de población y la demanda de agua, sobresale Metepec (4) que por sus propias características se ubica en valores extremos; Toluca (10) y Xonacatlán (11) presentan características similares; el último muestra una tendencia permanente de expansión urbana, San Mateo Atenco (7) aunque manteniendo un comportamiento atípico.

Grafica 8.- CLUSTER Precio de agua en la vivienda
Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V39_densidad_de_poblacion	0.678727	0.321273	1.000000
V62_precio_del_agua_en_la_vivienda	0.321273	0.678727	1.000000

Plots Section

Factor Scores



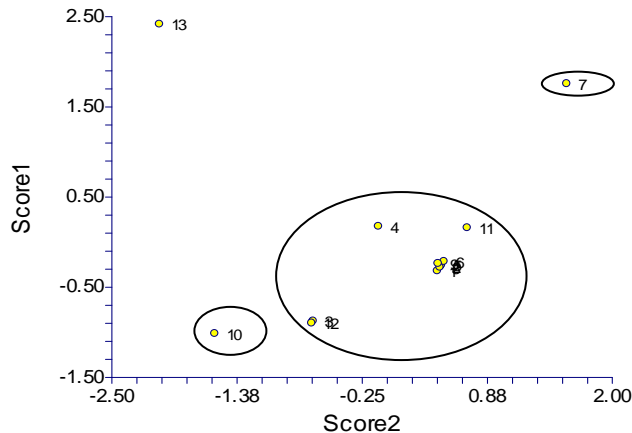
Los precios de agua en la vivienda presentan patrones similares a expansión de San Mateo Atenco (7) que se encuentra del comportamiento en el bloque.

Grafica 9.- CLUSTER Plantas tratadoras de agua municipales
Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V39_densidad_de_poblacion	0.761131	0.238869	1.000000
V64_plantas_tratadoras_de_agua_muni	0.238869	0.761131	1.000000

Plots Section

Factor Scores

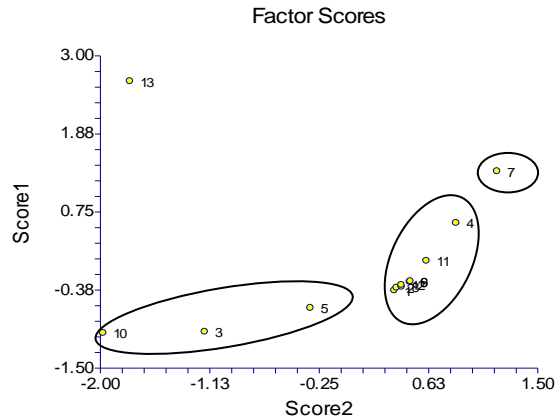


La ubicación de plantas tratadoras de agua, presentan la formación de 3 grupos o conjuntos; el mayor número se encuentra en Toluca (10) y el menor en San Mateo Atenco (7). Metepec (4) muy alejado del promedio de la ZMT.

Grafica 10.- CLUSTER Plantas tratadoras de Agua Industrial
Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V39_densidad_de_poblacion	0.839083	0.160917	1.000000
V65_plantas_tratadoras_de_agua_indu	0.160917	0.839083	1.000000

Plots Section

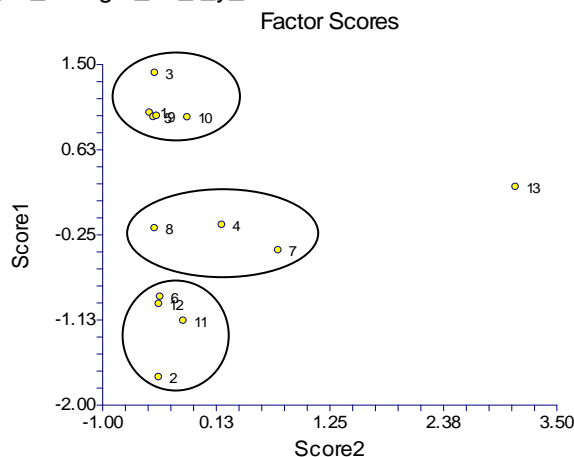


En el tratamiento de agua industrial, por las características Toluca (10) se encuentra con mayor número de plantas, los demás grupos de municipios prácticamente no dan tratamiento en los corredores industriales.

Grafica 11.- CLUSTER Consumo de Energía en Industria y Comercio
Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V39_densidad_de_poblacion	0.000501	0.999499	1.000000
V66_consumo_de_energia_en_I_y_C	0.999499	0.000501	1.000000

Plots Section

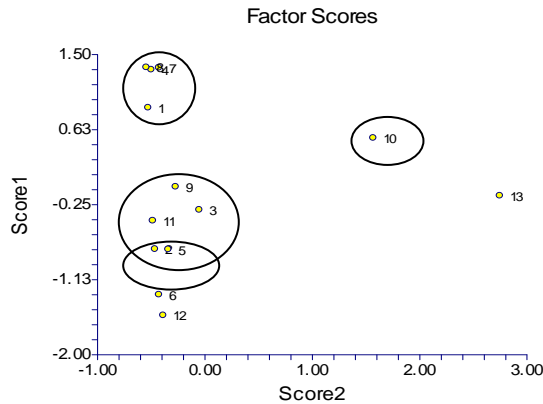


El consumo de energía en industria y comercio se presenta en los municipios que cuentan con corredor industrial, Lerma (3), Toluca (10) y los valores más bajos los tiene Ixtlahuaca (2), Xonacatlan (11) y Otzolotepec (6). Se explica por ser municipios que no cuentan con industria. Cuando utilizamos como variable independiente la Producción Bruta total encontramos un mapa de dispersión diferente.

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES EMPLEANDO LA VARIABLE INDEPENDIENTE PRODUCCIÓN BRUTA TOTAL

Grafica 12.- Componentes principales Superficie Boscosa
Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V26_producci_n_bruta_total	0.001932	0.998068	1.000000
V54_superficie_boscosa	0.998068	0.001932	1.000000

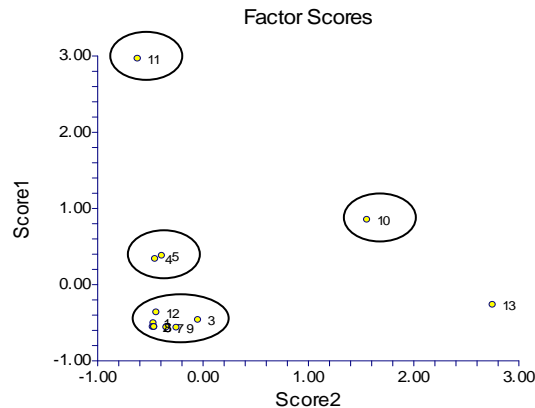


Con la superficie boscosa las peores condiciones las tienen Almoloya de Juárez (1), Metepec (4), San Mateo (7) y Tenango; La mejor condición Zinacantepec (12) y Oztolotepec (6).

Grafica 13.- Componentes principales Superficie de Área Natural Protegida
Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V26_producci_n_bruta_total	0.001520	0.998480	1.000000
V55_superficie_de_area_natural_prot	0.998480	0.001520	1.000000

Plots Section



Que a mayor producción de riqueza, mayor superficie natural protegida, sin embargo encontramos que:

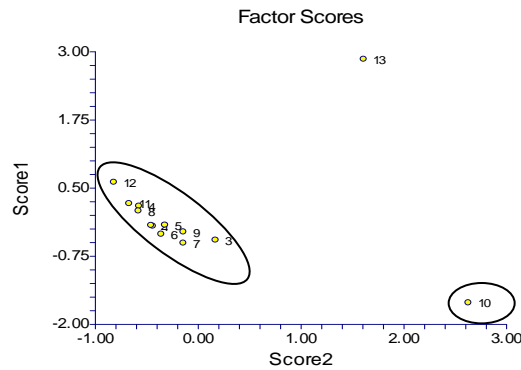
Xonacatlan (11) ocupa valor extremo; Toluca (10) donde se genera mayor producción bruta total no mejora con respecto de ampliar áreas naturales protegidas. Tal parece que a menor producción bruta, existe una mayor área natural protegida. El conjunto ubicado en la gráfica abajo y a la izquierda podría ser una muestra.

Grafica 14.- Componentes principales Deforestación

Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Community
	Factor1	Factor2	
V26_producci_n_bruta_total	0.211174	0.788826	1.000000
V56_deforestacion	0.788826	0.211174	1.000000

Plots Section



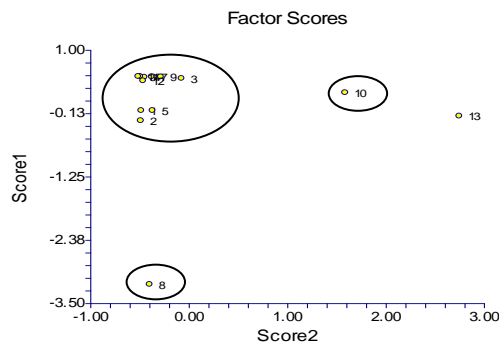
En deforestación se forma un bloque de los municipios entre los que se presentan niveles de deforestación similares; Toluca (10) muestra un valor extremo, probablemente por la falta de áreas de protección. Destaca también la expansión urbana en perjuicio de zonas forestales

Grafica 15.- Componentes principales Superficie Erosionada

Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Community
	Factor1	Factor2	
V26_producci_n_bruta_total	0.000688	0.999312	1.000000
V57_superficie_erosionada	0.999312	0.000688	1.000000

Plots Section



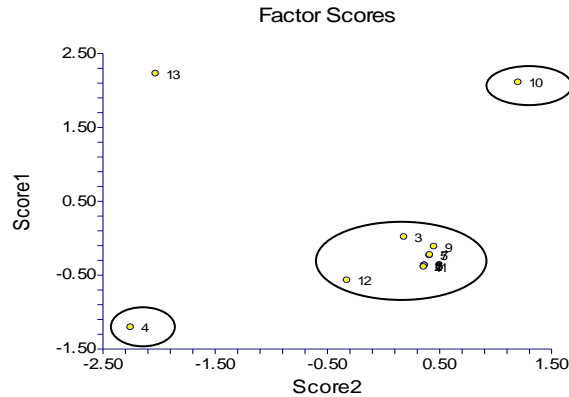
La superficie erosionada, muestra un conjunto similar, mientras Tenango (18) presenta el menos deterioro y Toluca (10) muy cercano al promedio de la ZMT (13).

Grafica 16.- Componentes principales Desechos Reciclados

Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V26_producci_n_bruta_total	0.897473	0.102527	1.000000
V58_desechos_reciclados	0.102527	0.897473	1.000000

Plots Section



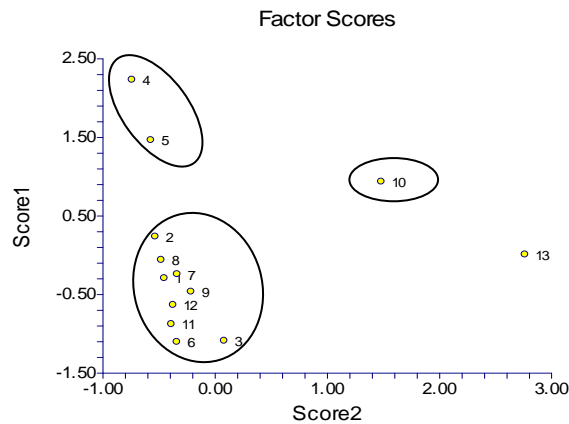
Los desechos presentan una condición similar, solo se agrupan en la porción derecha muy por debajo del promedio (13). La mayor producción bruta no mejoran las condiciones notablemente de los municipios.

Grafica 17.- Componentes principales Volumen de Desechos Municipales

Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V26_producci_n_bruta_total	0.017447	0.982553	1.000000
V60_volumen_de_desechos_municipales	0.982553	0.017447	1.000000

Plots Section



La producción de desechos muestra 3 grupos constituidos por Metepec (4) y Ocoyoacac (5), Toluca (10) y el resto de los municipios. Los dos primeros grupos producen el mayor volumen de desechos por arriba del promedio metropolitano.

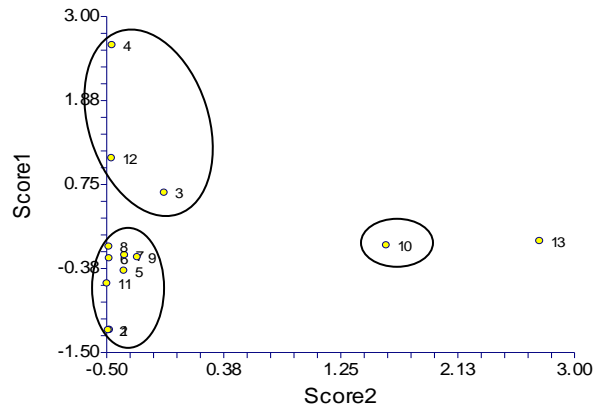
Grafica 18.- Componentes principales Demanda de Agua

Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V26_producci_n_bruta_total	0.000057	0.999943	1.000000
V61_demanda_de_Agua	0.999943	0.000057	1.000000

Plots Section

Factor Scores



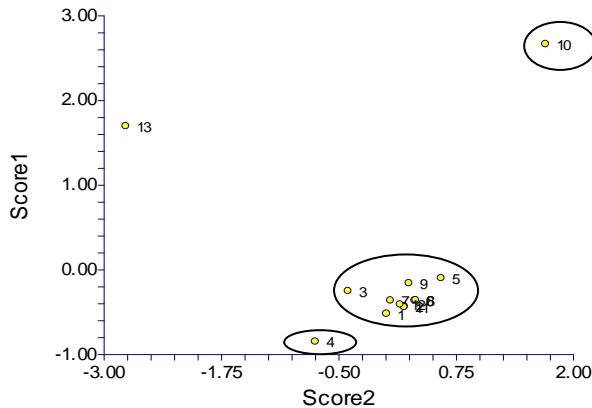
En la demanda de agua, Metepec (4) presenta la condición mayor; dado su nivel de densidad de población: a mayor densidad, mayor demanda de agua. A menor densidad, menor es la demanda de agua. Ixtlahuaca (4) y Toluca (10) muy cercanos al promedio (13).

Grafica 19.- Componentes principales Precio del agua en la Vivienda

Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V26_producci_n_bruta_total	0.797255	0.202745	1.000000
V62__precio_del_agua_en_la_vivienda	0.202745	0.797255	1.000000

Plots Section

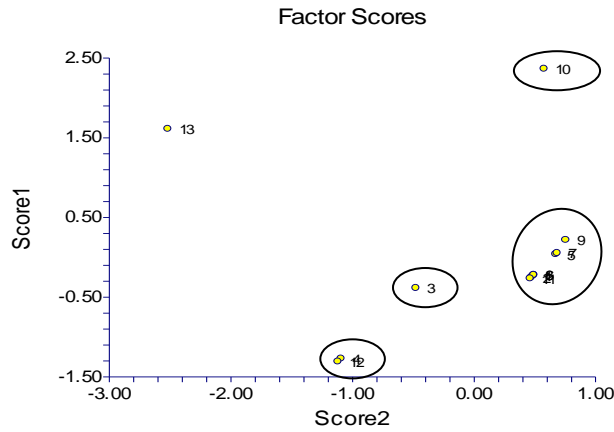


El precio del agua en la vivienda, Metepec (4) presenta el valor más alto; a excepción de Toluca (10) muy cercano al promedio y el resto de los municipios en condiciones muy similares.

Grafica 20.- Componentes principales Planta tratadora de agua municipal
Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V26_producci_n_bruta_total	0.674167	0.325833	1.000000
V64_plantas_tratadoras_de_agua_muni	0.325833	0.674167	1.000000

Plots Section

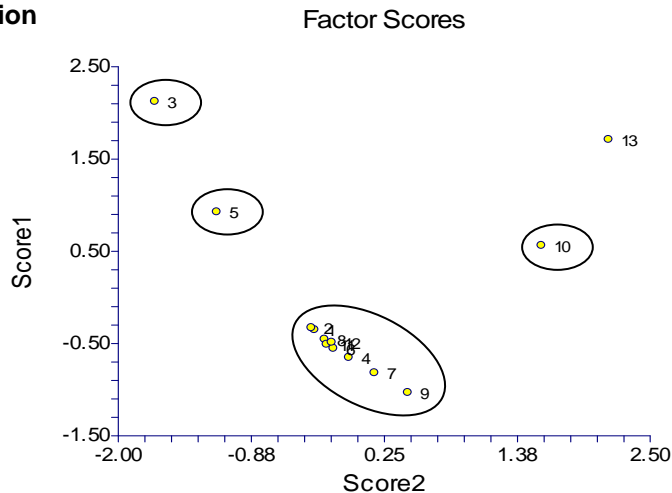


Las plantas tratadoras de agua en Toluca se ubican por arriba del promedio manteniendo la misma tendencia mostrada cuando la variable independiente es la densidad de población.

Grafica 21.- Componentes principales Planta tratadora de agua industrial
Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V26_producci_n_bruta_total	0.366852	0.633148	1.000000
V65_plantas_tratadoras_de_agua_indu	0.633148	0.366852	1.000000

Plots Section



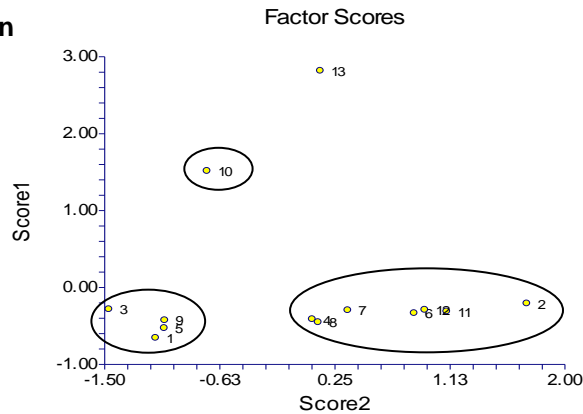
Con referencia en la población total, Lerma (3) se encuentra más cercano al promedio metropolitano (13), seguido por Ocoyoacac (5) y Toluca (10). El resto de los municipios integran prácticamente un grupo

Grafica 22.- Componentes principales Consumo de energía en Industria y Comercio

Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V26_producci_n_bruta_total	0.974525	0.025475	1.000000
V66_consumo_de_energia_en_I_y_C	0.025475	0.974525	1.000000

Plots Section



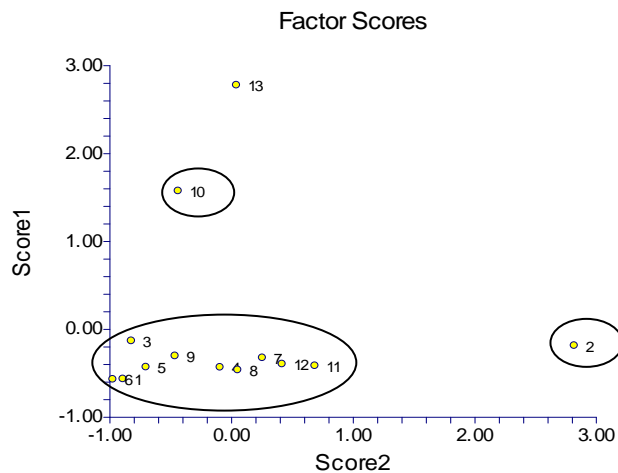
Se forman tres grupos, sobresale Toluca con el mayor consumo

Grafica 23.- Componentes principales Consumo de energía en alumbrado público

Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V26_producci_n_bruta_total	0.989154	0.010846	1.000000
V68_consumo_de_energia_electrica_en Alumbrado Público	0.010846	0.989154	1.000000

Plots Section



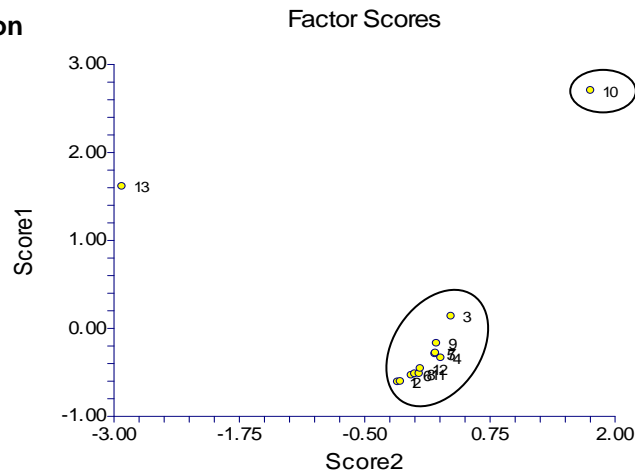
De los grupos formados sobresale Toluca (10) que es más cercano al promedio metropolitano, Ixtlahuaca muestra menores condiciones.

Grafica 24.- Componentes principales Mortalidad Infantil

Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Community
	Factor1	Factor2	
V26_producci_n_bruta_total	0.794690	0.205310	1.000000
V28_tasa_de_mortalidad_infantil	0.205310	0.794690	1.000000

Plots Section



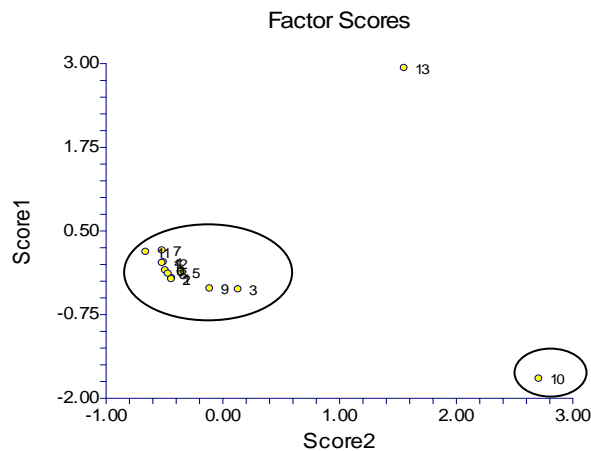
Con respecto de la Tasa de Mortalidad Infantil, Toluca con una tasa cercana al promedio. El resto de los municipios incluyendo Metepec con las condiciones desfavorables.

Grafica 25.- Componentes principales Habitantes por Unidad Médica

Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Community
	Factor1	Factor2	
V26_producci_n_bruta_total	0.218517	0.781483	1.000000
V31_habitantes_por_unidad_medica		0.781483	0.218517

Plots Section

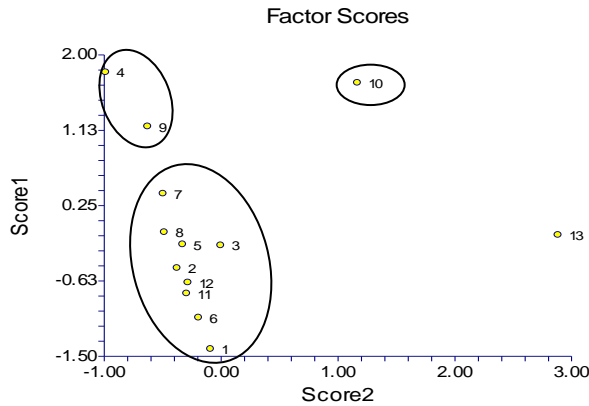


Ambos gráficos (28 y 29) muestran condiciones muy similares; la mayoría de los municipios se encuentran en un bloque, Toluca con un valor superior que se puede explicar por ser el municipio capital del Estado que cuenta con el mayor número de médicos y unidades médicas.

Grafica 26.- Componentes principales Delitos
Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V26_producci_n_bruta_total	0.080116	0.919884	1.000000
V35_indice_de_delitos_por_cada_1000	0.919884	0.080116	1.000000

Plots Section

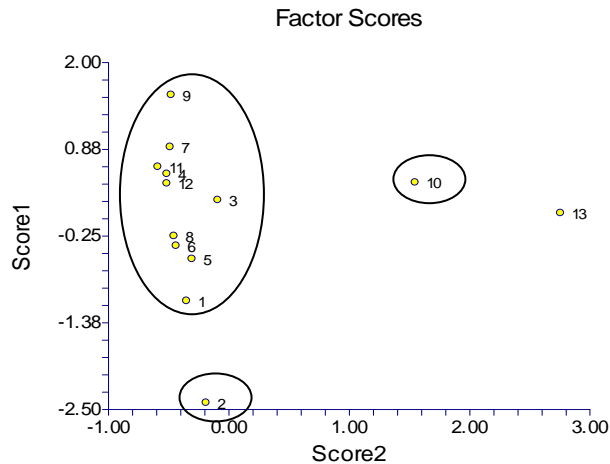


A mayor producción bruta total, el número de delitos aumenta de manera directa. En esta gráfica así lo muestra, Metepec (4), Toluca (10) y Tianguistenco (9) presenta el valor extremo más alto y Almoloya de Juárez el menor.

Grafica 27.- Componentes principales Violaciones
Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V26_producci_n_bruta_total	0.016429	0.983571	1.000000
V36_violaciones_por_cada_1000_Habit	0.983571	0.016429	1.000000

Plots Section

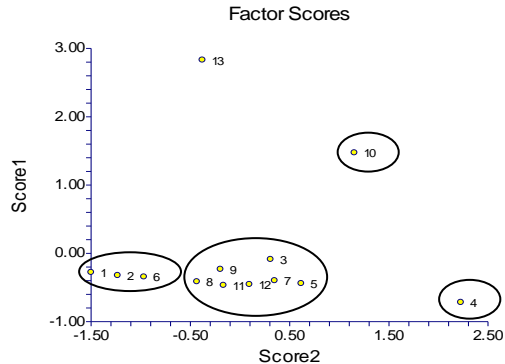


El índice de violaciones presenta un comportamiento diferente, Toluca y un grupo de municipios se encuentran con valores muy cercanos al promedio de la ZMT (13), sin embargo, Ixtlahuaca (2) muestra las condiciones extremas con mayores violaciones.

Grafica 28.- Componentes principales Producción Bruta Total
Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Commuality
	Factor1	Factor2	
V5_indice_desarrollo_humano_IDH	0.016833	0.983167	1.000000
V26_producci_n_bruta_total	0.983167	0.016833	1.000000

Plots Section



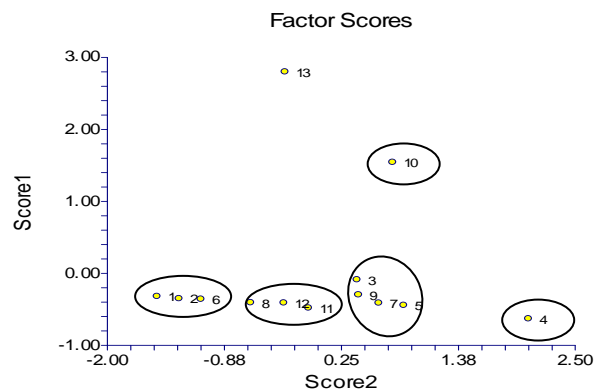
En la gráfica cuanto al desarrollo del género, Toluca (10) y Metepec (4) presentan las mejores condiciones, probablemente por los mayores niveles de educación y de empleo femenino.

En iguales condiciones se presenta el Índice de Desarrollo Humano, destacando Almoloya de Juárez (1), Ixtlahuaca (2) y Oztolotepec (6), presentan las condiciones mas desfavorables, tal parece que en los municipios de menor concentración urbana esta condición es una constante.

Grafica 29.- Componentes principales Educación
Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Commuality
	Factor1	Factor2	
V7_indice_de_educacion	0.009998	0.990002	1.000000
V26_producci_n_bruta_total	0.990002	0.009998	1.000000

Plots Section



La gráfica de índice de educación muestra un comportamiento similar a las gráficas 32 y 33, las peores condiciones se dan en las zonas de producción agrícola.

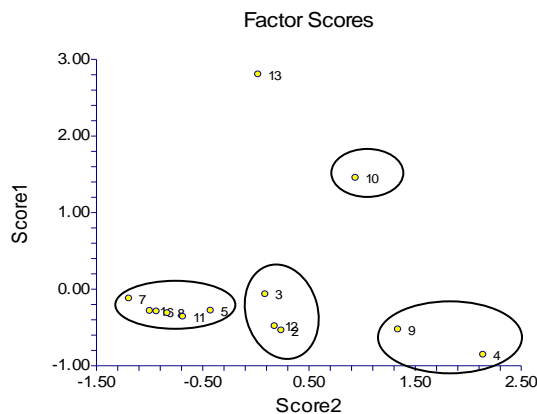
Las asimetrías del Desarrollo Urbano metropolitano muestran el abandono de las zonas rurales con respecto de las Urbanas.

Grafica 30.- Componentes principales Especialidad en Educación

Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V12_indice_especializado_de_educaci	0.037600	0.962400	1.000000
V26_producci_n_bruta_total	0.962400	0.037600	1.000000

Plots Section



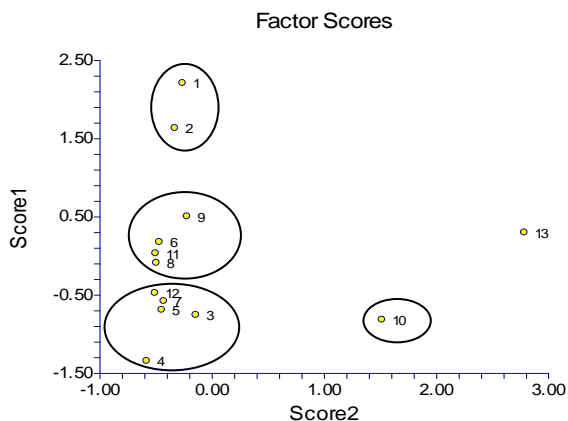
En la especialidad educativa, las condiciones más favorables se concentran en Toluca (10), Tianguistenco (9) y Metepec (4). Estos municipios cuentan con el mayor número de instituciones de educación.

Grafica 31.- Componentes principales Poder adquisitivo

Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V15_concentracion_del_poder_adquisi	0.989302	0.010698	1.000000
V26_producci_n_bruta_total	0.010698	0.989302	1.000000

Plots Section



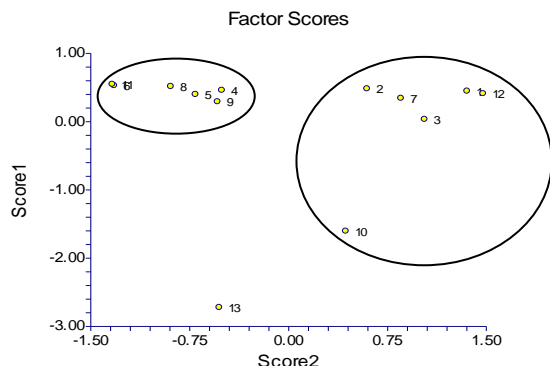
Curiosamente los ingresos de 0 a 2 salarios se encuentran en los municipios de menor educación y menos desarrollo.

Almoloya de Juárez (1) e Ixtlahuaca (2) presentan los valores más alejados de la media que representan las peores condiciones.

Grafica 32.- Componentes principales Dependencia Económica
Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V16_indice_de_dependencia_economica	0.001013	0.998987	1.000000
V26_producci_n_bruta_total	0.998987	0.001013	1.000000

Plots Section

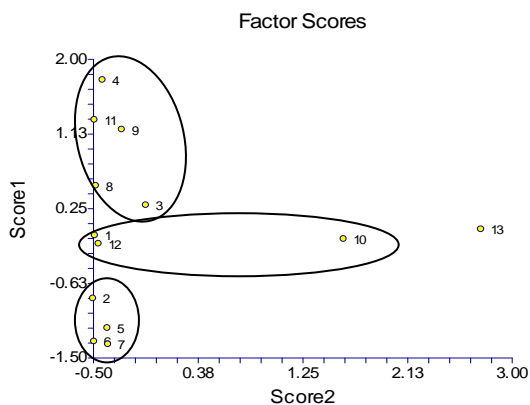


Los índices de dependencia económica son mayores para municipios con menores márgenes como Almoloya de Juárez (1), Ixtlahuaca (2) y Lerma (3), pero también en municipios como Zinacantepec (12) y Toluca (10) se ubica en bloque relativamente cercano a la media.

Grafica 33.- Componentes principales Inversión para el desarrollo
Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V25_indice_de_inversion_para_el_des	0.999926	0.000074	1.000000
V26_producci_n_bruta_total	0.000074	0.999926	1.000000

Plots Section



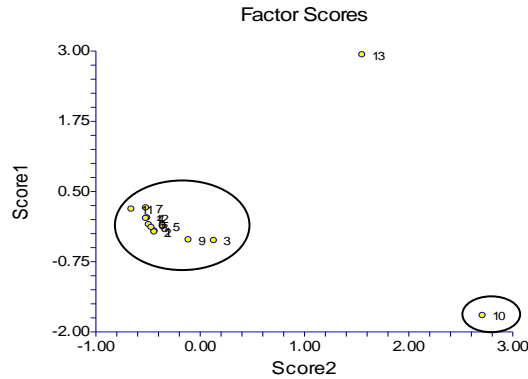
En la mayor inversión pública para el desarrollo destaca el municipio de Metepec (4) en el caso opuesto le corresponde a San Mateo Atenco (7), seguido muy de cerca por Ocoyoacac (5) e Ixtlahuaca (2).

Toluca a pesar de concentrar la mayor producción bruta total, se encuentra muy cerca de la media (13).

Grafica 34.- Componentes principales Habitantes por Unidad Médica.
Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V26_producci_n_bruta_total	0.218517	0.781483	1.000000
V31_habitantes_por_unidad_medica	0.781483	0.218517	1.000000

Plots Section

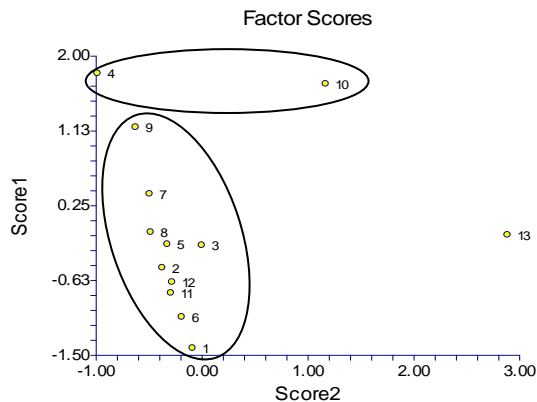


La relación de habitantes por médico y unidad médica con la producción bruta total, muestra que la inversión muestra que la inversión en este rubro, también es limitada. Solo en el caso de Toluca como la capital del estado y que tradicionalmente concentra la inversión pública del sector salud, sobresale, ya que, los demás municipios presentan condiciones similares desfavorables.

Grafica 35.- Componentes principales Delitos por cada 1,000 hab.
Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V26_producci_n_bruta_total	0.080116	0.919884	1.000000
V35_indice_de_delitos_por_cada_1000	0.919884	0.080116	1.000000

Plots Section

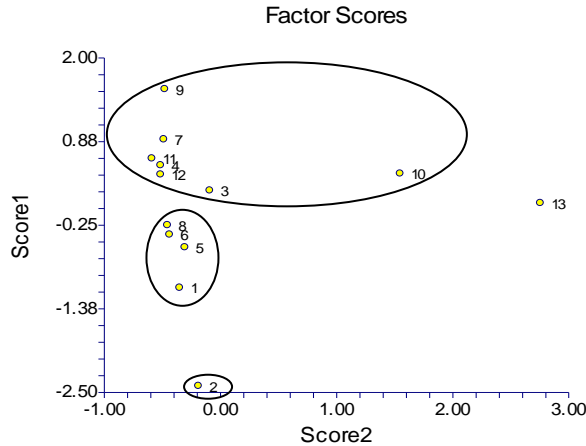


El grupo de mayor número de delitos está formado por Metepec (4) y Toluca (10), probablemente por su mayor densidad de población. Aunque deberíamos suponer que a mejores condiciones de desarrollo, menos delitos.

Grafica 36.- Componentes principales Violaciones por cada 1,000 hab.
Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V26_producci_n_bruta_total	0.016429	0.983571	1.000000
V36_violaciones_por_cada_1000_Habit	0.983571	0.016429	1.000000

Plots Section

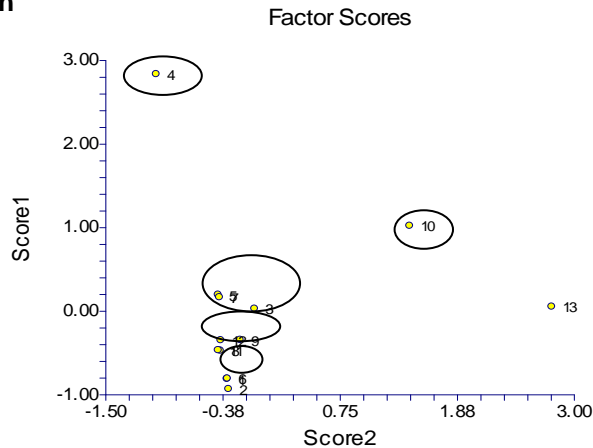


El grupo más alejado del promedio; Ixtlahuaca (2), representa el mayor número de violaciones podríamos suponer que en los municipios con características más rurales, se presenta la mayor incidencia.

Grafica 37.- Componentes principales Computadoras Per cápita.
Communalities after Varimax Rotation

Variables	Factors		Communality
	Factor1	Factor2	
V26_producci_n_bruta_total	0.038405	0.961595	1.000000
V42bis70_computadoras_percapita	0.961595	0.038405	1.000000

Plots Section



El mayor número de viviendas con computadora, se encuentra en Metepec y Toluca respectivamente, las peores condiciones las presentan los municipios como Ixtlahuaca (2) y Oztolotepec (6).

4.7.- 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_capita**
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V20 IP per_capita	4.22	9.48	66.85
Row	2	9	13

Membership Summary Section for Clusters = 3

			Sum of	Bar of
		Cluster	Squared	Squared
Row	Cluster	Membership	Memberships	Memberships
2	1	0.9557	0.9151	
5	1	0.9549	0.9136	
8	1	0.9459	0.8973	
3	1	0.9308	0.8706	
10	1	0.9129	0.8401	
6	1	0.9107	0.8363	
4	1	0.9107	0.8363	
7	1	0.7890	0.6630	
12	1	0.6295	0.5233	
9	2	0.9154	0.8441	
11	2	0.8624	0.7590	
1	2	0.5355	0.4882	
13	3	1.0000	1.0000	

Grafica 39 Grupos Borrosos Inversión pública por sector (v 21)

El municipio de Lerma (3), mantiene el valor más cercano, este grupo lo integran además el municipio de Almoloya de Juárez (1) y el municipio de Xonacatlan (11).

El grupo 2 se conforma con siete municipios destacando el Toluca (10) quien se encuentra digamos con el valor mas alto en esa segunda relación.

Fuzzy Clustering Report

Variables V21_inversi_n_publica_por_sector
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V21 IP por sector	6.252248	1.875987	100
Row	3	10	13

Membership Summary Section for Clusters = 3

Row	Cluster	Membership	Sum of Squared Memberships	Bar of Squared Memberships
3	1	0.9304	0.8701	
1	1	0.8910	0.8046	
11	1	0.8485	0.7416	
10	2	0.9609	0.9247	
5	2	0.9600	0.9231	
6	2	0.9557	0.9151	
8	2	0.9407	0.8882	
4	2	0.9078	0.8318	
7	2	0.7562	0.6283	
2	2	0.5476	0.4970	
13	3	0.9947	0.9894	
12	3	0.9947	0.9894	
9	3	0.4026	0.3412	

Grafica 40 Grupos Borrosos PIB per cápita (v22)

Nuevamente el municipio de Lerma (3) aparece como el municipio menos distante del valor de referencia y encabeza a los cinco municipios del primer grupo, llama la atención que Tianguistenco (9) tenga mayor cercanía que el municipio de Toluca (10), donde el PIB per cápita debiera ser mayor, dadas sus características municipales.

El segundo grupo lo encabeza el municipio de Xonacatlan (11), incluso menos distante que Metepec (4). Este grupo lo integran siete municipios; además de los dos anteriores tenemos a Almoloya de Juárez (1), Tenango (8), Oztolotepec (6), Ixtlahuaca (2) y Zinacatepec (12).

Variables V22_producto_interno_bruto_percapit
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V22 PIB percapit	17.26897	3.195096	100
Row	3	11	13

Membership Summary Section for Clusters = 3

		Cluster	Sum of Squared Memberships	Bar of Squared Memberships
Row	Cluster	Membership	Memberships	Memberships
3	1	0.9344	0.8765	
9	1	0.9195	0.8507	
10	1	0.8472	0.7349	
7	1	0.5439	0.4823	
5	1	0.4929	0.4760	
11	2	0.9663	0.9346	
1	2	0.9645	0.9313	
8	2	0.9527	0.9094	
6	2	0.9527	0.9094	
2	2	0.9371	0.8813	
12	2	0.9159	0.8447	
4	2	0.7728	0.6418	
13	3	1.0000	1.0000	

Grafica 41 Grupos Borrosos PIB Municipal (v23)

Cuando incorporamos como variable de análisis el PIB municipal, encontramos en el primer grupo a Metepec (4) y Lerma (3). Como cabeza del segundo grupo a Ixtlahuaca (2), seguido de siete municipios. Es de explicarse la posición de Metepec (4), dado el mayor nivel de ingresos municipales que lo ubican cercano al valor de referencia metropolitana.

Puede parecer contradictorio que al observar las variables 22 y 23 Lerma aparezca en el primer caso como el municipio menos distante de la referencia y en el segundo sea Metepec quien presenta esas características.

Fuzzy Clustering Report

Variables V23_producto_interno_bruto_municipa
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V23 PIB municipal	6.39296	1.401239	100
Row	4	2	13

Membership Summary Section for Clusters = 3

			Sum of	Bar of
		Cluster	Squared	Squared
Row	Cluster	Membership	Memberships	Memberships
4	1	0.9049	0.8270	
3	1	0.8470	0.7374	
9	1	0.6273	0.5245	
2	2	0.9506	0.9059	
8	2	0.9488	0.9027	
1	2	0.9436	0.8932	
6	2	0.8990	0.8174	
11	2	0.8852	0.7952	
5	2	0.8677	0.7691	
12	2	0.7730	0.6456	
7	2	0.7429	0.6138	
13	3	0.9144	0.8398	
10	3	0.6885	0.5226	

Grafica 42 Grupos Borrosos Deuda Pública Per-cápita (v24)

Otzolotepec (6) es el municipio menos distante del valor metropolitano (13) de referencia, pudiéramos decir que tiene la mayor deuda por habitante en el contexto metropolitano, seguido muy de cerca por Ocoyoacac (5), cabeza del segundo grupo. Es probable que estos municipios, hayan adquirido mayor endeudamiento, que no se refleja necesariamente en la mayor inversión para el desarrollo.

Fuzzy Clustering Report

Variables V24_deuda_pública_per_cápita
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V24 Deuda Pública per cápita	13.51661	2.749141	100
Row	6	5	13

Membership Summary Section for Clusters = 3

Row	Cluster	Cluster Membership	Sum of Squared Memberships	Bar of Squared Memberships
6	1	0.9147	0.8428	
1	1	0.8836	0.7920	
4	1	0.8767	0.7819	
12	1	0.7599	0.6292	
3	1	0.7469	0.6070	
5	2	0.8990	0.8170	
9	2	0.8739	0.7775	
10	2	0.8650	0.7635	
8	2	0.8197	0.6985	
11	2	0.6376	0.5276	
2	2	0.6246	0.5203	
7	2	0.6245	0.5203	
13	3	1.0000	1.0000	

Grafica 43 Grupos Borrosos Inversión para el Desarrollo (v25)

Como podemos apreciar Xonacatlán (11) es el municipio muy cercano al valor de referencia, podemos interpretarlo como el municipio que realiza la mayor inversión pública para el desarrollo, situación que contrasta con Oztotepec (6), que a pesar de tener la mayor deuda pública per cápita no se ve reflejado en la inversión para el desarrollo social

El grupo encabezado por Xonacatlán (11) lo integran Tianguistenco (9) y Metepec (4).

Es segundo grupo es encabezado precisamente por Oztotepec y en el tercer grupo Almoloya de Juárez (1) presenta la menor distancia del valor de referencia.

Fuzzy Clustering Report

Variables V25_indice_de_inversion_para_el_des
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V25 Índice Inv para des	36.58315	5.920406	20.58971
Row	11	6	1

Membership Summary Section for Clusters = 3

Row	Cluster	Membership	Sum of Squared Memberships	Bar of Squared Memberships
11	1	0.9410	0.8874	
9	1	0.9095	0.8317	
4	1	0.7853	0.6413	
6	2	0.9562	0.9155	
7	2	0.9413	0.8880	
5	2	0.9176	0.8460	
2	2	0.6141	0.4689	
1	3	0.9506	0.9048	
13	3	0.9339	0.8744	
10	3	0.9327	0.8723	
12	3	0.8990	0.8134	
3	3	0.6903	0.5269	
8	3	0.5102	0.4023	

Grafica 44 Grupos Borrosos Producción Bruta Total (v26)

Al analizar la menor distancia con el valor de referencia incorporando la variable Producción Bruta Total, Tlanguistenco (9), aparece como cabeza del primer grupo, integrado por los municipios de Lerma (3), San Mateo (7) y Ocoyoacac (5) todos ellos cuentan con corredores industriales. Llama la atención que Toluca (10) con el mayor corredor industrial aparezca como uno de los municipios más distantes del valor de referencia.

La variable en cuestión demuestra que los municipios con menos distancia del valor tomado como referencia, no ven reflejada esa posición cuando se analizan la inversión para el desarrollo o bien la inversión pública per cápita, de tal suerte que la mayor producción no tiene obligadamente mejores condiciones para la población de esos municipios.

Fuzzy Clustering Report

Variables V26_producci_n_bruta_total
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V26 Produc Bruta Total	7.207878	0.7003489	100
Row	9	8	13

Membership Summary Section for Clusters = 3

		Cluster	Sum of Squared	Bar of Squared
Row	Cluster	Membership	Memberships	Memberships
9	1	0.8499	0.7418	
3	1	0.7173	0.5740	
7	1	0.6420	0.5315	
5	1	0.6086	0.5137	
8	2	0.9706	0.9427	
6	2	0.9697	0.9411	
1	2	0.9675	0.9370	
2	2	0.9462	0.8979	
11	2	0.9269	0.8639	
12	2	0.8799	0.7873	
4	2	0.8018	0.6789	
13	3	0.9255	0.8594	
10	3	0.6404	0.4752	

Grafica 45 Grupos Borrosos Valor Agregado (v27)

Al incorporar como variable el Valor Agregado Censal Bruto el municipio que encabeza el primer grupo, de menor distancia del valor de referencia es San Mateo Atenco (7), se puede explicar por las características de la actividad económica de la localidad; la producción de zapato y artículos de piel.

Fuzzy Clustering Report

Variables V27_valor_agregado_censal_bruto_tot
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V27 Valor Agregado Censal Bruto Tot	4.055675	0.5318814	100
Row	7	6	13

Membership Summary Section for Clusters = 3

		Cluster	Sum of Squared Memberships	Bar of Squared Memberships
Row	Cluster	Membership	Memberships	Memberships
7	1	0.8595	0.7570	
5	1	0.8315	0.7180	
9	1	0.7759	0.6462	
4	1	0.7236	0.5962	
3	1	0.5874	0.4700	
12	1	0.5816	0.5064	
6	2	0.9782	0.9573	
1	2	0.9759	0.9530	
2	2	0.9741	0.9494	
8	2	0.9604	0.9239	
11	2	0.9302	0.8697	
13	3	0.9234	0.8556	
10	3	0.6453	0.4795	

Grafica 46 Grupos Borrosos Mortalidad Infantil (v28).

La mortalidad infantil, Ixtlahuaca (2) y Almoloya de Juárez (1) en el grupo uno, son los que presentan la menor distancia con el valor de referencia. Para el segundo grupo, los municipios Ocoyoacac (5), San Mateo Atenco (7), Xonacatlán (11) y Tianguistenco (9) son los que presentan la menor distancia o bien los mayores niveles de mortalidad infantil en la metrópoli.

Fuzzy Clustering Report

Variables V28_tasa_de_mortalidad_infantil
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V28 T Mortalidad Infantil	2.87	2.1	19.13
Row	2	5	13

Membership Summary Section for Clusters = 3

			Sum of	Bar of
		Cluster	Squared	Squared
Row	Cluster	Membership	Memberships	Memberships
2	1	0.9025	0.8234	
1	1	0.8621	0.7607	
6	1	0.6812	0.5623	
5	2	0.8859	0.7971	
7	2	0.8859	0.7971	
11	2	0.8626	0.7621	
9	2	0.8549	0.7511	
10	2	0.8105	0.6904	
3	2	0.7844	0.6602	
12	2	0.7463	0.6193	
4	2	0.7143	0.5848	
8	2	0.5217	0.4957	
13	3	1.0000	1.0000	

Grafica 47 Grupos Borrosos Habitantes por Médico.

Los municipios más cercanos o menos diferentes del valor de referencia son Tenango (8) y Tianguistenco (9).

El municipio más lejano es Xonacatlán (11), es decir cuenta con el menor número de médicos.

En ambos casos; mayor o menor, muestra diferencias con la mortalidad infantil (variable 28) que ubica a Tenango del Valle con el mayor número de muertes.

Fuzzy Clustering Report

Variables V30_habitantes_por_medico
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V30 Habitantes por médico	4.89834	13.94083	100
Row	8	6	13

Membership Summary Section for Clusters = 3

			Sum of	Bar of
		Cluster	Squared	Squared
Row	Cluster	Membership	Memberships	Memberships
8	1	0.9422	0.8906	
9	1	0.9412	0.8888	
2	1	0.9380	0.8831	
4	1	0.8576	0.7522	
10	1	0.8564	0.7504	
3	1	0.8262	0.7094	
11	1	0.5870	0.5009	
6	2	0.9379	0.8828	
5	2	0.9204	0.8524	
12	2	0.8897	0.8013	
7	2	0.8780	0.7838	
1	2	0.7769	0.6477	
13	3	1.0000	1.0000	

Grafica 48 Grupos Borrosos Habitantes por Unidad Médica.

El valor más cercano al de referencia lo presenta Tianguistenco (9) y el menor valor del grupo 2, lo presenta San Mateo (7), que lo podemos interpretar con el mayor número de Unidades Médicas, o el mayor de Habitantes por Unidad, según sea el caso.

Fuzzy Clustering Report

Variables V31_habitantes_por_unidad_medica
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V31 Hab por unidad médica	5.719525	9.465219	100
Row	9	12	13

Membership Summary Section for Clusters = 3

			Sum of	Bar of
		Cluster	Squared	Squared
Row	Cluster	Membership	Memberships	Memberships
9	1	0.9345	0.8774	
1	1	0.9244	0.8599	
2	1	0.8817	0.7904	
8	1	0.8510	0.7453	
6	1	0.6380	0.5335	
12	2	0.9033	0.8248	
4	2	0.8927	0.8076	
10	2	0.8650	0.7655	
11	2	0.7789	0.6508	
5	2	0.7487	0.6212	
3	2	0.7229	0.5964	
7	2	0.6748	0.5467	
13	3	1.0000	1.0000	

Grafica 49 Grupos Borrosos Delitos por cada Mil (v35).

En primer grupo lo integran Toluca (10), Tianguistenco (9) y Metepec (4), siendo este último el que presenta el valor más cercano al de referencia, el segundo grupo lo encabeza Xonacatlán (11) y el tercer grupo Lerma (3). En un primer acercamiento podremos inferir que son los municipios industrializados los que tienen indicadores más inadecuados en el análisis difuso.

Fuzzy Clustering Report

Variables V35_indice_de_delitos_por_cada_1000
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V35 índice Delitos por cada 1000	24.55994	9.637216	13.70782
Row	4	11	3

Membership Summary Section for Clusters = 3

Row	Cluster	Membership	Sum of Squared Memberships	Bar of Squared Memberships
4	1	0.8671	0.7609	
9	1	0.7674	0.6175	
10	1	0.7403	0.5824	
13	1	0.6163	0.4594	
11	2	0.8585	0.7501	
6	2	0.8371	0.7169	
12	2	0.7473	0.6024	
1	2	0.6982	0.5396	
2	2	0.5315	0.4453	
3	3	0.9495	0.9029	
8	3	0.9454	0.8954	
5	3	0.8740	0.7735	
7	3	0.5611	0.4122	

Grafica 50 Grupos Borrosos Violaciones (v36).

En el análisis de la variable violaciones por habitantes, destaca la formación de los grupos, donde aparece Ixtlahuaca (2) como único integrante del primer grupo; Ocotlán (6) en el segundo grupo y Xonacatlán (11) con valores superiores al de referencia (13). Es en estos municipios donde se presenta el mayor número de de violaciones, o bien donde mas se denuncian estos ilícitos. Curiosamente, se presenta en los municipios, en el caso de los dos primeros, con mayor atraso en el análisis general de las variables.

Fuzzy Clustering Report

Variables V36_violaciones_por_cada_1000_Habit
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V36 Violaciones por cada 1000	23.71844	12.93103	7.518797
Row	2	6	11

Membership Summary Section for Clusters = 3

			Sum of	Bar of
		Cluster	Squared	Squared
Row	Cluster	Membership	Memberships	Memberships
2	1	0.9881	0.9763	
6	2	0.9272	0.8626	
5	2	0.8799	0.7819	
8	2	0.8571	0.7466	
1	2	0.5491	0.4067	
11	3	0.9250	0.8592	
4	3	0.9227	0.8552	
10	3	0.8994	0.8152	
13	3	0.8809	0.7853	
12	3	0.8453	0.7304	
7	3	0.7995	0.6633	
3	3	0.6509	0.5089	
9	3	0.5987	0.4485	

Grafica 51 Grupos Borrosos Densidad de Población (v39).

En la grafica observamos que los municipios con menor distancia, con respecto del valor de referencia, son Metepec (4), en el primer grupo siendo uno de los municipios con menor área de crecimiento y prácticamente saturado; Zinacantepec (12), llama la atención este último, ya que, a pesar de contar con grandes extensiones de zona boscosa, la expansión urbana es mayor, de hecho, hacia donde se expande la metrópoli.

Fuzzy Clustering Report

Variables V39_densidad_de_poblacion
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V39 Densidad de Población	20.49053	2.99845	100
Row	4	12	13

Membership Summary Section for Clusters = 3

		Cluster	Sum of Squared Memberships	Bar of Squared Memberships
Row	Cluster	Membership	Memberships	Memberships
4	1	0.8721	0.7722	
7	1	0.7252	0.5679	
10	1	0.5346	0.4698	
12	2	0.9840	0.9685	
5	2	0.9826	0.9658	
3	2	0.9790	0.9587	
6	2	0.9779	0.9567	
2	2	0.9774	0.9557	
8	2	0.9725	0.9462	
9	2	0.9687	0.9392	
1	2	0.9381	0.8829	
11	2	0.5740	0.4832	
13	3	0.9998	0.9996	

Grafica 52 Grupos Borrosos Computadoras Per Cápita (v42 bis 70 Índice).

En el indicador de índice de computadoras, Metepec presenta la menor distancia del valor de referencia; la mayor distancia la presenta Tianguistenco, a pesar de ser un municipio con mayor producción bruta total.

Fuzzy Clustering Report

Variables V42bis70_computadoras_percapita
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V42bis70 Comp percapita	10.22097	1.533439	3.902962
Row	4	6	7

Membership Summary Section for Clusters = 3

Row	Cluster	Membership	Sum of Squared Memberships	Bar of Squared Memberships
4	1	0.9667	0.9351	
10	1	0.4229	0.3592	
6	2	0.8661	0.7618	
1	2	0.8644	0.7591	
8	2	0.8579	0.7504	
11	2	0.8570	0.7490	
2	2	0.7962	0.6602	
12	2	0.7235	0.5806	
9	2	0.6653	0.5279	
7	3	0.9449	0.8949	
5	3	0.9394	0.8848	
3	3	0.8896	0.7995	
13	3	0.6414	0.4771	

Grafica 53 Grupos Borrosos Superficie Industrial (v46).

La mayor parte de los municipios presentan valor superior al de referencia; las excepciones son Tenango (8) y Tianguistenco (9) con valores por debajo o más alejados del conjunto.

Fuzzy Clustering Report

Variables V46_superficie_industrial
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V46 Superficie Industrial	5.72482E-03	4.610493	1.338607
Row	12	7	11

Membership Summary Section for Clusters = 3

			Sum of	Bar of
		Cluster	Squared	Squared
Row	Cluster	Membership	Memberships	Memberships
12	1	0.9899	0.9800	
2	1	0.9899	0.9799	
6	1	0.9888	0.9777	
5	1	0.9887	0.9777	
4	1	0.9887	0.9777	
10	1	0.9887	0.9777	
3	1	0.9820	0.9646	
1	1	0.9734	0.9480	
13	1	0.9207	0.8523	
8	1	0.8254	0.7043	
7	2	1.0000	1.0000	
11	3	0.9095	0.8321	
9	3	0.6867	0.5461	

Grafica 54 Grupos Borrosos Densidad de Carreteras (v48).

En el análisis de la infraestructura carretera Lerma (3) es el municipio que presenta el valor menos distante, del de referencia, mismo que encabeza el primer grupo; San Mateo (7) y Toluca (10) los dos grupos restantes. Metepec (4) aparece como el municipio con el valor más distante, a pesar de ser el municipio con mayor densidad de población.

Fuzzy Clustering Report

Variables V48_densidad_de_carreteras
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V48 Densidad de carreteras	0.3017845	1.748808	0.4474699
Row	3	7	10

Membership Summary Section for Clusters = 3

Row	Cluster	Membership	Sum of Squared Memberships	Bar of Squared Memberships
3	1	0.9201	0.8519	
6	1	0.8755	0.7788	
2	1	0.6621	0.5400	
7	2	0.8970	0.8099	
11	2	0.8008	0.6612	
10	3	0.8965	0.8126	
13	3	0.8958	0.8116	
5	3	0.8251	0.7048	
9	3	0.8097	0.6872	
8	3	0.7904	0.6633	
12	3	0.7697	0.6392	
1	3	0.7532	0.6126	
4	3	0.6735	0.5278	

Grafica 55 Grupos Borrosos Automóviles por Mil Habitantes (v51).

Los municipios con los valores más cercanos al de referencia son Metepec (4), Tenango (8) y Toluca (10), mismos que encabezan los grupos respectivamente.

En el caso de Metepec y Toluca puede ser explicable por ser las principales ciudades de la metrópoli. Para Tenango a pesar de no ser una ciudad, si cuenta con un incipiente corredor industrial, probablemente eso sea lo que explique su aparición como cabeza de grupo. El valor que muestra la mayor distancia, corresponde al municipio de Lerma.

Fuzzy Clustering Report

Variables V51_automoviles_por_cada_1000_habit
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V51 Auto por cada 1000 habit	295.7173	88.06953	565.8165
Row	13	8	10

Membership Summary Section for Clusters = 3

Row	Cluster	Membership	Sum of Squared Memberships	Bar of Squared Memberships
13	1	0.8318	0.7063	
4	1	0.7760	0.6345	
8	2	0.9624	0.9271	
9	2	0.9612	0.9250	
5	2	0.9583	0.9194	
2	2	0.9450	0.8949	
11	2	0.9427	0.8909	
12	2	0.9295	0.8673	
1	2	0.8945	0.8073	
6	2	0.8890	0.7981	
7	2	0.8789	0.7824	
3	2	0.7563	0.6138	
10	3	0.9997	0.9995	

Grafica 56 Grupos Borrosos Accidentes de Tránsito (V53).

Es interesante observar que la mayor parte del municipio presenta valores superiores al de referencia, solo Zinacantepec (12), tiene el valor más cercano o menor número de accidentes.

Fuzzy Clustering Report

Variables V53_accidentes_de_transito_por_cada mil
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V53 Accidentes de tránsito por cada mil	0.4254765	1.168342	3.424863
Row	2	5	10

Membership Summary Section for Clusters = 3

Row	Cluster	Cluster Membership	Sum of Squared Memberships	Bar of Squared Memberships
2	1	0.9478	0.9003	
11	1	0.9412	0.8883	
6	1	0.8779	0.7809	
1	1	0.8231	0.7012	
5	2	0.7758	0.6344	
3	2	0.7042	0.5617	
4	2	0.6158	0.4533	
13	2	0.5361	0.3982	
12	2	0.5116	0.3857	
9	2	0.5022	0.4571	
8	2	0.4916	0.4571	
10	3	0.9334	0.8735	
7	3	0.9089	0.8303	

Grafica 57 Grupos Borrosos Desarrollo de Género (v4).

El municipio mejor posicionado o con menor distancia a la referencia, es Metepec (4) y Toluca (10) presenta el valor mas distante, dentro del mismo grupo, o bien podríamos decir que Toluca presenta menores niveles de desarrollo de género. En el conjunto de la metrópoli, la mayor distancia la presenta el municipio de Xonacatlán (11).

Fuzzy Clustering Report

Variables V4_indice_desarrollo_genero_IDG
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V4 Índice Desarrollo Género_IDG	0.85	0.7	0.77
Row	4	2	9

Membership Summary Section for Clusters = 3

			Sum of	Bar of
		Cluster	Squared	Squared
Row	Cluster	Membership	Memberships	Memberships
4	1	0.9071	0.8276	
10	1	0.6357	0.4833	
2	2	0.9515	0.9067	
1	2	0.8890	0.7971	
6	2	0.8619	0.7538	
9	3	0.9177	0.8455	
7	3	0.9177	0.8455	
3	3	0.9176	0.8455	
13	3	0.9132	0.8377	
12	3	0.9132	0.8377	
8	3	0.9132	0.8377	
5	3	0.7194	0.5593	
11	3	0.7115	0.5505	

Grafica 58 Grupos Borrosos Desarrollo Humano (v5).

Nuevamente Metepec (4) aparece como el municipio con menor distancia y como cabeza de grupo, seguido por Ixtlahuaca (2) en el grupo dos y Zinacantepec (12) en el grupo 3, la mayor distancia es para Tenango (8). Suponemos que los tres primeros municipios presentan las condiciones menos desventajosas en el conjunto metropolitano.

Fuzzy Clustering Report

Variables V5_indice_desarrollo_humano_IDH
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V5 Índice Desarrollo Humano IDH	0.86	0.73	0.78
Row	4	2	12

Membership Summary Section for Clusters = 3

Row	Cluster	Membership	Sum of Squared Memberships	Bar of Squared Memberships
4	1	0.8471	0.7299	
10	1	0.8022	0.6654	
2	2	0.9290	0.8660	
1	2	0.8464	0.7296	
6	2	0.8307	0.7074	
12	3	0.8982	0.8121	
13	3	0.8958	0.8080	
3	3	0.8009	0.6614	
7	3	0.8008	0.6613	
11	3	0.7855	0.6425	
9	3	0.7855	0.6425	
5	3	0.5988	0.4462	
8	3	0.5362	0.4255	

Grafica 59 Grupos Borrosos Índice de Marginación (v6).

San Mateo Atenco (7) se ubica con la menor distancia, lo cual podremos interpretar como el municipio con mayor índice de marginación seguido por Lerma (3) y Ocoyoacac (5). Metepec (4) presenta el valor más distante, en el primer Grupo. En el segundo grupo Toluca aparece como cabeza del mismo. Llama la atención que el municipio de Xonacatlán (11) tenga la mayor distancia en el conjunto metropolitano.

Fuzzy Clustering Report

Variables V6_indice_de_marginacion
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V6 Índice de Marginación	-0.7017	-0.0355	0.8212
Row	7	10	2

Membership Summary Section for Clusters = 3

		Cluster	Sum of Squared Memberships	Bar of Squared Memberships
Row	Cluster	Membership	Memberships	Memberships
7	1	0.9511	0.9060	
3	1	0.9500	0.9039	
5	1	0.9076	0.8287	
4	1	0.5489	0.4089	
10	2	0.8938	0.8046	
8	2	0.8659	0.7588	
12	2	0.8186	0.6877	
6	2	0.6799	0.5159	
9	2	0.5602	0.4381	
11	2	0.4964	0.4174	
2	3	0.9252	0.8591	
1	3	0.8914	0.8009	
13	3	0.4353	0.3886	

Grafica 60 Grupos Borrosos Población Analfabeta (v8).

Para el análisis de la población analfabeta, encontramos la formación de tres grupos. Destaca la aparición de Toluca (10) como uno de los municipios con más altos niveles de analfabetismo, o mejor dicho se encuentra muy alejado del valor de referencia, junto con Almoloya de Juárez (1) que encabeza el segundo grupo.

En el primer grupo Metepec (4) es el municipio más cercano al valor de referencia, es decir, el que menores niveles de analfabetismo presenta.

Fuzzy Clustering Report

Variables V8_poblacion_analfabeta
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V8 Población Analfabeta	3.989073	8.888608	6.057678
Row	10	1	11

Membership Summary Section for Clusters = 3

			Sum of	Bar of
		Cluster	Squared	Squared
Row	Cluster	Membership	Memberships	Memberships
10	1	0.9316	0.8707	
5	1	0.9309	0.8695	
7	1	0.8462	0.7298	
9	1	0.8293	0.7059	
4	1	0.5705	0.4247	
3	1	0.5055	0.4248	
1	2	0.9046	0.8233	
6	2	0.7986	0.6609	
2	2	0.7611	0.6095	
11	3	0.8793	0.7806	
12	3	0.8462	0.7279	
13	3	0.4732	0.4157	
8	3	0.4680	0.3923	

Grafica 61 Grupos Borrosos Índice Especializado de Educación.

El principal grupo del Índice especializado de educación esta formado por Tianguistenco (9), Toluca (10) y Metepec (4) que presentan los mejores niveles, en contraposición con Tenango (5).

Es decir que se encuentran más cercanos al punto de referencia y presentan las mejores condiciones educativas.

Fuzzy Clustering Report

Variables V12_indice_especializado_de_educaci
 Distance Type Euclidean
 Scale Type Average Absolute Deviation

Cluster Medoids Section

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3
V12 Índice Especializado Educ	8.101951	1.547332	4.711531
Row	9	6	12

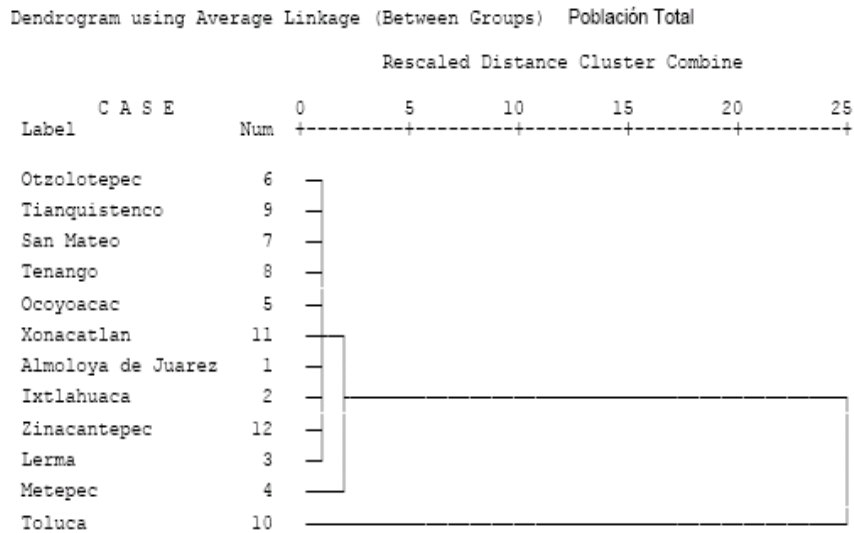
Membership Summary Section for Clusters = 3

			Sum of	Bar of
		Cluster	Squared	Squared
Row	Cluster	Membership	Memberships	Memberships
9	1	0.9551	0.9133	
10	1	0.9530	0.9094	
4	1	0.6923	0.5291	
6	2	0.9471	0.8986	
1	2	0.9295	0.8668	
8	2	0.9226	0.8547	
7	2	0.8303	0.7053	
11	2	0.8115	0.6794	
5	2	0.5162	0.4159	
12	3	0.9735	0.9480	
3	3	0.9697	0.9407	
2	3	0.9493	0.9025	
13	3	0.5260	0.4063	

4.8 DENDOGRAMAS

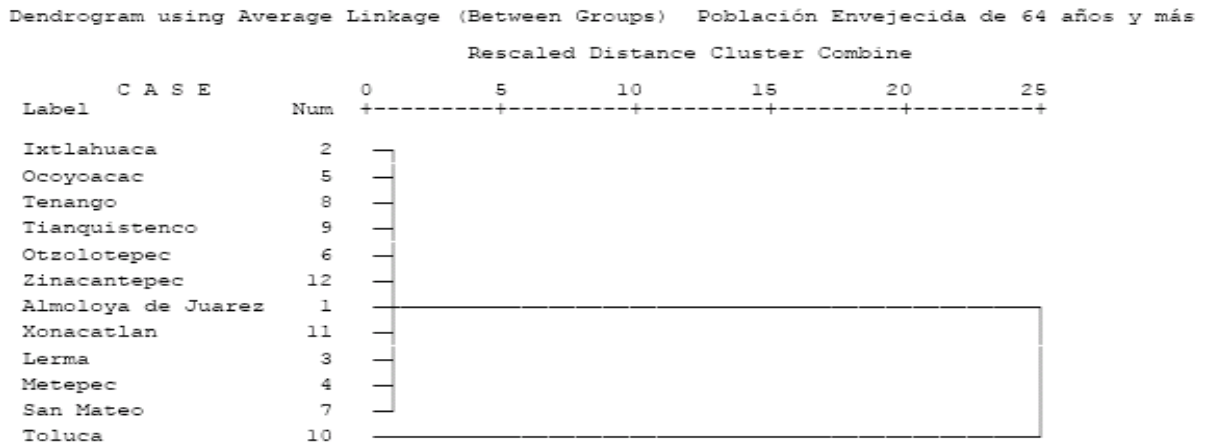
Grafica 62 Dendograma Población Total.

En materia de población total por municipio encontramos que diez municipios presentan mayor similitud del conglomerado; dos de ellos, Metepec y Toluca tienen características diferentes entre sí y entre el resto del conglomerado. Esta característica se podría explicar por la mayor población municipal.



Grafica 63 Dendograma Población de 64 y más.

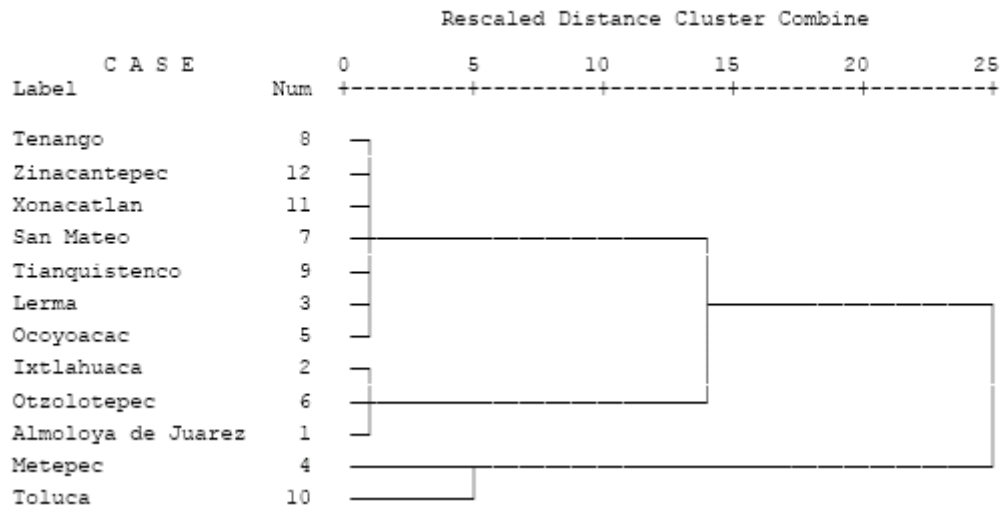
La mayor homogeneidad se presenta en 11 de los municipios; Toluca se mantiene fuera del conglomerado.



Grafica 64 Dendograma Desarrollo relativo de Género.

Identificamos dos grupos muy definidos y Toluca y Metepec presentan la mayor disimilitud del conglomerado, probablemente porque presentan los mayores índices de desarrollo de género.

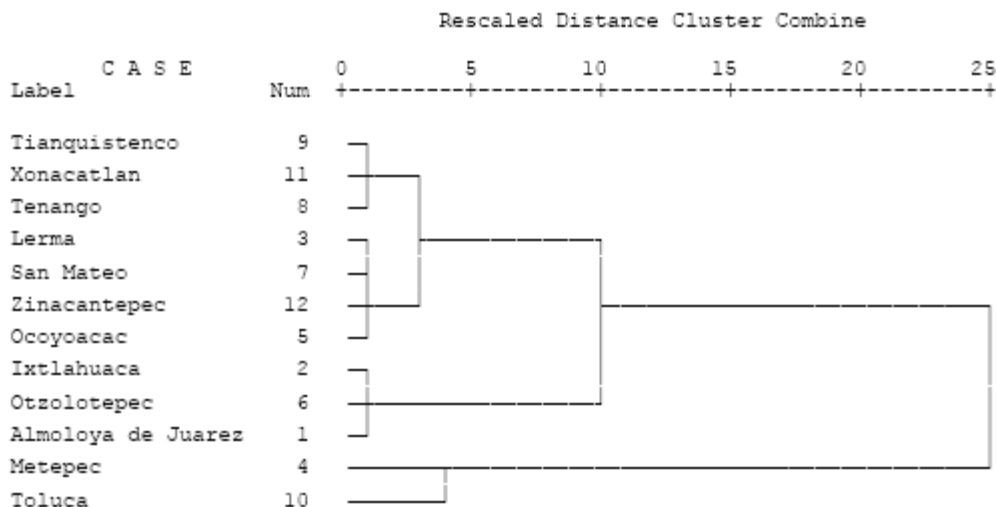
Dendrogram using Average Linkage (Between Groups) Índice de Desarrollo Relativo al Género



Grafica 65 Dendograma Desarrollo Humano.

Se presentan tres grupos definidos o de mayor similitud; nuevamente Metepec y Toluca muestran comportamientos diferentes o con mejor posición en el desarrollo humano.

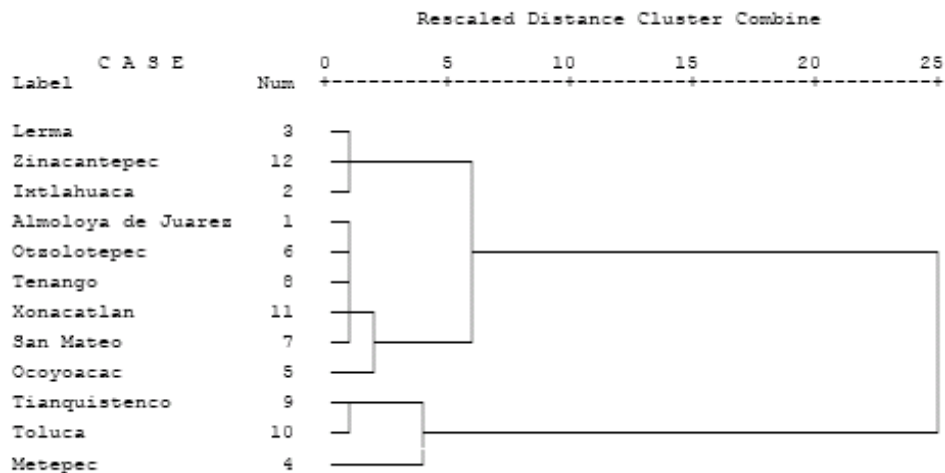
Dendrogram using Average Linkage (Between Groups) Índice de Desarrollo Humano



Grafica 66 Dendrograma Especializado en Educación Media Superior y Superior.

Tlanguistenco y Toluca presentan similitud, pero diferencias entre los otros dos bloques definidos, sin embargo Metepec, aunque aparece solo en un primer momento, se podría identificar con los dos municipios señalados. La menor similitud la presenta Ocoyoacac, en mayor distancia tendría mayor similitud con Xonacatlán y San Mateo.

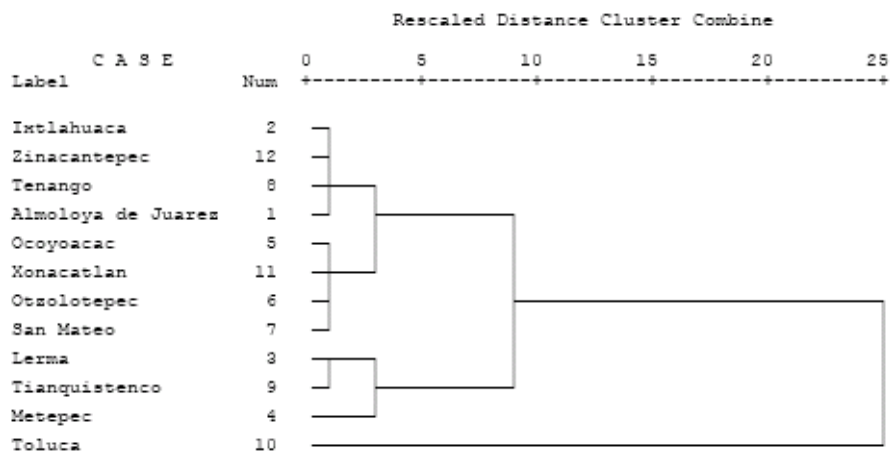
Dendrogram using Average Linkage (Between Groups) Índice Especializado de Educación Media Superior y Superior



Grafica 67 Dendrograma Bibliotecas Públicas.

Encontramos dos grupos bien definidos y otro con menor similitud. Las condiciones de similitud/disimilitud pueden obedecer al número de bibliotecas de los municipios de Tlanguistenco y en especial de Toluca y Metepec que destacan por sobre los demás municipios.

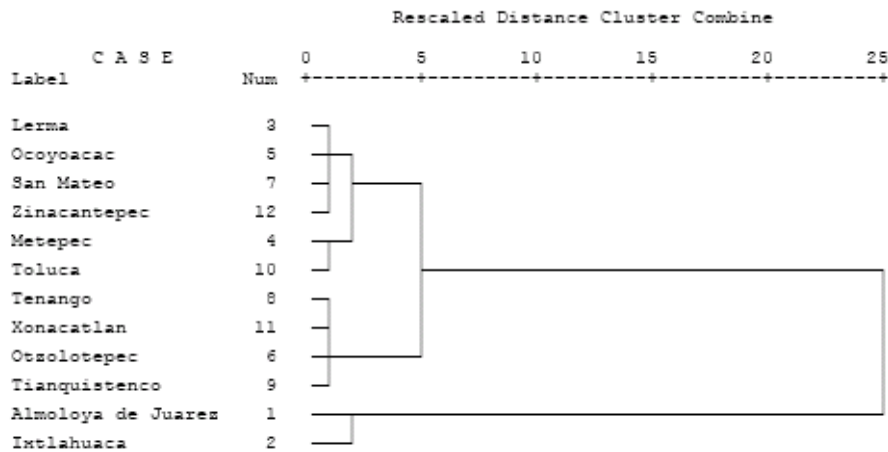
Dendrogram using Average Linkage (Between Groups) Número de Bibliotecas con acervo Público



Grafica 68 Dendograma Concentración del Poder Adquisitivo.

La concentración de los ingresos de 0 a 2 veces el salario mínimo, sobresalen Metepec y Toluca; aunque presentan similitud con el grupo de Lerma. Los municipios de Almoloya de Juárez e Ixtlahuaca tienen la mayor disimilitud con el resto de los municipios metropolitanos, lo que podría sugerir que son los municipios con mayor número de personas con menores ingresos.

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups) Concentración del Poder Adquisitivo 0-2

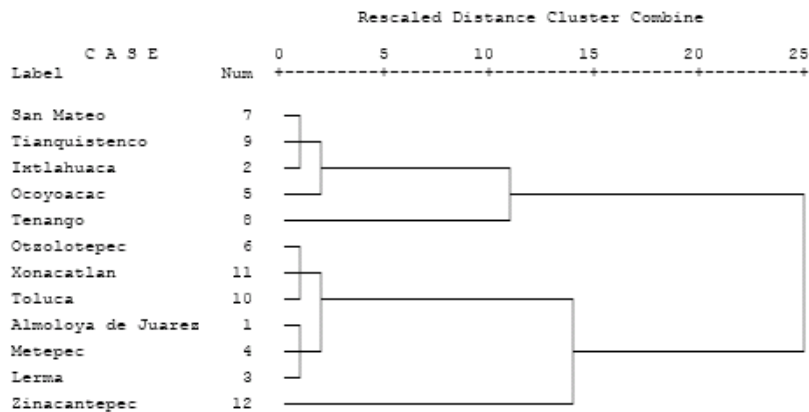


Grafica 69 Dendograma Población Desocupada.

Como podrá observar se tienen dos grupos con disimilitudes al interior de cada uno, como entre ellos.

Las características de menor agrupamiento las presentan Ocoyoacac, Tenango y Zinacantepec. Los demás municipios presentan mayor similitud, agrupados en grupos de 3, llama la atención la ubicación de Toluca y Metepec en grupos de municipios sin zona industrial.

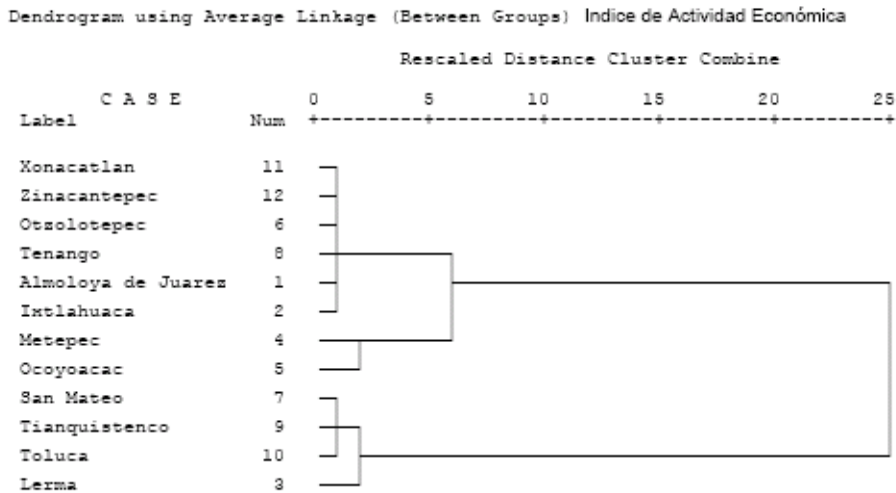
Dendrogram using Average Linkage (Between Groups) Población Desocupada



Grafica 70 Dendrograma Índice de Actividad Económica.

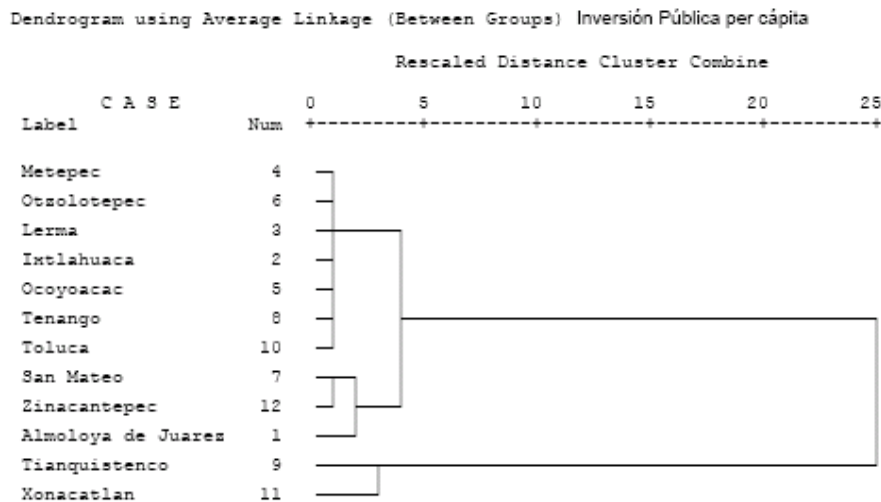
Las actividades económicas permiten nuevamente agrupar a los seis municipios con mayor similitud encabezados por Xonacatlán.

Lerma y Metepec presentan menor similitud. En general se forman dos grandes grupos.



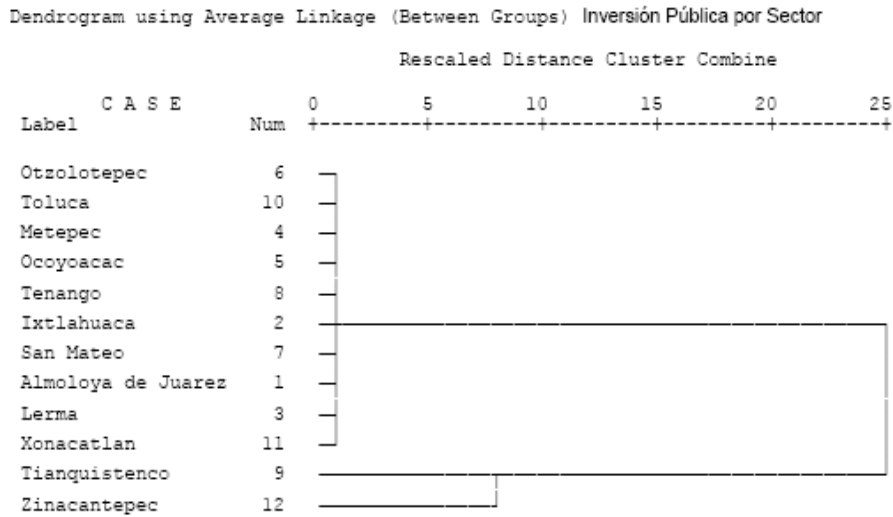
Grafica 71 Dendrograma Inversión Pública per cápita.

Intentamos mostrar la inversión pública por habitante en cada municipio, encontrando que Toluca que es el municipio con mejores ingresos tiene gran similitud con municipios como Otzolotepec que es de menor ingreso en la zona metropolitana y por ende de menos inversión municipal.



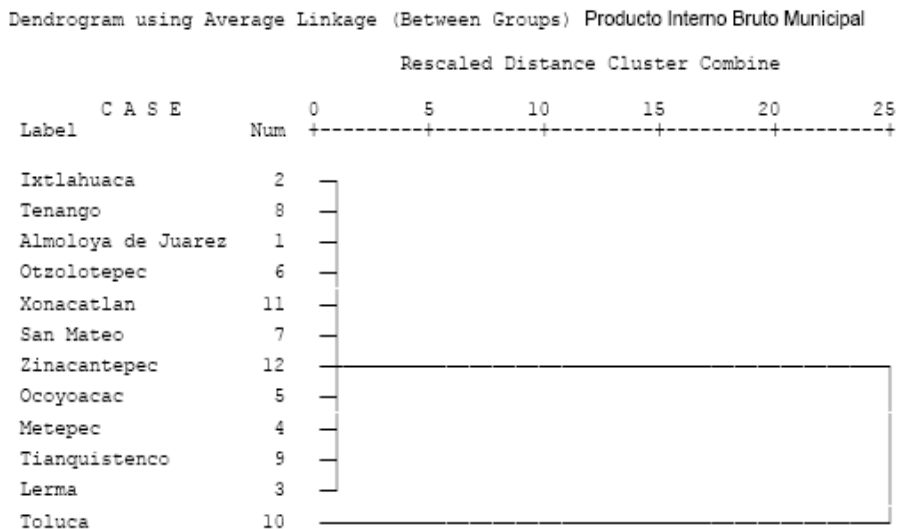
Grafica 72 Dendograma Inversión Pública por Sector.

Sectorialmente la inversión pública presenta comportamientos muy similares en la mayoría de los municipios. Tianguistenco y Zinacantepec presentan menor similitud. Cabe destacar que los municipios con mayores ingresos invierten proporcionalmente cantidades similares a los municipios de menor ingreso.



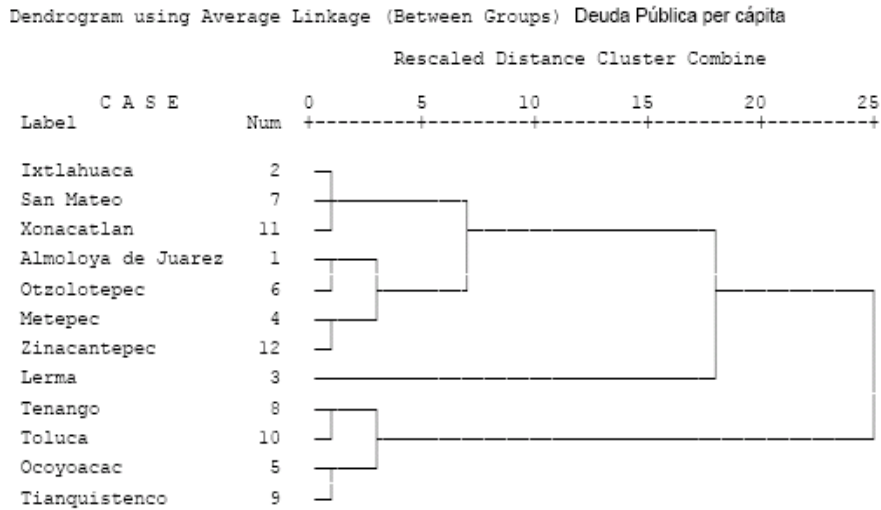
Grafica 73 Dendograma Producto Interno Bruto Municipal

El producto interno bruto municipal, presenta características de gran similitud en los municipios metropolitanos, a excepción de Toluca. Llama la atención que municipios como Metepec presentan similitud con Ocoyoacac u Otzolotepec.



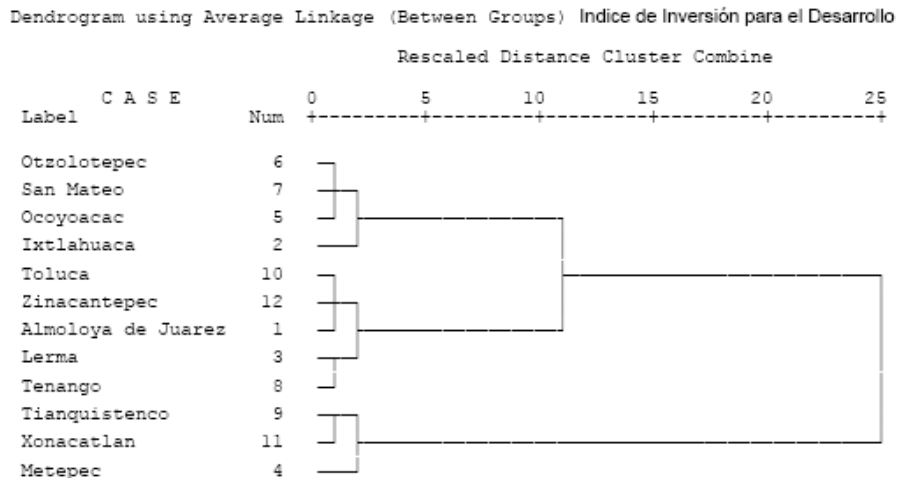
Grafica 74 Dendrograma Deuda Pública Per cápita

El comportamiento observado, muestra menor similitud entre la zona metropolitana; pero mayor similitud en el agrupamiento por pares de los municipios. De tal suerte que el endeudamiento público se presenta o afecta a la población de los municipios, no importa si tienen mayores o menores ingresos.



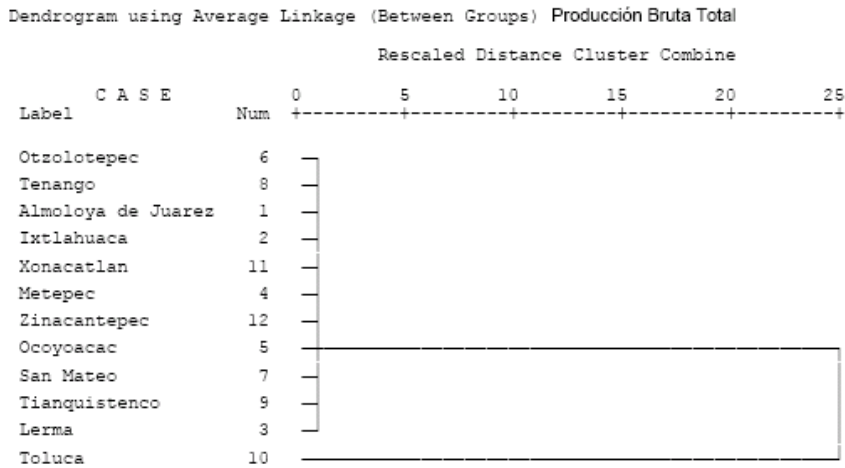
Grafica 75 Dendrograma Inversión para el desarrollo

La inversión que hace la administración para generar mayores niveles de bienestar presenta la conformación de dos grandes grupos, sin embargo en la similitud interna, agrupa a municipios con características diferentes por su población e ingresos. Destaca la ubicación de Toluca con Zinacantepec y Almoloya de Juárez.



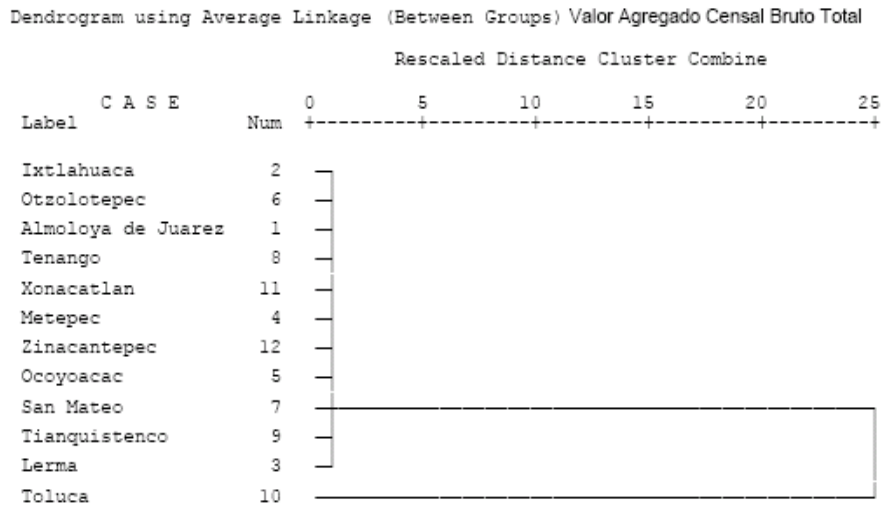
Grafica 76 Dendograma Producción Bruta Total

La producción bruta en cada municipio, muestra características de mayor similitud en la mayoría de ellos, sin embargo, Toluca presenta mayor disimilitud con el conjunto metropolitano



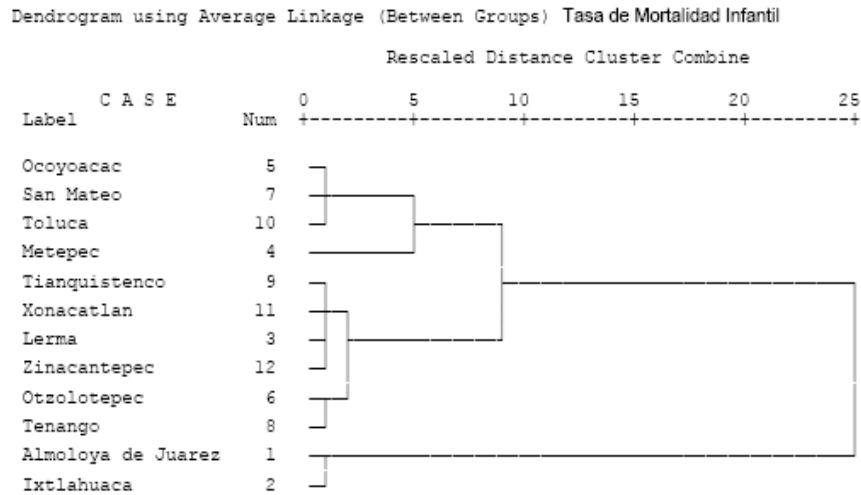
Grafica 77 Dendograma Valor agregado censal bruto

La gráfica muestra la formación de un gran bloque de municipios, igual a la gráfica de la producción bruta total, la variación es que Toluca se integraría con mayor similitud a San Mateo.



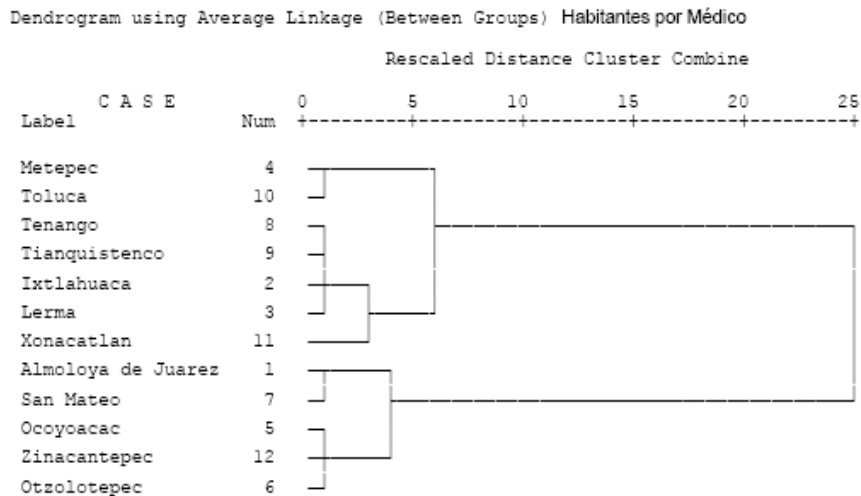
Grafica 78 Dendograma Tasa de Mortalidad Infantil

La tasa de mortalidad infantil presenta la formación de varios grupos con mayor similitud interna, pero mayor disimilitud en el conjunto metropolitano; destaca el primer grupo formado por Ocoyoacac, San Mateo Atenco, Toluca y Metepec.



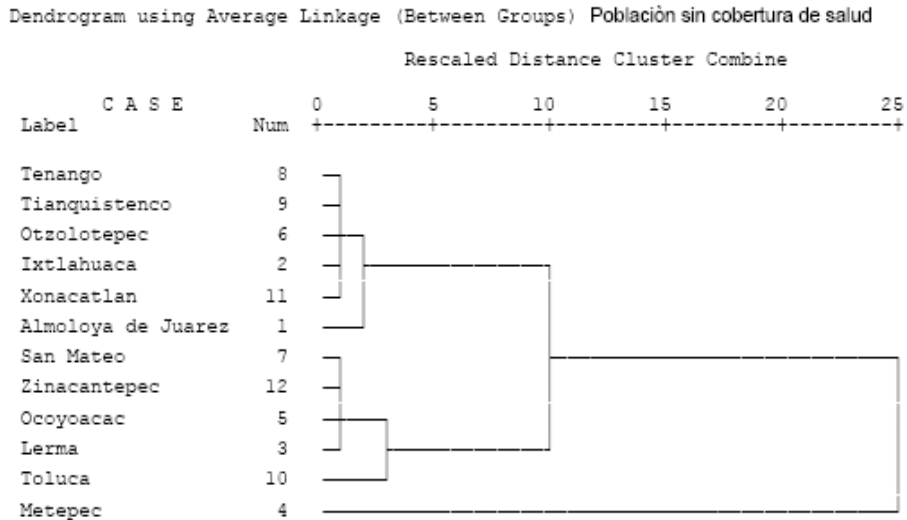
Grafica 79 Dendograma Habitantes por Médico

Las características de similitud conjuntan a Toluca y Metepec. Los demás municipios forman grupos con mayor similitud entre ellos, destaca Xonacatlán por si mayor disimilitud.



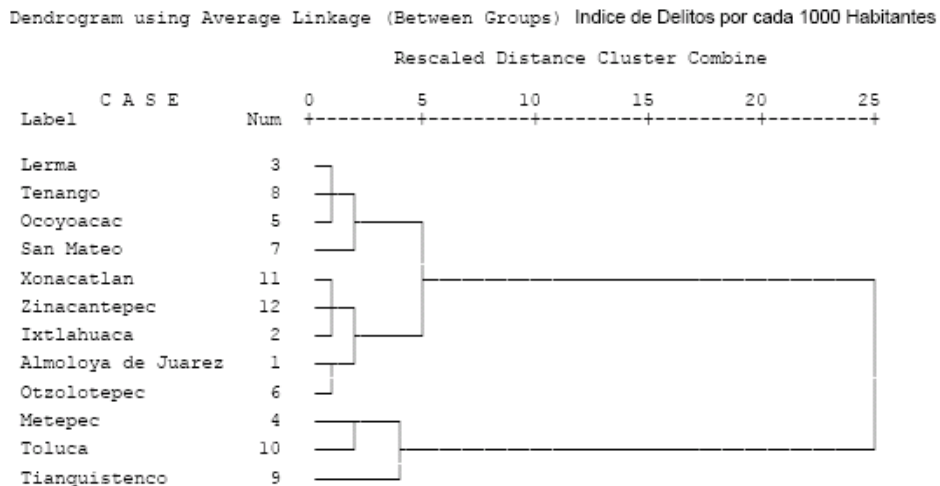
Grafica 80 Dendrograma Población sin cobertura de salud

Toluca y Metepec, presentan características más disímboles del conjunto de los grupos de la zona metropolitana ya que estos, forman prácticamente dos grandes bloques.



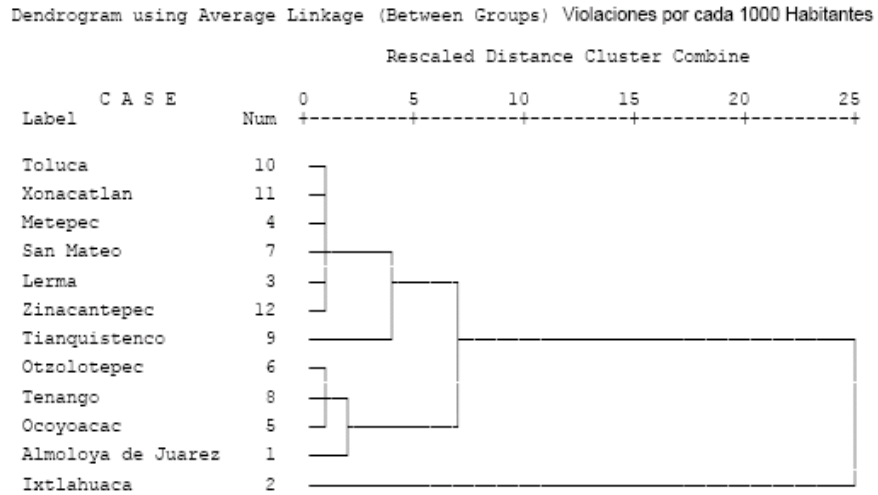
Grafica 81 Dendrograma Delitos por cada 1,000 habitantes

Es interesante observar el grupo Toluca, Metepec, Tianguistenco y la conformación de los otros dos bloques de mayor similitud. Destaca la similitud de los municipios con producción industrial (excepto Toluca) Lerma, Tenango, Ocoyoacac y San Mateo Atenco



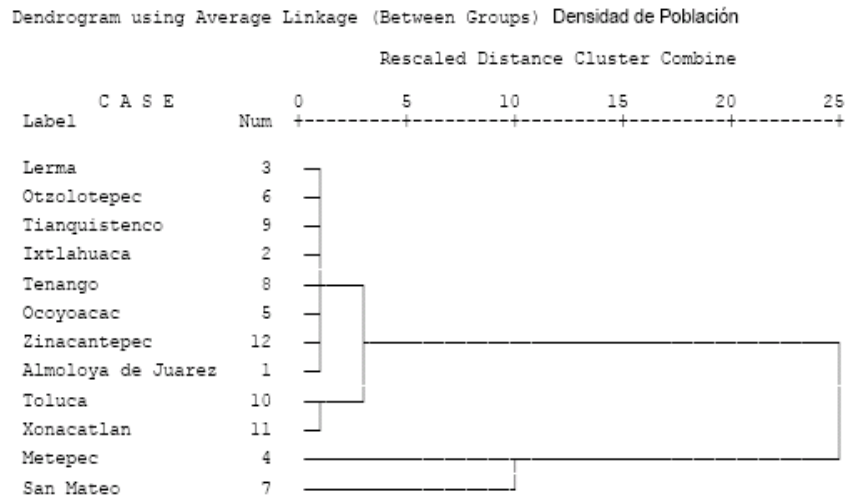
Grafica 82 Dendrograma Violaciones por cada 1,000 habitantes

En la gráfica de violaciones, sobresale Ixtlahuaca por su disimilitud en el conjunto metropolitano. En los otros grupos el comportamiento entre ellos presenta mayor similitud interna; conformando en la metrópoli dos grandes grupos.



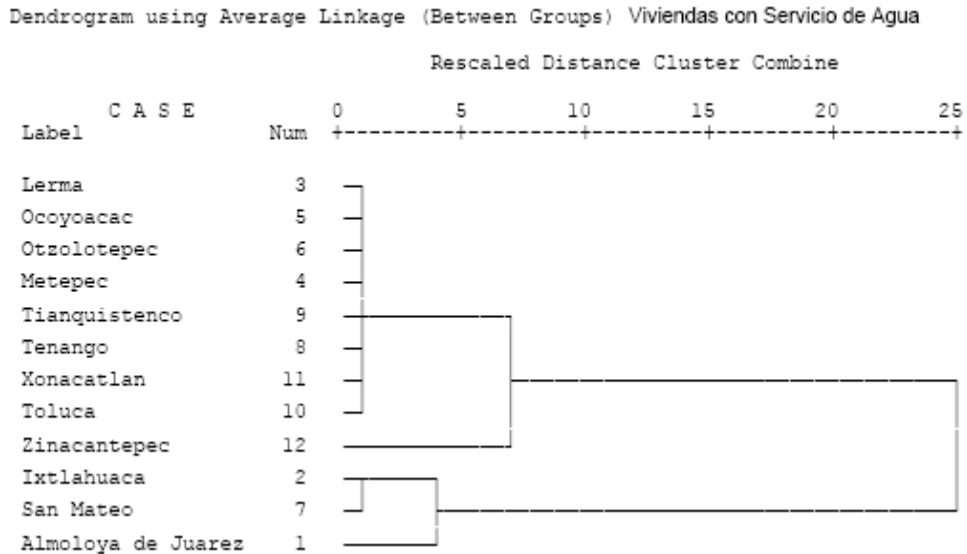
Grafica 83 Dendrograma Densidad de Población

En la mayor parte de los municipios muestran similitud en la densidad, sin embargo, Metepec y San Mateo Atenco, presentan la mayor diferencia en la metrópoli.



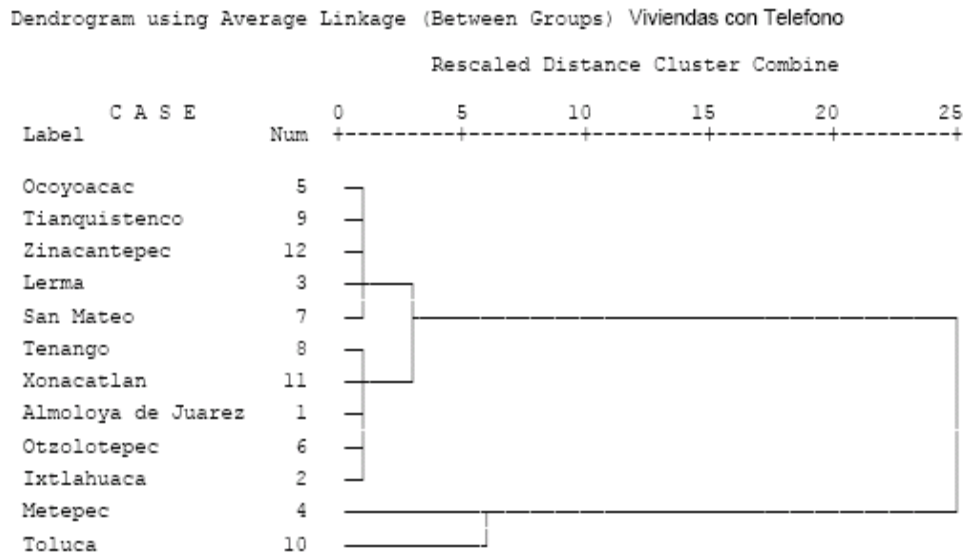
Grafica 84 Dendograma Viviendas con servicio de agua

La gráfica muestra que en conjunto, los municipios tienen características de mayor similitud. Sin embargo Zinacantepec y Almoloya de Juárez, presentan un comportamiento de mayor disimilitud.



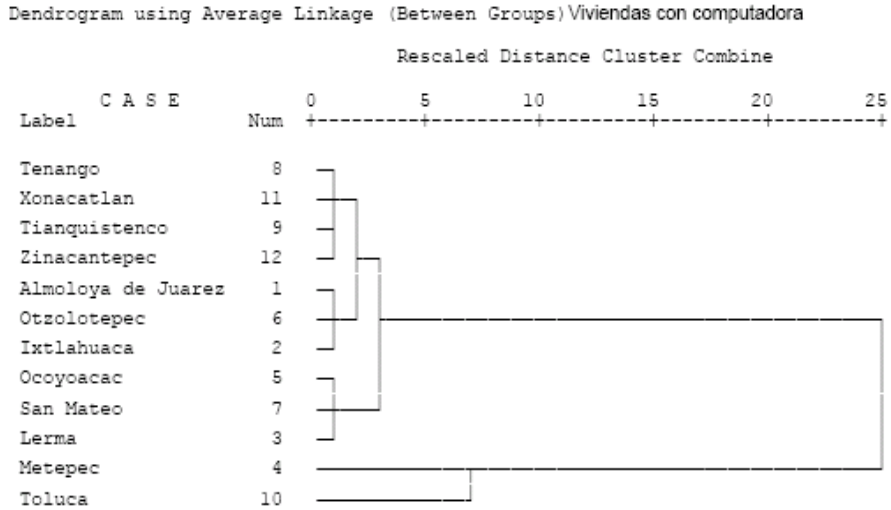
Grafica 85 Dendograma Viviendas con Teléfono

Metepec y Toluca son los municipios de mayor disimilitud en el conjunto metropolitano. Los demás municipios presentan mayor similitud interna y en la metrópoli.



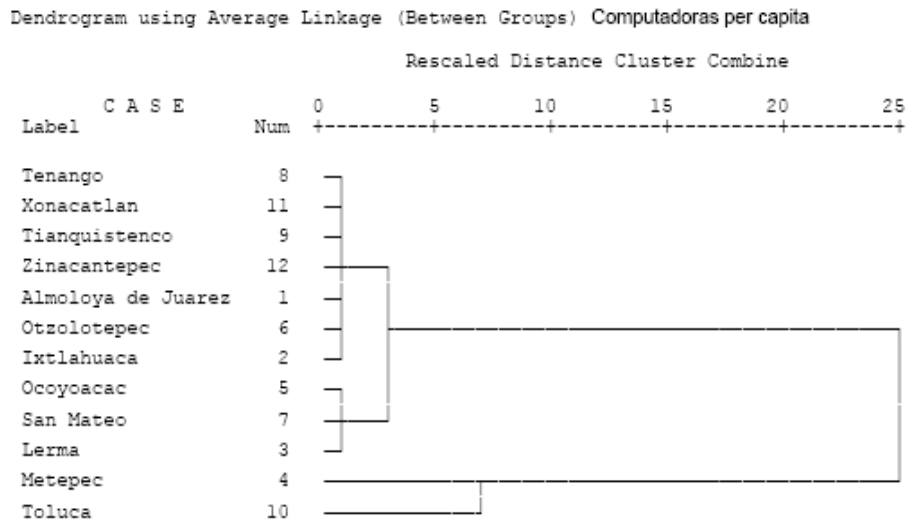
Grafica 86 Dendograma Viviendas con Computadora

Toluca y Metepec, muestran la mayor disimilitud entre los municipios, los demás municipios muestran mayor similitud en la conformación de cada grupo.



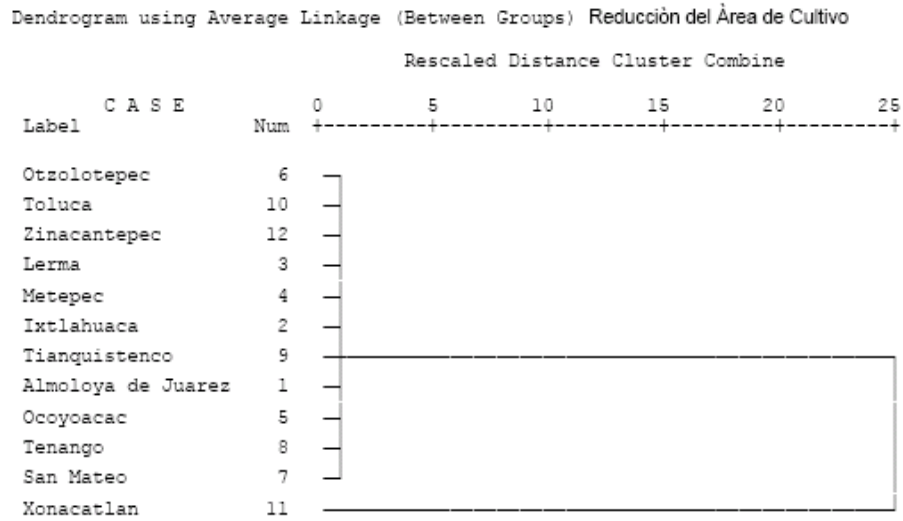
Grafica 87 Dendograma Computadoras Per cápita

Al igual que la gráfica anterior, Metepec y Toluca presentan mayor disimilitud y el resto forma prácticamente dos grupos de mayor similitud. Ocoyoacac, San Mateo Atenco y Lerma permanecen como un grupo de mayor similitud.



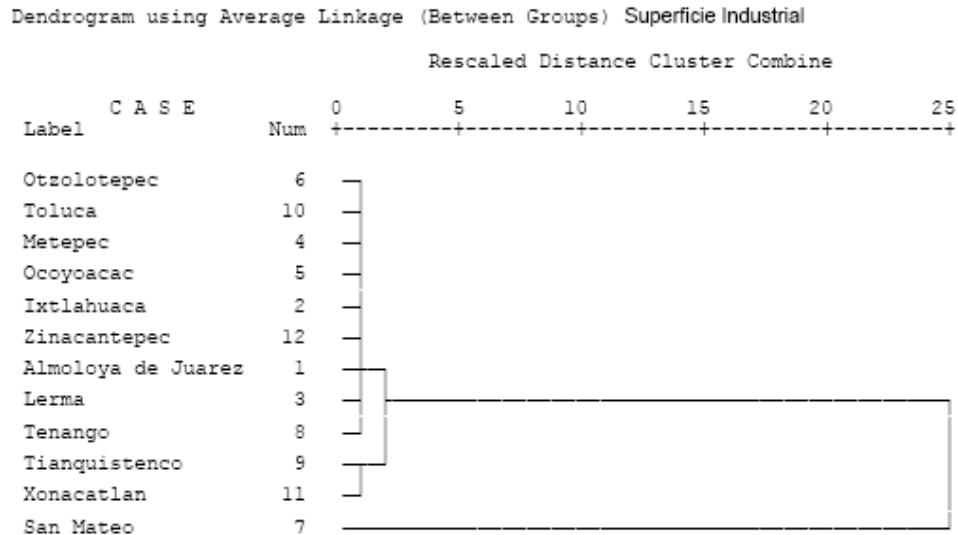
Grafica 88 Dendograma Reducción de Áreas de Cultivo

En la reducción de áreas de cultivo, los municipios muestran similitud entre ellos y el conjunto metropolitano. Xonacatlán presenta en este sentido, la mayor disimilitud.



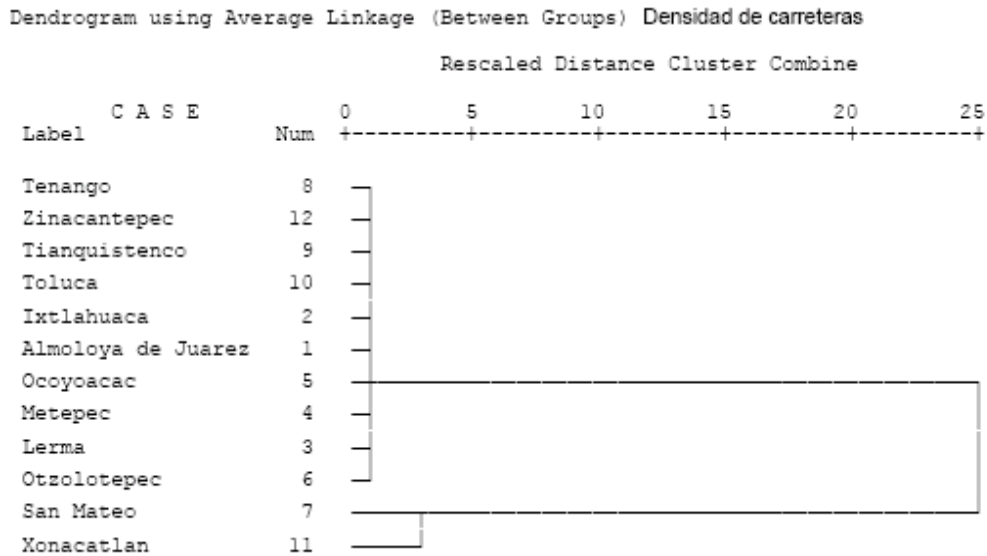
Grafica 89 Dendograma Superficie Industrial

La expansión urbano industrial en la metrópoli, muestra gran similitud entre los municipios



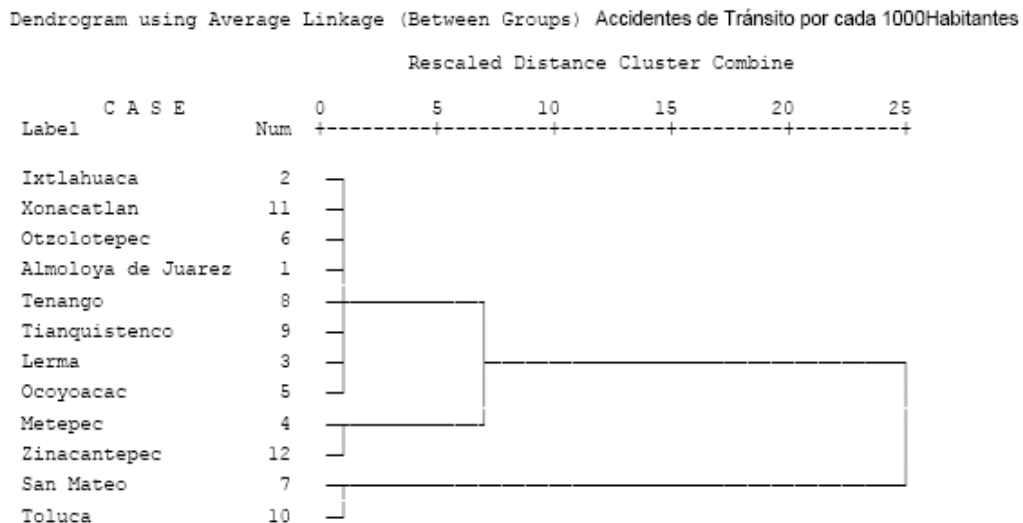
Grafica 90 Dendrograma Densidad de carreteras

La gráfica muestra la similitud entre los municipios en el conjunto metropolitano, tanto en los más urbanos como con aquellos de características rurales.



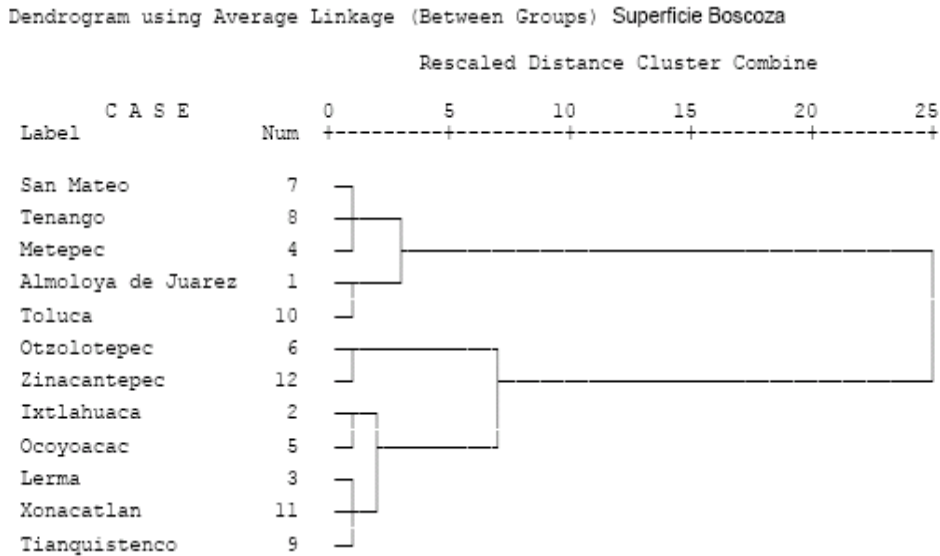
Grafica 91 Dendrograma Accidentes de Tránsito

La gráfica de accidentes, muestra similitud entre la mayoría de los municipios. Llama la atención la similitud de Toluca con San Mateo Atenco



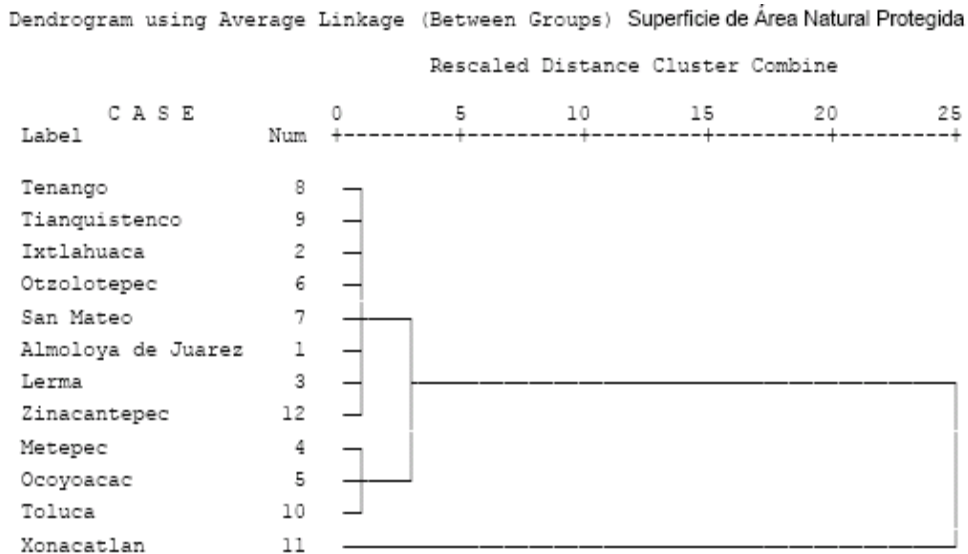
Grafica 92 Dendrograma Superficie Boscosa

Es interesante observar la similitud en la conformación de grupos; Zinacantepec (Nevado de Toluca) con Otzolotepec y Ocoyoacac (La Marqueza) con Ixtlahuaca.



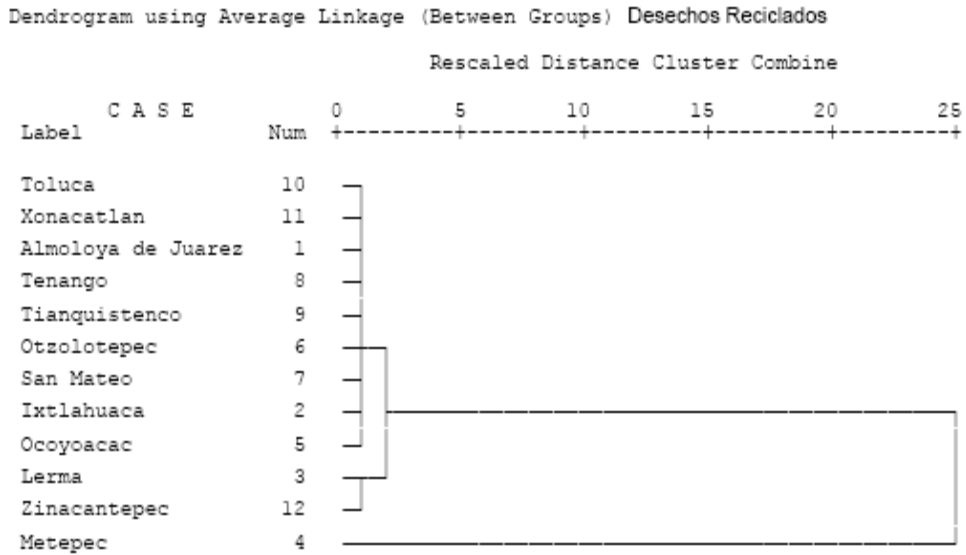
Grafica 93 Dendrograma Área Natural Protegida

Existe bastante similitud de los municipios para las áreas naturales protegidas; destaca Xonacatlán por la mayor disimilitud.



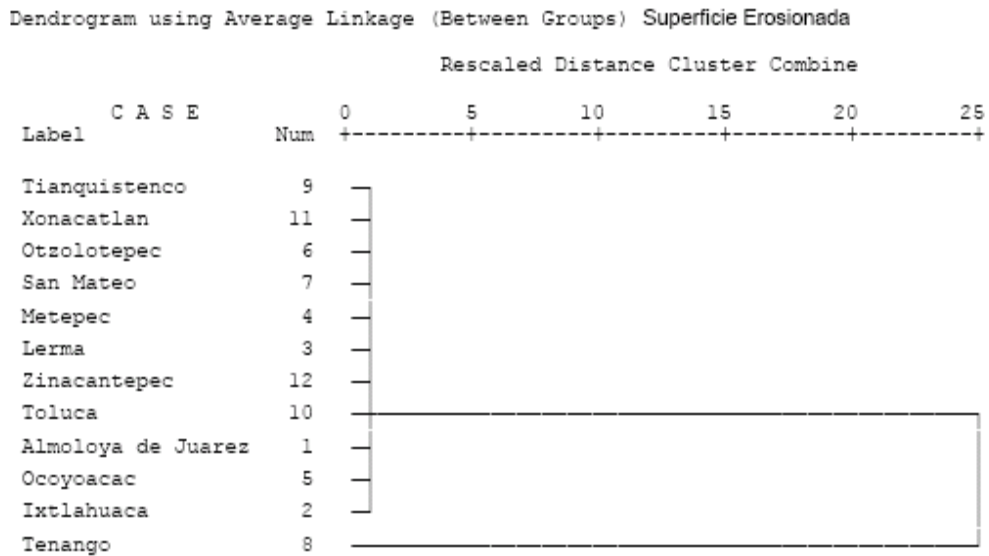
Grafica 94 Dendograma Desechos reciclados.

Metepec muestra mayor disimilitud respecto de los municipios, los demás presentan mayor similitud entre ellos.



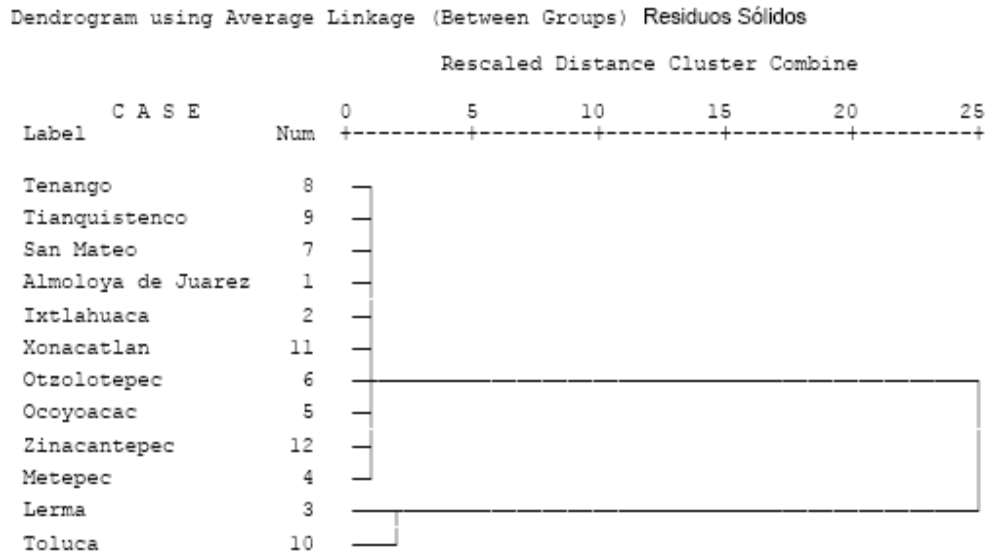
Grafica 95 Dendograma Superficie Erosionada.

Es característica la similitud entre los municipios en el conjunto metropolitano. Solo Tenango presenta mayor disimilitud.



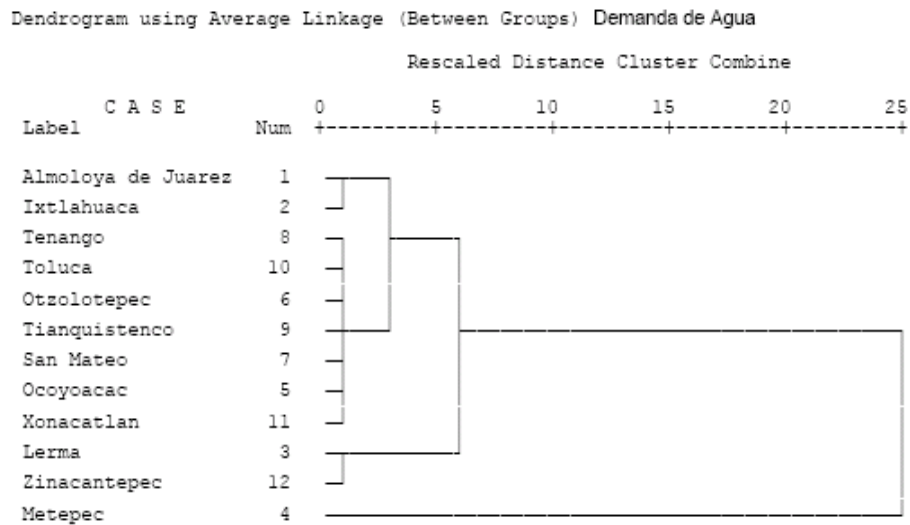
Grafica 96 Dendograma Residuos Sólidos.

Lerma y Toluca, presentan mayor disimilitud con los municipios en el conjunto metropolitano. Por el contrario la gráfica muestra la gran similitud en la mayoría de los municipios. Sin embargo conforman prácticamente un solo grupo.



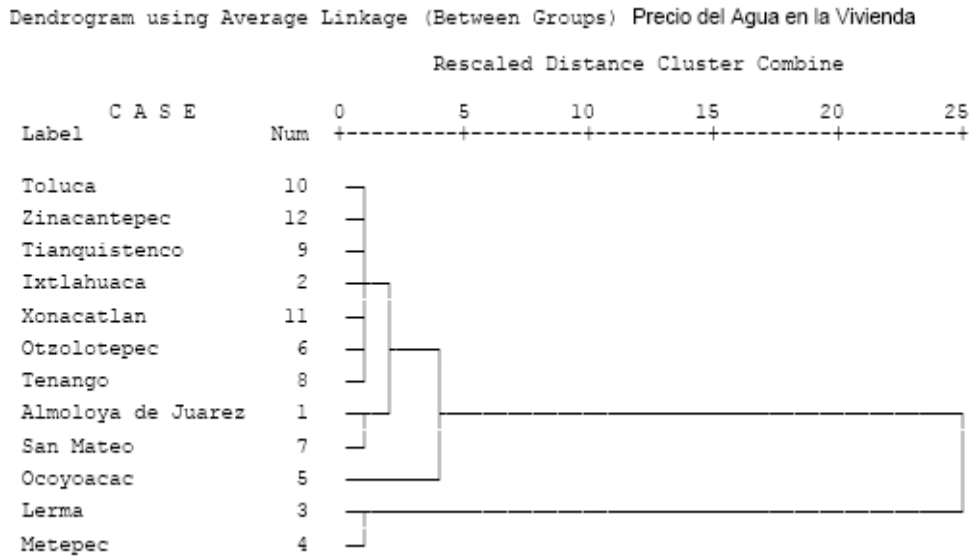
Grafica 97 Dendograma Demanda de Agua.

Existe similitud en el conjunto metropolitano; Metepec muestra mayor disimilitud con los municipios. Toluca se encuentra con municipios rurales como Otzolotepec.



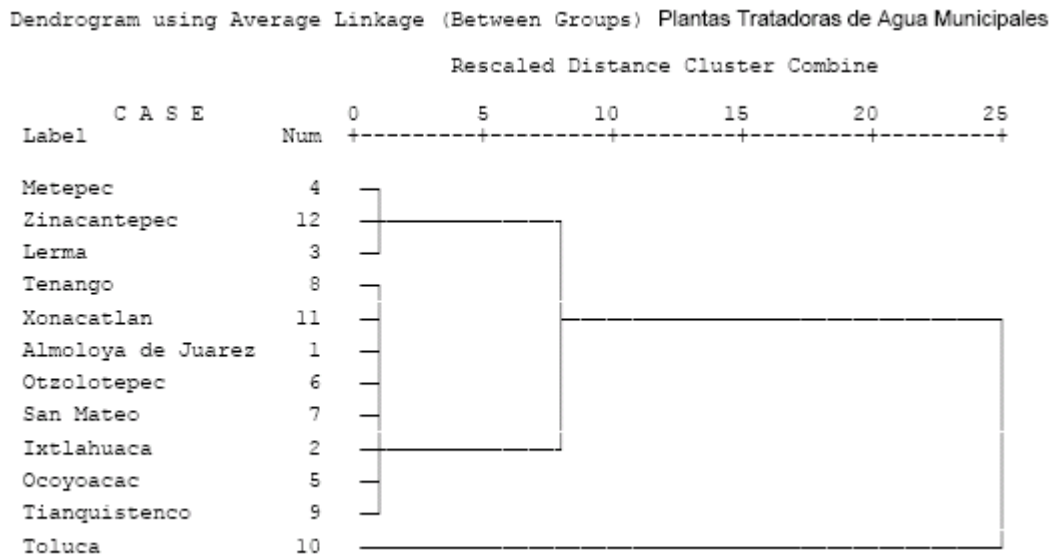
Grafica 98 Dendograma Precio del Agua en Vivienda.

La gráfica muestra la mayor disimilitud de Lerma y Metepec en el conjunto metropolitano. Los demás municipios presentan la mayor similitud en los precios del agua para las familias.



Grafica 99 Dendograma Plantas Tratadoras de Agua.

Existe bastante similitud en la formación de los grupos de municipios; sobresale Toluca por mayor disimilitud en el conjunto.



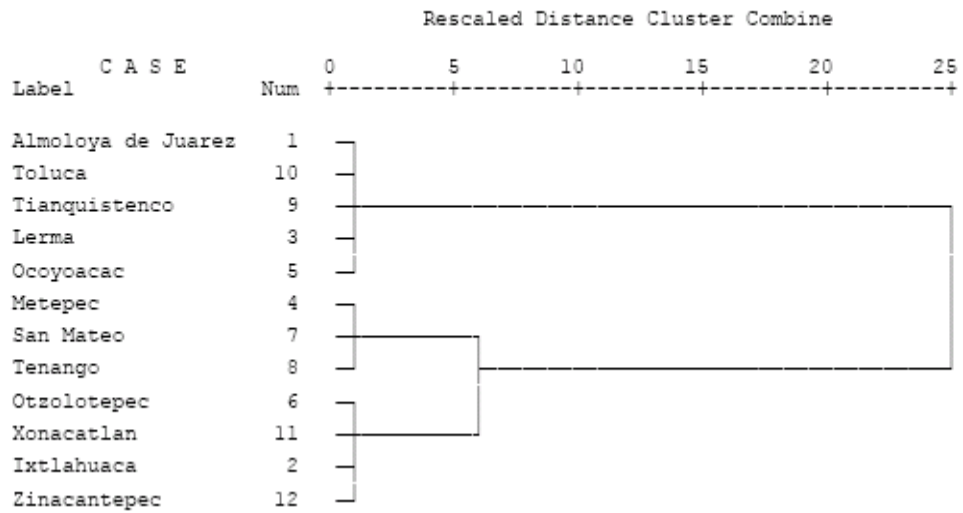
Grafica 100 Dendograma Consumo de energía eléctrica residencial.

La similitud de los municipios en la conformación de los grupos muestra que las familias consumen cantidades similares en el conjunto de municipios.

No podríamos decir lo mismo en el consumo de industria y comercio (grafico 69) pues presenta características diferentes.

En el caso de consumo de energía para alumbrado (grafico 72), también muestra gran similitud en la conformación de los grupos municipales. A excepción de Ixtlahuaca, que muestra mayor disimilitud.

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups) Consumo de Energia electrica en Residencial

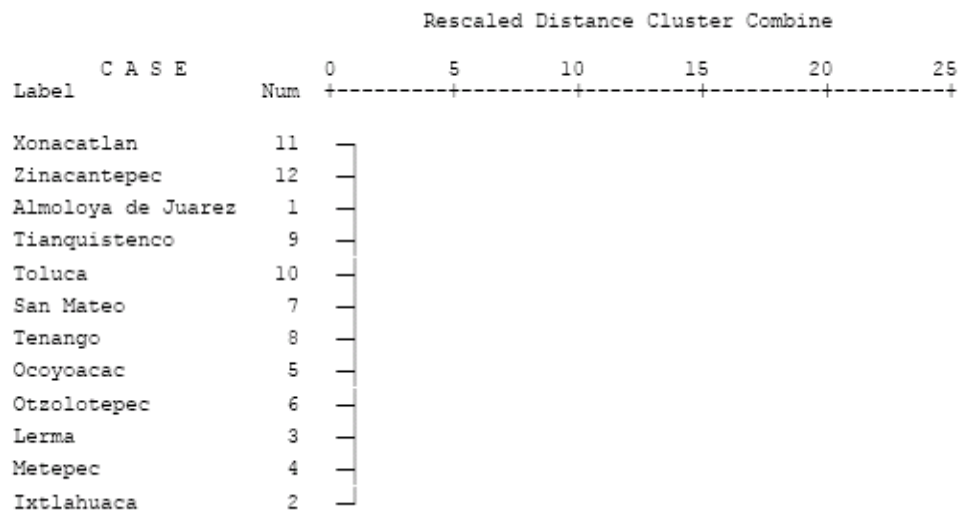


Grafica 101 Dendograma Contaminación IMECA.

En la gráfica observamos la excepcional similitud entre los municipios, sin embargo, resulta no confiable ya que, no existen mediciones independientes por municipio. Solo existe un centro de medición en la metrópoli.

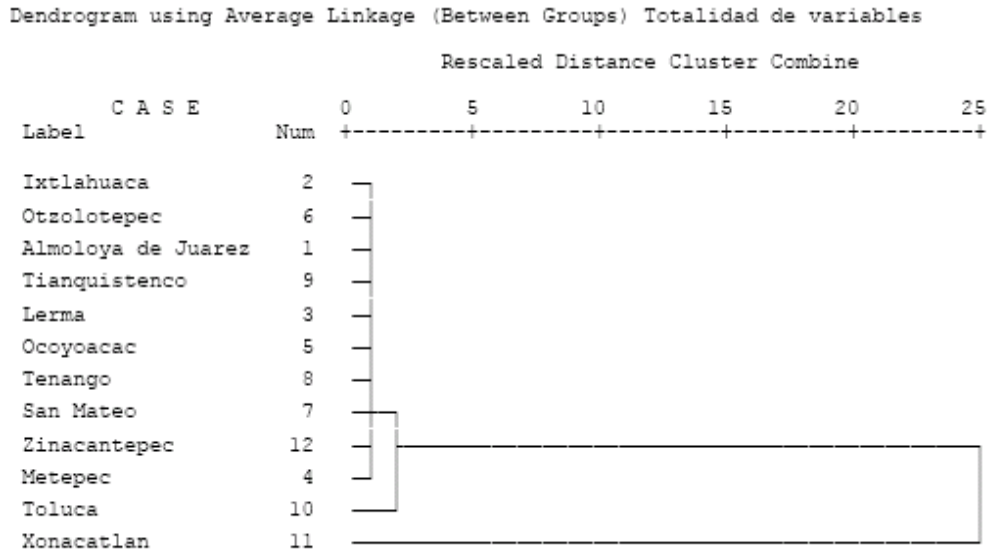
Para el resto de las gráficas de contaminación (74, 75, 76, 77 y 78), la situación es similar.

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups) Contaminación IMECA de Azufre (SO2)



Grafica 102 Dendograma Totalidad de Viviendas.

La gráfica muestra la similitud en la mayoría de los municipios al incorporar las 65 variables; Toluca y Xonacatlán presentan mayor disimilitud, sin embargo consideramos que la mayor parte de las variables tienen aplicación en el estudio de la metrópoli de Toluca.



5.- 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.

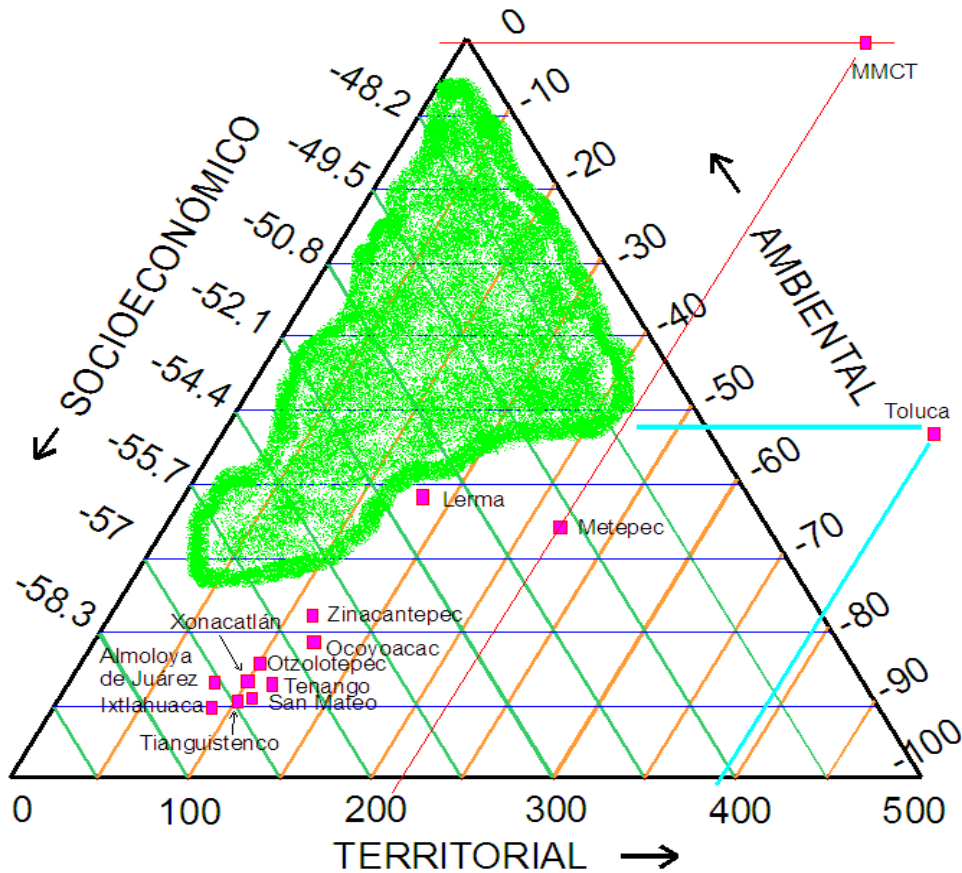
5.1.- Descripción

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.

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	Metepc	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	Tiangustenco	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

5.2.- Grafica Coordenadas de la Sustentabilidad Urbana Municipal



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.

5.3. Descripción Retrospectiva del Procedimiento para Obtener las Coordenadas Triangulares del “Superindicador de Sustentabilidad Municipal”

5.3.1. Paso Último

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

FASE 1: COORDENADAS MUNICIPALES DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL:

Para la **dimensión ambiental** se utilizaron los indicadores representados por las variables de cálculo,

V56, V58, V59, V64, V65.

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

$$\begin{aligned} \text{Dim_ambie} = & - 3.087367 + (3.782099 \times 10^{-2} \times V56) \\ & - 21.49535 + (0.2367966 \times V58) \\ & - 16.13274 + (0.1914049 \times V59) \\ & - 23.92652 + (0.2529003 \times V64) \\ & - 23.99333 + (0.2641952 \times V65) \end{aligned}$$

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

V38, V39, V40, V42BIS, V47, V51, V53.

$$\begin{aligned} \text{Dim_territor} = & 147.87 + (- 21.12 \times (\ln V38)) \\ & + 1.31 \times 10^{-4} \times (V39)^{1.915618} \\ & + 1.39 \times \exp(4.659537 \times 10^{-3} \times V40) \\ & + 0.0836265 \times (V42BIS)^{0.9347645} \\ & + 7.077486 \times 10^{-7} \times (V47)^{2.79384} \\ & + 0.1009481 \times (V51)^{1.251681} \\ & + 1.07125 \times 10^{-3} \times (V53)^{1.226247} \end{aligned}$$

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

V20, V 22, V31.

$$\begin{aligned} \text{Dim_socioe} = & \quad - 15.03856 + (0.228235 \times V20) \\ & - 23.66793 + (0.3538104 \times V22) \\ & - 21.87292 + (0.3375411 \times V31) \end{aligned}$$

5.3.2. 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)¹¹⁵ y ser incluidos en la fórmula del último paso. El paquete empleado para determinar el mejor ajuste fue NWA Stapak, versión 3.1

¹¹⁵ *En todo el proceso, se eliminó un indicador ambiental porque el paquete no lo admitía.*

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
INDICADORES QUE CORRELACIONARON SIGIFICATIVAMENTE CON SU DIMENSIÓN**

INDICADOR	DIMENSIÓN	DESCRIPCIÓN	MEJOR AJUSTE DEL INDICADOR CON SU DIMENSIÓN
20	SOCIOECONÓMICA	Inversión pública per cápita	Lineal
22		Producto interno bruto per cápita	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	Potencial
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
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

5.3.3.- 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 V26 (producción bruta total) y V27 (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: V4, V6, V7, V8, V12, V16, V17, V20, V22, V25, V28, V31, V35 y V36.

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, etc.

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
V42BIS69
V41BIS70
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) V42BIS69
- g) V42BIS69 -0.664477
- h) V42BIS69 -0.837338
- i) V41BIS70
- j) V41BIS70 -0.827668
- k) V41BIS70 -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 per cápita	R= 0.809	P= 0.001
V22	Producto interno bruto per cápita	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	P= 0.195
-----	--	----------	----------

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 DE BARRAS DE COMUNALIDADES DESPUÉS DE LA ROTACIÓN VARIMAX EN EL ANÁLISIS FACTORIAL (FACTORES DESCONOCIDOS, POR NOMBRAR):

INDICADORES	Factores		Comunalidad
	Factor 1	Factor 2	
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

Conclusiones

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.

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.

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.

El desarrollo capitalista dependiente y subordinado por el que transita la formación social mexicana ha significado desde el punto de vista biogeoquímico y ecológico la creciente degradación y destrucción de su medio natural, y desde el

punto de vista antropológico, social , económico, político y ético una crisis de conciencia frente a las crisis agraria, alimentaria, industrial, energética, económico financiera y urbana que se manifiesta en la pobreza, marginación, desempleo y endeudamiento externo en la mayoría de las poblaciones. Por otro, una concentración en muy pocas manos de la riqueza nacional y despilfarro de recursos naturales y humanos en un polo y otro de la estructura clasista de la sociedad mexicana.

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 productivas, 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 las 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 hay son desconocidas.

Igualmente, destaca el papel que juega la tecnología de la información de cara a la sustentabilidad futura de los asentamientos urbanos. Los beneficios de la misma se constatan actualmente en el aumento de los flujos de información, servicios y mercancías a nivel global. Este proceso de globalización, derivado de los avances en telecomunicación, favorece la dispersión de las actividades en el territorio, conformando una red mundial de ámbitos locales y territorios identificados por distintos patrones de competitividad y funcionalidad. Sin embargo, parece necesaria la orientación de este proceso también hacia la responsabilidad global de las ciudades en el proceso de deterioro de la calidad ambiental y pérdida de biodiversidad en el planeta. Para ello se ha de identificar la cuota o participación individual de las ciudades como se hace con la producción económica. De igual forma, con base en el análisis del capítulo primero, se define el modelo de interrelaciones urbano denominado ecosistema urbano que sirve de base para identificar los ámbitos más importantes para el análisis de la dinámica urbana.

Muchas son las definiciones existentes para los términos sinónimos *desarrollo sostenible*, *sostenibilidad* o *sustentabilidad*. No obstante, la más difundida es la enunciada en el 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, diría Norgaard que “muchas veces en sentidos totalmente opuestos al que pudiera parecer”, o simplemente como una “frase de moda” de significado espurio, señalaría Lelé.

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.

Otras características definitorias que suponen importantes dificultades a la hora de su cuantificación son: la *variabilidad*, en función al contexto territorial en que se estudia la sustentabilidad adquiere connotaciones distintas y en muchos casos antagónicas (Sherman, 1990); y la *naturaleza dinámica*, derivada de la evolución de los sistemas físicos y socioeconómicos (Daly, 1991).

La sustentabilidad para una sociedad, significa la existencia de condiciones económicas, ecológicas, sociales y políticas, que permitan su funcionamiento en forma armónica en el tiempo y en el espacio. En el tiempo, la armonía debe darse entre esta generación y las venideras; en el espacio, la armonía debe darse entre los diferentes sectores sociales, entre mujeres y hombres y entre la población con su ambiente.

Con el advenimiento del ser humano los impactos en la naturaleza ya no surgen únicamente a partir de necesidades biológicas, sino que abarcan toda una serie de instancias que surgen e influyen en la sociedad; por lo tanto la sustentabilidad debe abarcar tanto aspectos naturales como sociales.

En tal sentido, entendemos 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 no se comprometan las expectativas de las generaciones futuras.

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.

Sin duda, las ciudades no son viables para un tamaño mínimo, normalmente por motivos de costo de urbanización y dotación de equipamientos e infraestructuras. No obstante, también existen límites máximos, ecológicos y económicos. Con relativa facilidad, a partir de cierta escala, proporción o equilibrio entre lo urbano y lo natural, las ciudades fracasan desde el punto de vista ecológico, lo cual resulta evidente al analizar los balances de materiales, energía y agua.

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.

Como señalo Alberti, para el concepto de sustentabilidad urbana, es difícil de generalizar dado que ninguna ciudad es exactamente igual a otra, implicando que “las necesidades de los habitantes sean satisfechas sin imponer demandas no sostenibles para los recursos locales o globales”, así como “el tener la habilidad para aprender y modificar su propio comportamiento en respuesta a cambios ambientales”

En referencia a las políticas hacia la sustentabilidad, en este nuevo marco de interconexión global, las ciudades juegan un papel cada vez más significativo, posibilitando el nacimiento de nuevas áreas de centralidad en la red global, en base a la potenciación de los factores endógenos (como el ambiental, el turístico o el cultural), a través de los elementos tecnológicos y organizativos necesarios. 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.

No obstante, cierta pesadumbre alberga el hecho de que, si bien el grado de sofisticación de los modelos económicos va en aumento, todavía no se aportan respuestas claras, libres de hipótesis y supuestos, a preguntas tan sencillas como cuál es el valor total de un árbol y cómo se ha de incorporar dicha valoración a los procesos productivos que traducen un recurso natural en un input. De la revisión de la literatura en materia de desarrollo sostenible se puede deducir que el análisis económico por sí sólo adolece de importantes limitaciones, no únicamente ligadas a la falta de información, sino también referidas a la necesidad de un enfoque transdisciplinario.

De la revisión conceptual de la sustentabilidad realizada en el capítulo 2, se postuló una definición operativa para este trabajo, en línea con las consideradas en el apartado de la sostenibilidad urbana. Se trata de una definición que no se plantean restricciones a la sustitución entre tipos de capital. Asimismo, se referencian los indicadores en relación a la mejor situación de las existentes en la muestra de municipios, o lo que es lo mismo, la medición del desarrollo en términos de la sustentabilidad relativa. Que desde nuestro punto de vista, contribuyen a demostrar como la sustentabilidad es paradigma contradictorio.

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 Gallopín (1996, 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.

En este sentido definimos 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, 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.

Un aspecto importante es la definición de los valores de referencia sobre los que evaluar, en términos de distancias, los indicadores de sustentabilidad. Sobre este tema 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, con su utilización en la evaluación de políticas hacia la sustentabilidad, se obtienen resultados muy similares y por tanto complementarios.

Derivado del capítulo tercero, se definió un sistema de indicadores de sustentabilidad urbana, que se nutre de las fuentes consultadas en dicho capítulo, sobre todo la referida para la Metrópoli de Toluca. Estos indicadores se formularon en términos de ratio (base), con la idea de obtener medidas que indicaran la

eficiencia interna de las ciudades. Se distinguen tres subsistemas cuya integración da lugar para demostrar que la sustentabilidad es un paradigma contradictorio, estos son el ambiental, territorial y socioeconómico. Esta división supone también un compromiso con la división estadística tradicional de la información necesaria.

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 P2 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, etc.).

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 Klink, F. (1995). *Economía de los recursos naturales: un enfoque institucional*. Textos de S. V.. Ciriacy-Wantrup y K. W. Kapp. Madrid: Fundación Argentaria.
- Ahmad, Y., El Serafy, S. y Lutz, E. (1989): *Environmental accounting for Sustainable development*, The World Bank, Washington, D. C.
- Alberta Round Table on Environment and Economy Secretariat (1994): Creating Alberta's Sustainable Development Indicators. Environment Council of Alberta. Alberta, Canada.
- Alberti, M. y V. Bettini (1996): Sistemas urbanos e indicadores de sostenibilidad. En Bettini, V. (ed.): *Elementi di Ecologia Urbana*. Einaudi. Turín. Traducción al español en la Editorial Trotta (1998): 183-213.
- Alguacil, G. J. (2000). *Calidad de vida y praxis urbana. Nuevas iniciativas de gestión en la periferia social de Madrid*. Madrid: CIS/Siglo XXI.
- Allen, A. (1996) *Teoría y Metodología de la gestión ambiental el desarrollo urbano*, Universidad Nacional de Mar de Plata, Argentina
- Allen, A. (1996) *Teoría y Metodología de la gestión ambiental el desarrollo urbano*, Universidad Nacional de Mar de Plata, Argentina
- Allen, A. (1996). *Teoría y Metodología de la Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano*. Argentina: Centro de Investigaciones Ambientales, Facultad de Arquitectura y Diseño. Universidad Nacional de Mar de Plata.
- Altwater, Elmar.(2006)“¿Existe un Marxismo Ecológico? CLACSO, Biblioteca Virtual. Argentina bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/campus
- Amin, A. y S. Graham (1997): The ordinary city. Trans. *Institute of British Geographers*, (2: 411-429.)
- Arias V. R. (1997). *Toluca, la otra metrópoli mexicana*. Toluca, México: IAPEM.
- Ayres, R. U: (1999). *Materials, economics and the environment*. En Berfh, J. C. J. M. van den. (pp. 867-894) (ed): Handbook of environmental and resource Economics. Edward Elgar Pub. Ltd. Cheltenham.

- Azar, C.; J. Holmberg y K. Lindgren (1996): Socio-ecological indicators for sustainability. *Ecological Economics*, 18: 89-112.
- Azqueta Oyarzun, D.(1996). *Valoración Económica de la calidad ambiental*. Madrid: McGrawHill.
- Barnett, V. y A. O'Hagan (1997): Setting Environmental Standards. The statistical Approach to handling uncertainty and variation. Ed. Chapman & Hall.
- Bartelmus, P. (1994a): Environment, Growth and Development. The concepts and strategies of sustainability. Routledge. London.
- Bartelmus, P. (1994b): Towards a framework for Indicators of Sustainable Development. Department for Economic and Social information and Policy Analysis. Working Paper Series, 7. United Nations. New York.
- Bell, S. y S. Morse (1998): Sustainability Indicators: Measuring the Immensurable?. Earthscan Publications Ltd. London.
- Bergh, J.C.J.M. van den y H. Verbruggen (1999): Spatial sustainability, trade and indicators: an evaluation of the "ecological footprint". *Ecological Economics*, 29: 61-72.
- Bergh, J.C.J.M. van den y M.W. Hofkes (eds.)(1998): The Flag model. Theory and implementation of Sustainable Development modelling. Kluwer, Dordrecht.
- Bettini, V. (1996): *Elementi di Ecologia Urbana*. Einaudi. Turin. Traducción al español de la Editorial Trotta (1998).
- Blanco, J. (1996). *Área Metropolitana de Buenos Aires: Transformaciones territoriales en el marco de la globalización*. volumen XIII/núm. 67, diciembre, (pp. 7-16). Santiago de Chile: en EURE, Revista Latinoamericana de Estudios Urbanos-Regionales, Facultad de Arquitectura y Bellas Artes,
- Bocking, S. (1994): Visions of nature and society: a history of the ecosystem concept. *Alternatives*, 20 (3): 12-18.
- 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: (p.p.7-29).
- 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: (p.p.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. (pp 755-777). Toluca: El Colegio Mexiquense, A.C.

- 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.: 1-18.
- Bolívar, Augusto & otros (1993). *Metrópoli: Globalidad y modernidad*. Casa Abierta primera edición. México: Tiempo y UAM-A, ,
- Borja, J. & Castells, M. (1997). *Local y global. La gestión de las ciudades en el era de la información*. (pp 235-262). España: UNCHS y TAURUS.
- Bosch, P. (2001): Aggregating the EU headline Indicators. Workshop Measure and communicate sustainable development: A science and Policy Dialogue. European Environment Agency. Stockholm, 4-5 April.
- Boyden, S.; S. Millar; K. Newcombe y B. O'Neill (1981): *The ecology of a city and its people*. The Case of Hong Kong. Australian National University Press. Canberra.
- Brink, T. (1991): The AMOEBA approach as a useful tool for establishing sustainable development?. En Kuik, O. y H. Verbruggen (eds): In search of Indicators of Sustainable Development. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands: 71-89.
- Brink, T. y S.H. Hoesper (1989): Naar toetsbare ecologische doelstellingen voor het waterbeheer: de AMOEBA-benadering. H2O 1989 (22)/20: 612-617.
- Brundtland, G.H. (1987) Our Common Future. Oxford University Press.
- Cabeza Gútes, M. (1996): The Concept of Weak Sustainability. Ecological Economics, 17: 147-156.
- Caravaca, Inmaculada & otros (1995). *Efectos territoriales de la reestructuración productiva en España*. Vol. III, Núm. 106, invierno. (pp. 715-744). Ciudad y Territorio, estudios territoriales.
- Carley, M. (1981): Social Measurement and Social Indicators. Contemporary Social Research. George Allen & Unwin. London.
- Carreño, Fermín coord. (2003) *Planeación del territorio y ambiente en América Latina*. Tomos I y II. México: UAEM.
- Carreño, Fermín. coord. (2002) *Planeación en México: Región y Ambiente*. México: UAEM
- Casariego, R. J. (1995). *Sobre el espacio y la post-modernidad: Una reflexión desde la experiencia norteamericana*. En Ciudad y Territorio, estudios territoriales, Vol. III, Núm. 106, invierno, pp. 877-896.

- Castells, M. (2000). *La ciudad de la nueva economía*. en Revista Papeles de Población, CIEAP, Núm. 26, octubre-diciembre, en prensa.
- Castells, M. (1990): Estrategias de Desarrollo Metropolitano en las Grandes Ciudades Españolas: La articulación entre Crecimiento y Calidad de Vida. En VVAA (eds.): *Las Grandes Ciudades españolas en la década de los 90*. Ed. Sistema. Madrid.
- Castells, M. (1991): El Auge de la Ciudad Dual. *ALFOZ*, 24: 89-103.
- Castells, M. (1995). *La ciudad informacional. Tecnologías de la información, reestructuración económica y el proceso urbano-regional*. España: Alianza Editorial.
- Castells, M. (1997). *La era de la información. Economía, sociedad y cultura*. Volumen 1. España: Alianza Editorial.
- Castells, M. (1997): *La sociedad Red. La era de la información: economía, sociedad y cultura*. Vol.1. Alianza Editorial. Madrid.
- Castells, M. (2000). “*La ciudad de la nueva economía*” En Revista papeles de Población, CIEAP, Núm. 26. octubre-diciembre, en prensa.
- Castells, M. (2000). “*La ciudad de la nueva economía*” En Revista papeles de Población, CIEAP, Núm. 26. octubre-diciembre, en prensa.
- Castells, M. y P. Hall (1994): *Technopoles of the World. The making of 21st century industrial complexes*. Routledge. London.
- Castells, Manuel. (1989): *The Informational City: information technology, economic restructuring and the urban-regional process*. Blackwell. Oxford.
- Castro Bonaño, 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. 11-14 diciembre. Granada.
- Castro Bonaño, J.M. (1998): Algunas reflexiones sobre sistemas de indicadores de medio ambiente urbano. Actas del I Congreso Mundial sobre Salud y Medio Ambiente Urbano. 7-10 julio, Madrid.
- Castro Bonaño, J.M. (2000): Principales Tendencias en la Medición de la Sostenibilidad Urbana mediante Indicadores. En Instituto de Estadística de Andalucía (ed.): *Estadística y Medio Ambiente*. Sevilla.: 105-125
- Castro Bonaño, 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.

- Castro, E. (1996). *Propuesta conceptual y metodológica de directrices urbano-ambientales para el desarrollo regional. El caso de San Miguel Teotongo*. en Sustentabilidad y desarrollo ambiental. Calva, José Luis, coord.. Juan Pablos ed.
- Castro, Bonaño, (2002): *Indicadores de Desarrollo Sostenible Urbano*. Universidad de Málaga. España
- CCE (1990): *Libro Verde sobre el Medio Ambiente Urbano*. D.G. XI. Comisión de las Comunidades Europeas. Bruselas.
- CCE (1992): *Hacia la Sostenibilidad: V Programa comunitario de política y acción en relación al medio ambiente y el desarrollo sostenible*. COM(92) 23. Comisión de las Comunidades Europeas. Bruselas.
- CCE (1995a): *Jornadas de Elaboración de Agendas Locales 21. Instrumentos para la sostenibilidad urbana*. DG. XI. Comisión de las Comunidades Europeas. Bruselas.
- CCE (2000b): *Hacia un Perfil de la Sostenibilidad Local: indicadores comunes europeos*. Comisión de las Comunidades Europeas. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. Bruselas.
- 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.
- Chueca Goitia, F. (1968): *Breve Historia del Urbanismo*. Alianza Editorial. Madrid.
- Cicerchia, A. (1996): *Indicators for the measurement of the quality of urban life: What is the appropriate territorial dimension?.* Social Indicators Research, 39: 321-358.
- Clayton, A. y N. Radcliffe (1993): *Sustainability: A System Approach*. Earthscan Pub. Ltd. London.
- CMA (2001a): *Bases para un Sistema de Indicadores de Medio Ambiente Urbano en Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Cobb, C.W. y C. Rixford (1998): *Lessons learned from the history of social indicators. Redefining Progress*. San Francisco, CA.
- CONELIUS, A., Wayne, *Los inmigrantes pobres en la ciudad de México y la política*, México 1986, edit. Fondo de Cultura Económica.
- Constanza, R. (1991): *Assuring sustainability of Ecological Economic Systems*. En Constanza, R. (ed.): *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability*. New York, Columbia University Press.: 331-343.
- Cook, P. & Colin K. (1997). *Globalization, Regionalization and Third World Development*. en *Regional Studies* 31

- Coraggio, J. L. (1997) *“La Política urbana metropolitana frente a la globalización”*, En revista EURE Vol. XXIII, No. 69, p.p. 31-54, Santiago de Chile.
- Cuervo, M. L. & otros (1997). *Industria y ciudades en la era de la mundialización: un enfoque socioespacial*. primera edición. Colombia: Tercer Mundo Editores.
- Custance, J. y H. Hillier (1998): Statistical Issues in Developing Indicators of Sustainable Development. *Journal of the Royal Statistical Society A*, 161: 281-290
- Danilo Giori, «Introduzione», *Sul modo di produzione asiático*, Franco Angeli Editore, Milán, 1972.
- 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: p.p. 723-754).
- Delgado Cabeza, M. & A. Morillas, R. (1991). *Metodología para la incorporación del medio ambiente en la planificación económica. Monografías de Economía y Medio Ambiente*, n. 1. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla: Junta de Andalucía.
- Delgado Cabeza, M. y A. Morillas Raya (1991): *Metodología para la incorporación del medio ambiente en la planificación económica. Monografías de Economía y Medio Ambiente*, n. 1. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla.
- DELGADO, Javier, “De los anillos a la segregación. La Ciudad de México, 1950 - 1987”, en: *Estudios demográficos y urbanos*, vol. 5, Num.. 2, México 1990, edit. El Colegio de México.
- Douglas, I. (1983): *The Urban Environment*. Arnold. London.
- Doyle, Y.; D. Brunning; C. Cryer; S. Hedley y C.R. Hodgson (1996): *Healthy Cities Indicators: Analysis of data from cities across Europe*. World Health Organization Office for Europe. Copenhagen.
- 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 Federico, *Anti-Dühring*, Progreso, México, 1988., p. 23-24.
- Engels Federico, *Dialéctica de la naturaleza, Notas y fragmentos. Dialéctica-Causalidad*, Ed. Cártago, Buenos Aires, 1972, p. 185.
- ESQUIVEL, Teresa “Cambios recientes en la dinámica demográfica de la Ciudad de México”, en: *Metrópolis, Globalidad y Modernidad*, UAM-A, México 1993.
- Estebanez Álvarez, J. (1989): *Las Ciudades. Morfología y estructura*. Ed. Síntesis. Madrid.
- 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.
- FALCONI, FANDER. (2002) Economía y Desarrollo Sostenible ¿Matrimonio feliz o divorcio anunciado? FUNDACYT. Ecuador.
- Faucheux, S.; Muir, E.; O'Connor, M. (1997): Neoclassical theory of natural capital and “weak” indicators for sustainability. *Land Economics*, 15 (1): 29-42.
- Fernández Durán, R. (1993). *La explosión del desorden. La metrópoli como espacio de la crisis global*. Ed. Fundamentos. Madrid.
- Fernández Durán, R. (1996). Globalización, territorio y población. En MOPTMA (ed.): *Ciudades para un futuro más sostenible. Primer catálogo español de buenas prácticas*. Comité Español Habitat II. Madrid.
- Fernández, R. (1994) *Problemáticas ambientales y procesos del producción hábitat*, Barcelona, Godisa
- Fernández, R. (1994) *Problemáticas ambientales y procesos del producción hábitat*, Barcelona, Godisa
- Fernández, R. Op. Cit.
- Fisk, P.(1998). *Regional planning and sustainability, a conceptual model for urban rural linkage*. USA: Presented at The Harvard Graduate School of Design Colloquy on sustainability.

- Foladori, Guillermo y Naína, Pierri (Coord.) (2005), *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*, Colección América Latina y el Nuevo Orden Mundial. México: Miguel Ángel Porrúa, UAZ, Cámara de Diputados LIX Legislatura, ISBN 970-701-610-8
- Fricke, A. (1998): Measuring up to sustainability. *Futures*, 30 (4): 367-375.
- Friedmann, John (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: (p.p. 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.: "La relación medio ambiente-sociedad: algunos elementos para la comprensión de su complejidad". *Revista Paraguaya de Sociología*, año 30, N° 86, 1993.
- Gallopín, G.C. (1996): Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators, A system approach. *Environmental Modelling and Assessment*, 1: 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: 13-27.
- Gallopín, Gilberto (1997) "Indicators and their Use: Information for Decision-making". *Sustainability Indicators. Report of the project on indicators of Sustainable development Moldan & Billharz (Eds)* SCOPE. 58, Inglaterra.
- GARCÍA, Guadalupe, " A pesar del saneamiento de las finanzas, se agudiza la concentración de riqueza y persiste el desempleo en el D.F." *El financiero*, México 21 de abril de 1993.
- Garza, G. (2000) (coord) *La ciudad de México en el fin del segundo milenio* Gobierno del Distrito Federal y COLMEX, México.
- Garza, Gustavo "Atlas de la ciudad de México" *Colmex- GDF.2001*
- GARZA, Gustavo y Araceli DAMIAN, " Ciudad de México. Etapas de crecimiento, infraestructura y equipamiento" en: *Espacio y vivienda en la Ciudad de México*, México 1991, El Colegio de México.
- GARZA, Gustavo, "El proceso e industrialización en la ciudad de México 1821-1970". El Colegio de México, México 1985.
- Geddes, P. (1915): *Cities in Evolution*. William and Norgate. London.

- Georg Lukacs, «Historia y conciencia de clase» en *Obras completas*, vol. III, Grijalbo, México, 1960, p. 245.
- Georgescu-Roegen, N. (1971): *The Entropy Law and the Economic Process*. Harvard University Press. Cambridge. MA.
- Giancaspero, Paola F.(S/F)Manual de certificación de la Sustentabilidad. Instituto de Ecología Política. Chile es la referencia de los objetivo de sustentabilidad en lo ecológico, en lo político,etc
- Girardet, H. (1992): *The Gaia Atlas of Cities. New directions for sustainable urban living*. Gaia Books Limited. London. 2ª Ed. revisada en 1996.
- Godelier Maurice, «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, 1969.
- Gustavson, K.R.; S.C. Lonergan y J. Ruitenbeek (1999): Selection and modeling of sustainable development indicators: a case study of the Fraser River Basin, British Columbia. *Ecological Economics*, 28: 117-132.
- Hall, P.G. (1988): *Cities of Tomorrow*. Basil Blackwell. Oxford.
- Hamilton, K. (1991): *Organizing Principles for Environment Statistics*. Statistics Canada. Ottawa.
- Hammond, A.; A. Adriaanse; E. Rodenburg; D. Bryant y R. Woodward (1995): *Environmental Indicators: A systematic Approach to measuring and reporting on environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development*. World Resources Institute. Washington, DC.
- Hanley, N. (2000): Macroeconomic measures of “sustainability”. *Journal of Economic Surveys*, 14 (1): 1-30.
- Hardi, P. y T. Zdan (eds.)(1997): *Assessing Sustainable Development: Principles in Practice*. Report of the Conference on Sustainable Development Performance Measurement. Bellagio. Italy 4-8 november 1996. IISD, Winnipeg.
- HARDOY, Jorge. El proceso de Urbanización. En *América Latina en su arquitectura*, compilador Roberto Segre. Trillas, México 1998.
- Harman, H.H. (1976): *Modern Factor Analysis*. University of Chicago Press. Chicago.
- 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* ed. Madrid.

- Hediger, W. (2000): Sustainable development and social welfare. *Ecological Economics*, 32: 481-492.
- Hernández, E. J. C. (1999). *Planeación y regulación de los usos del suelo. Las Zonas Especiales de Desarrollo Controlado*. Tesis de Maestría en Planeación y Políticas metropolitanas. México: UAM-A.
- Hiernaux, D. (1997). *Espacios, temporalidades y regiones*. en *Ciudades*, núm. 34, México: RNIU.
- Hinterberger, F.; F. Lucks y F. Schmidt-Bleek (1996): Material flows vs. "natural capital". What makes an economy sustainable?. *Ecological Economics*, 23: 1-14.
- Iani, O. (1998). *Teorías Sobre la Globalización, México, Siglo XXI*.
- Ibidem. Así como el replanteamiento del funcionamiento del estado, el mercado, la política, la utilización de alternativas tecnológicas y productivas bajo un nuevo contexto entre las relaciones sociedad naturaleza donde se mitiguen su deterioro y sobreexplotación.
- ICLEI (1998): *Guía Europea para la Planificación de las Agendas 21 Locales*. Ed. Bakeaz. Bilbao.
- IIUE (1994): *The European Sustainability Index Project. Project Report*. The International Institute for the Urban Environment. The Netherlands.
- INEGI, "XI Censo Nacional de Población y Vivienda 1990.
- INEGI, "XII Censo Nacional de Población y Vivienda 2000.
- Isla Pera, M. (2000): Información ambiental local o indicadores para la gestión local. En Instituto de Estadística de Andalucía (ed.): *Estadística y Medio Ambiente*. Sevilla: 145-159.
- IUCN/WWF/UNEP (1991). *Cuidar la tierra: Estrategia para el Futuro de la Vida*. IUCN/WWF/UNEP. London.
- Knox, P. y P. Taylor (eds.)(1995): *World cities in a world system*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Kosko, B. (1990): Fuzziness vs. probability. *Int. J. gen. Syst.*, 17: 211-240.
- Kosko, B. (1992): *Neural Networks and Fuzzy Systems*. Prentice-Hall. Toronto.
- Kostof, S. (1991): *The City Shaped: urban patterns and meanings through history*. Little, Brown. Boston.

- Kuik, O.J. y A.J. Gilbert (1999): Indicators of Sustainable Development. En Bergh, J.C.J.M. van den (ed.): Handbook of Environmental and Resource Economics. Edward Elgar Pub. Ltd. Cheltenham, UK.: 722-730.
- Lange Oscar, *Economía política*, Fondo de Cultural Económica, México, 1966, p. 19.
- Leff, E. (1994) 4ª. *Ecología y Capital*. De siglo XXI.
- Leff, E. (1994b). *Ecotechnological productivity: the emergence of a concept, its implications and applications for sustainable development*. Palma de Mallorca: Ponencia presentada en: Second international Conference on "Implications of Bioeconomics" European Association for Bioeconomics Studies. Dragan European Foundation.
- Leff, E. (1998). Saber ambiental. Sustentabilidad, racionalidad, complejidad y poder., México: PNUMA, CIICH. Siglo XXI. (p.p. 269-275). Entonces el efecto de la concatenación de las diversas actividades en los procesos y en los recursos sociales y económicos tiene implicaciones en la calidad de vida por lo que se consideran disturbios socio ambientales.
- Leff, E. (1998). Saber ambiental. Sustentabilidad, racionalidad, complejidad y poder., México: PNUMA, CIICH. Siglo XXI.
- Leff, E. Op. cit.
- Legorreta, J. (1983) El proceso de urbanización en las ciudades petroleras: México. Centro de ecodesarrollo (p.p. 63-110). Entre estos procesos de transformación de las propiedades colectivas de carácter agrario en formas de propiedad privada mediante un mecanismo que convierte la tierra en mercancía introduciéndola al proceso de acumulación.
- Lenz, R.; I. G. Malkina-Pykh y Y. Pykh (2000): Introduction and overview. Special issue on Environmental Indicators and indices. *Ecological Modelling*, 130: 1-11.
- Leontief, W. (1941): *The structure of the American Economy, 1919-1939*. Oxford University Press. Oxford.
- Levett, R. (1998): Sustainability indicator – integrating quality of life and environmental protection. *Journal of Royal Statistical Society, A*, 161: 291-302.
- Lezama, J. L. (2001) *El medio ambiente hoy*. México: El Colegio de México.
- Lezama, J. L. (1996) *La sociología urbana hoy*. El Colegio de México.
- Lezama, José Luis (1993). *Teoría social espacio y ciudad*. (pp. 117-134). México: El Colegio de México.
- Lipietz, A. & Leborgne, D. (1990). *Nuevas tecnologías, nuevas formas de regulación: algunas consecuencias espaciales*. en Albuquerque, F. Y otros, *Revolución*

tecnológica y reestructuración productiva: impactos y desafíos territoriales, Argentina: ILPES / ONU y IEU / PUC.

- Lipietz, A. (1990) *El capital y su espacio, Siglo XXI*. México: Editores
- Liverman, D.M.; M.E. Hanson; B.J. Brown y R.W. Meredith (1988): Global sustainability: toward measurement. *Environmental Management*, 12 (2): 133-143.
- López, I. I. (1998). *El impacto urbano de la reestructuración económica y Globalización*. En Red Iberoamericana de investigadores sobre Globalización y territorio, IV seminario internacional, Colombia.
- Lotka, A.J. (1925): *Elements of physical biology*. 3rd. Ed. 1956.
- Lynch, K. (1965). La ciudad como medio ambiente. *Scientific American*, 4. Madrid.
- Lynch, K. (1981): A theory of good city form. MIT Press. Cambridge, MA.
- Malthus, T.R. (1986): *An Essay on the Principle of Population*. (1^a edición de 1798). Pickering. London.
- Margalef, R. (1992): *Ecología*. Editorial Planeta. Barcelona.
- Martín Guzmán, M. P. (1988). *Métodos estadísticos en el análisis regional*. (149-170). *Revista de Estudios Regionales*.
- Martínez Alier, J. (1987): *Ecological Economics: Energy, Environment and Society*. Oxford. Basil Blackwell.
- Martínez Alier, J. (1992): *De la Economía Ecológica al Ecologismo Popular*. ICARIA. Barcelona.
- Martínez Alier, J. (1999): *Introducción a la Economía Ecológica*. Rubes. Barcelona.
- Martínez Alier, J. y Schlupmann, K. (1991): *La Ecología y la Economía*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Martínez, A. J. (1994) *Curso Básico de Economía Ecológica*. PNUMA.
- Marx Karl, (1968) *La ideología alemana*, Trad. de W. Roces en la edición Pueblos Unidos, Montevideo, pp. 675.
- Marx-Engel, (1972) *El Manifiesto Comunista*, editorial Progreso. México
- Marx,K.: *El Capital*, tomo 1. México, Siglo XXI, 1988.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. y W.W. Behrens III (1972): *The limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. London. Earth Island Press.

- Mega, V. y J. Pedersen (1998): *Urban Sustainability Indicators*. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions. Dublin.
- Mercado, Angel. "Ciudad de México. Proceso de poblamiento durante el siglo XX (cuadro resumen por periodos, décadas y variables explicativas)". Estudio comparativo no publicado. CIAD-UAM-X. PRADILLA, Emilio, "Desarrollo capitalista dependiente y proceso de urbanización de América Latina, *Revista Interamericana de Planificación*, Vol. XV, Num. 57, México, marzo de 19981.
- Mignaqui, I. (1999). *Los nuevos patrones de urbanización en la Región Metropolitana de Buenos Aires: los resultados de un ordenamiento territorial desregulado*. ponencia presentada en el V Seminario Internacional de la Red de Investigación sobre Globalización y Territorio, Toluca, México, 21 al 24 de septiembre de 1999.
- Mitchell, B. (1999): *La gestión de los recursos y del medio ambiente*. Ed. Mundiprensa, Madrid.
- 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.
- Monnet, J. (1999) "*Globalización y territorializaciones "areolar" y "reticular": los casos de los Ángeles la ciudad de México*", ponencia presentada en el V Seminario Internacional del la Red Iberoamericana de Investigación, Toluca, Méx. 21-24 septiembre.
- Monroy, R. & Colín H. (1995). *Manejo integrado de Recursos*. Cuernavaca, Morelos: UAEM CIB. Laboratorio de Ecología. (p.p. 148).
- Monroy, R. (1996) *El desarrollo sustentable al alcance de la sociedad civil*. En Videla, G. (coord). *Por un desarrollo sustentable para la economía campesina*. Cuernavaca, Morelos: DE. (pp. 21-26)
- Morrillas, Antonio Raya (2000) *Introducción al Análisis de Datos Difusos*. Universidad de Málaga, Departamento de Estadística y Econometría: Curso de Doctorado en Economía.
- Mumford, L. (1961): *The City in history*. Harcourt, Brace & Jovanovich. New York.
- Munda, G.; P. Nijkamp y P. Rietveld (1995): *Qualitative multicriteria methods for fuzzy evaluation problems: an illustration of economic-ecological evaluation*. *European Journal of Operational Research*, 82: 79-97.
- Naredo, J.M. (1991). *El crecimiento de la ciudad y el medio ambiente*. En Rodríguez, J. (ed.): *Las grandes ciudades: debates y propuestas*. Economistas Libros. Madrid.

- Naredo, J.M. (1996a): Sostenibilidad, diversidad y movilidad horizontal en los modelos de uso del territorio. En MOPTMA (ed.): Ciudades para un futuro más sostenible. Primer catálogo español de buenas prácticas. Comité Español Habitat II. Madrid.
- Naredo, J.M. (1996b): Sobre la insostenibilidad de las actuales conurbaciones y el modo de paliarla. En MOPTMA (ed.): *Ciudades para un futuro más sostenible. Primer catálogo español de buenas prácticas*. Comité Español Habitat II. Madrid.
- Naredo, J.M. y J. Frías (1988). *Flujos de energía, agua, materiales e información en la Comunidad Autónoma de Madrid*. Consejería de Economía. CAM. Madrid.
- 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.
- Neumann, J. von y O. Morgenstern (1944): *Theory of games and economic behaviour*. Princeton university Press. Princeton.
- Nijkamp, P. y Ouwensloot, H. (1997): A decision support system for regional sustainable development: The Flag model. Tinbergen Institute Discussion Papers, nº 74. Tinbergen Institute. Amsterdam.
- Nijkamp, P. y R. Vreeker (2000): Sustainability assessment of development scenarios: methodology and applications to Thailand. *Ecological Economics*, 33: 7-27.
- Nilsson, J. y S. Bergström (1995): Indicators for the assessment of ecological and economic consequences of municipal policies for resource use. *Ecological Economics*, 14: 175-184.
- Novaes, E. (1996). *La metropolización en América Latina*. En Neira, E. *El desarrollo sustentable y las metrópolis latinoamericanas*. México: COLMEX. (p.p. 79-92).
- NOVOA, Cesar, *Desarrollo urbano en México. Periodos pre-clásico y clásico*. México 1990, edit UNAM.
- OCDE (1994). *Environmental indicators*. Organization for Cooperation and Development, Paris.
- Odum, E.P. (1953): *Fundamentals of Ecology*. 1ª Ed. Philadelphia: W.B. Saunders.
- OECD/OCDE (1978): Urban Environmental Indicators. OCDE Paris.
- OECD/OCDE (1993): OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews. Environment Monographs Nº 83. OCDE Paris.
- OECD/OCDE (1994): Environmental Indicators. OECD Core Set OCDE Paris.
- OECD/OCDE (1997): Better understanding our cities. The role of urban indicators. OCDE Paris.

- OECD/OCDE (1998): Core Set of Indicators of Development Progress. Development Assistance Committee. DAC (98)6. OCDE Paris.
- OECD/OCDE (2001b): Políticas to enhance sustainable development. OCDE Paris.
- Opschoor, H. y L. Reijnders (1991): Towards sustainable development indicators. En Kuik, O. y H. Verbruggen (eds.): In search of Indicators of Sustainable Development. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands: 7-27.
- Ott, W.R. (1978): Environmental Indices: Theory and Practice. Ann Arbor Science. Michigan.
- Ott, W.R. (1995): Environmental Statistics and Data Analysis. Lewis Publishers. Boca Raton. California.
- Padilla G., S. (1996). *Ciudades en expansión y transformación. Crecimiento y estructura urbana en ciudades mexicanas.* en Anuario de Estudios Urbanos, Núm. 3. México: UAM-A,
- Passet, R. (1996): *Principios de Bioeconomía.* Fundación Argentaria. Madrid.
- Pena Trapero, J. B. (1977): *Problemas de la medición del bienestar y conceptos afines. Una aplicación al caso español.* INE. Madrid.
- 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 Cartago,* Costa Rica: LUR/BUAP/GIM. (p.p. 29-58).
- Polese, M. (1998). *Economía urbana y regional,* Libro Universitario Regional (EULAC / GTZ).
- Puente, S. (1996). *Vulnerabilidad urbana y desarrollo sustentable.* en Sustentabilidad y desarrollo ambiental. Tomo II. Calva, José Luis, coord. Juan Pablos ed.
- Quiroga, Rayén (2001): *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas.* Comisión Económica para América Latina, Serie Manuales 16, Santiago de Chile. *Disponible en www.eclac.cl*
- Quiroga, Rayén (2004) *Información Ambiental en el Desarrollo de la Sustentabilidad de América Latina.* Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL.
- Ramírez V. B. (1991) (Comp.) *Nuevas tendencias en el análisis regional.* México: UAM-X.
- Ramírez, K. P. (1997). *Centros urbanos y megaproyectos comerciales: una revisión crítica del esquema de planeación* en Eibenschutz H., R. (Coord.) Bases para la planeación del desarrollo urbano en la ciudad de México. Tomo II. México, D.F: UAM-X y Miguel Ángel Porrúa.

- Rees, W.E. (1992): Ecological footprint and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environment and Urbanization*. 4 (2): 121-130.
- Rees, W.E. (1996): Revisiting carrying capacity: area-based indicators of sustainability. *Population and Environment*, 17 (3): 195-215.
- Rifkin, J. (1990): *Entropía. Hacia un mundo invernadero*. Editorial Urano. Barcelona.
- Robledo, H. y Eichman E., (1990). *Antología de diseño urbano*. Facultad de Arquitectura. División de estudios de posgrado, México: UNAM
- Rodríguez, Solórzano Claudia, (2002) Diseño de Indicadores de Sustentabilidad por cuencas hidrográficas. Instituto Nacional de Ecología -Dirección de Manejo Integral de Cuencas Hídricas. México.
- Roseland, M. (ed.) (1997): *Eco-city Dimensions: Healthy Communities, healthy Planet* New Society Publishers, Gabriola Island. BC.
- Rueda, S. (1996a): La ciudad compacta y diversa frente a la conurbación difusa. En MOPTMA (ed.): *Ciudades para un futuro más sostenible. Primer catálogo español de buenas prácticas*. Comité Español Habitat II. Madrid.
- Rueda, S. (1996c): Metabolismo y complejidad del sistema urbano a la luz de la ecología. En MOPTMA (ed.): *Ciudades para un futuro más sostenible. Primer catálogo español de buenas prácticas*. Comité Español Habitat II. Madrid.
- Rutherford, I. (1997): Use of models to link indicators of sustainable development. 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: 54-58.
- Sarandón SJ (2002) Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. E.C.A. Ediciones Científicas Americanas: 557p Argentina
- SCHTEINGART, Martha y CRUZ, Marisol, " Procesos sociales, desarrollo urbano, y medio ambiente: El caso del Área Metropolitana de la Ciudad de México", *Seminario de urbanización y medio ambiente en países subdesarrollados*, El Colegio de México, México 1982.
- Scott, S.; B. Nolan y T. Fahey (1996): *Formulating environmental and social indicators for sustainable development*. The Economic and Social Research Institute. Dublin.
- Shunt, W. (1993): "Algunas reflexiones en torno a la ecología y el urbanismo". *Historia y Ecología: Ayer*.
- Silvert, W. (2000): Fuzzy indices of environmental conditions. *Ecological Modelling*, 130: 111-119.

- Smith, Adam (1776): *La Riqueza de las Naciones*. Edición de Rodríguez Braun, C. (1994). Alianza Editorial. Madrid.
- Stern, F.W. y T. Montag (1974): *The Urban Ecosystem. The holistic Approach*. Dowde, Hutchinson and Ross, Stroudsburg. Pennsylvania.
- STPS, " El sector informal en México" *Cuadernos del trabajo STPS*, México 1993, p. 103.
- Sustainable Seattle (1995): *Indicators of Sustainable Community*. Metro Center YMCA, Seattle. WA.
- Talía Gaona Arredondo, César Ángel Peña Salomón, Raúl Venegas Cardoso Elba Alicia Corona Zambrano, Jorge Augusto Arredondo Vega, Oswaldo Baeza Herrera, Rosa Imelda Rojas Caldera. (s/f) *Planeación Urbana Y Regional; un enfoque hacia la sustentabilidad*. Universidad Autónoma de Baja California, Plaza y Valdés Editores. México.
- Terradas, J.; M. Parés y E. Pou (1985): *Descobrir el Medi Urbá. Ecología d'una ciutat: Barcelona*. Centre del medi urbá. Ayuntamiento de Barcelona.
- Toledo, V. (1994). Tres problemas en el estudio de la aprobación de los recursos naturales y sus repercusiones en la educación. En Leff, Enrique (coord.) *Sociología y ambiente formación socioeconómica, racionalidad ambiental y transformaciones del conocimiento. Ciencias sociales y formación ambiental*. Gedisa Barcelona: (p.p. 157-180).
- Turner, R.K. (1999): *Environmental and Ecological Economics perspectives*. En Bergh, J.C.J.M. van den (ed.): *Handbook of Environmental and Resource Economics*. Edward Elgar Pub. Ltd. Cheltenham, UK: 1001-1033.
- UNCED/CNUMA (1992): *Agenda 21. Report of the United Nations Conference on Environment and Development*. Rio de Janeiro, 3-14 June 1992. Naciones Unidas. New York.
- UNCED/CNUMA. (1992). *Report of the United Nations Conference on Environment and Development*. Rio de Janeiro, 3-14 June 1992. Naciones Unidas. New York.
- UNCHS (1997a): *Indicators Programme*. Centre for Human Settlements (Habitat), Nairobi.
- UNCHS (1997b): *Monitoring Human Settlements with urban indicators*. Global Urban Observatory. Centre for Human Settlements (Habitat). Nairobi.
- UNCHS/UNEP (2000): *The Urban Environmental Forum, 2000 Summary Report*. UNEP, UNCHS.
- UNCSD (1996): *Indicators of Sustainable Development: Framework and Methodologies*. United Nations Commission on Sustainable Development New York.

- UNDP/PNUD (1992): Human Development Report, 1992. Oxford University Press. New York and Oxford.
- UNDP/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.
- URRUTIA, Alonso y BALLINAS, Víctor, “ Aporta el Distrito federal 36% del producto interno bruto” *La Jornada*, México 9 de marzo de 1993.
- URRUTIA, Alonso y BALLINAS, Víctor, “ Aporta el Distrito federal 36% del producto interno bruto” *La Jornada*, México 9 de marzo de 1993.
- URRUTIA, Alonso y BALLINAS, Víctor, “Percibe 2% de la población del D.F. 300 millones al año; 75% es pobre”, *La Jornada*, México 10 de marzo de 1993.
- VELÁZQUEZ, Luz Stella Barrero, (2003): Propuesta de una Metodología de planificación Urbano Sostenible. Universidad Politécnica de Catalunya. España
- Victor, P. (1994): Natural capital, substitution and indicators of sustainable Development. 3rd Meet ISEE. Costa Rica.
- Vitousek, P.; H.A. Mooney; J. Lubchenco y J.M. Melillo (1997): Human domination of earth's ecosystems. *Science*, **277**: 494-499.
- Wackernagel, M.; L. Onisto; A. Callejas Linares; I. S. López Falfán; J. Méndez García; A. I. Suárez Guerrero y M^a.G. Suárez Guerrero (1997). *Ecological Footprints of Nations: How Much Nature Do They Use? How Much Nature Do They Have?* Commissioned by the Earth Council for the Rio+5 Forum. International Council for Local Environmental Initiatives. Toronto.
- Ward, P. M. (1990). *México una megaciudad*. México: Alianza. (133-160).
- Wefering, F.M.; Danielson, L.E. y White, N.M. (2000): Using the AMOEBA approach to measure progress toward ecosystem sustainability within a shellfish restoration project in North Carolina. *Ecological Modelling*, 130: 157-166.
- Wells, P.S. (1984): *Farms, villages and cities. Commerce and Urban Origins in Late Prehistoric Europe*. Cornell University Press.
- Wilson, J.; B. Low; R. Constanza y E. Ostrom (1999): Scale misperceptions and the spatial dynamics of a social-ecological system. *Ecological Economics*, 31: 243-257.

- Wolman, A. (1965): The metabolism of the city. *Scientific American*, **213**: 179.
- 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, Infrastructure 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.* World Economic Forum. Annual Meeting in Davos, Switzerland
- Zarzosa Espina, P. (1996). Aproximación a la medición del Bienestar Social. Universidad de Valladolid. Valladolid.

BIBLIOGRAFIA PAGINAS WEB

- <http://www.fundacionsustentable.org/contentid-61.html>
- <http://www.ecoport.net/>
- <http://www.union.org.mx/agua/novedades/amnca.htm>
- <http://www.iiec.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/0201intro.jsp>
- <http://www.fundacionsustentable.org/contentid-61.html>
- 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://desarrollosustentable.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://ww.semarnat.gob.mx/presenciainternacional/mecanismosdecooperaciontecniciaycientifica/Multilaterales/Fondo%20Mundial%20para%20el%20Medio%20Ambiente.pdf>
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> ----- 2009 International Institute
for Sustainable Development
<http://www.oei.es/decada/index.html>
<http://www.planetavivo.org>

ANEXO

MATRIZ DE INDICADORES

Cia	Nombre	Formula	Fuente de Formula	Fuente de datos	Año	PS	UM	Municipios													
								Aimoloya de Juarez	Inhahaca	Lerma	Metepc	Ocoyoacac	Ozoloaya	San Mateo	Tenango	Tlanquiltenco	Toluca	Xonacatlan	Zinacantan	MMCT	
IND. SOCIOECONOMICOS																					
1	Población Total	INEGI	Instituto Nacional de Estadística	XII Censo General de Población y Vivienda	2000	-	Pob.	6.74	7.02	6.09	11.86	3.03	3.51	3.14	3.64	3.97	3.56	40.64	2.52	7.43	100.00
2	Población 6+ 24 años	INEGI	Instituto Nacional de Estadística	XII Censo General de Población y Vivienda	2000	+	Pob.	41.74	43.67	39.42	38.18	38.51	42.71	41.42	40.18	40.45	38.71	41.25	41.95	39.89	100.00
3	Población Envejecida de 64 años y más	INEGI	Instituto Nacional de Estadística	Estadística Básica Municipal	2000	-	Pob.	3.99	4.45	4.21	3.40	4.40	3.75	3.18	4.70	4.64	9.03	4.07	3.66	6.02	
4	Índice de Desarrollo Relativo al Género	IDH	Programa de Naciones Unidas	Índice de Desarrollo Humano	2005	+	Pob.	0.69	0.70	0.77	0.85	0.78	0.71	0.77	0.76	0.77	0.81	0.75	0.76	0.76	
5	Índice de Desarrollo Humano	IDH	Programa de Naciones Unidas	Índice de Desarrollo Humano	2005	+	Pob.	0.72	0.73	0.79	0.86	0.80	0.74	0.79	0.76	0.77	0.83	0.77	0.78	0.78	
6	Índice de Marginación	INEGI	Instituto Nacional de Estadística	Estadística Básica Municipal	2004	-	Pob.	0.987	0.8212	-0.7000	-1.5734	-0.7773	0.1830	-0.7017	0.0255	-0.340	-0.0355	-0.3814	-0.1528	0.4000	
7	Índice de Educación	IDH	Programa de Naciones Unidas	Índice de Desarrollo Humano	2005	+	Pob.	0.75	0.76	0.82	0.89	0.84	0.77	0.83	0.78	0.82	0.84	0.81	0.80	0.81	
8	Población Analfabeta mayor de 15 años	Pobana15=(Pobana15/Pobtot)*100	Instituto Nacional de Estadística	XII Censo General de Población y Vivienda	2000	-	Pob.	8.89	9.91	4.90	1.87	4.05	8.28	3.64	7.34	4.34	3.99	6.06	6.41	5.06	
9	Alumnos inscritos en bachillerato	Pobaluprim=(Alumbach/Pobtot)*100	Elaboración Propia con base a Id	Estadística Básica Municipal	3-2004	+	Alumn.	0.717	2.711	3.217	3.520	2.145	1.141	0.884	1.837	3.129	4.048	2.244	1.653	2.998	
10	Alumnos inscritos en profesional técnico	Pobaluprim=(Alumprof/Pobtot)*100	Elaboración Propia con base a Id	Estadística Básica Municipal	3-2004	+	Alumn.	0.000	0.000	1.476	3.448	0.913	0.000	0.000	0.000	1.809	0.925	0.000	2.946	1.185	
11	Alumnos inscritos en Licenciatura	Pobaluprim=(Alumlic/Pobtot)*100	Elaboración Propia con base a Id	Estadística Básica Municipal	3-2004	+	Alumn.	0.653	2.152	0.000	3.297	0.000	0.406	0.000	0.000	3.164	3.102	0.000	1.112	1.982	
12	Índice Especializado de Educación Media Superior	IEMS=(A_Bach+A_Prec+A_Lic)/Pob T	Instituto Nacional de Estadística	Corteo de Población y Vivienda	2004	+	Alumn.	1.37	4.86	4.69	10.27	3.06	1.55	0.88	1.84	8.10	8.07	2.24	4.71	6.16	
13	Número de Bibliotecas con acervo Público	INEGI	Instituto Nacional de Estadística	XII Censo General de Población y Vivienda	2001	+	Biblio	6.31	7.21	11.71	15.33	4.50	1.80	1.80	8.11	10.81	20.72	4.50	7.21	100.00	
14	Número de Escuelas	INEGI	Instituto Nacional de Estadística	XII Censo General de Población y Vivienda	2001	+	Esc.	8.94	9.15	8.32	12.43	2.69	3.91	2.34	4.51	4.32	35.91	2.58	6.29	100.00	
15	% Concentración del Poder Adquisitivo 0-2	CPA=(PEAo-2sm/PEAo)*100	Instituto Nacional de Estadística	XII Censo General de Población y Vivienda	2000	-	Salario	35.12	30.95	13.30	9.32	14.00	20.39	14.81	18.45	22.59	11.58	19.35	15.64	18.79	
16	Índice de Dependencia Económica	IDE=(Pob0-14+P65+)/P15-64*100	Instituto Nacional de Estadística	XII Censo General de Población y Vivienda	2000	-	Pob.	65.40	59.12	62.62	49.98	48.30	43.22	61.22	46.78	49.66	57.23	43.11	66.40	48.97	
17	Población Económicamente Activa	PEA=(PEA/pobtot)*100	Instituto Nacional de Estadística	XII Censo General de Población y Vivienda	2000	+	Pob.	26.58	26.40	32.49	38.00	34.93	29.80	34.82	4.56	32.95	35.58	33.07	29.74	32.35	
18	Población Desocupada	Pd=(P/PEA)*100	Instituto Nacional de Estadística	XII Censo General de Población y Vivienda	2000	-	Pob.	1.68	1.15	1.61	1.67	1.36	1.87	1.14	0.67	1.14	1.85	1.88	3.08	3.66	
19	Índice de Actividad Económica	IAE=(Psec+PsecC+PsecS)/Ptotal	Instituto Nacional de Estadística	Censo Económico Municipal	1999	+	Pob.	2.32	3.20	22.47	8.78	12.85	4.31	19.72	6.15	18.79	17.08	5.11	5.17	12.44	
20	Inversión Pública per cápita	IP=Inv/Potot	Instituto de Geografía, Estadística	Estadística Básica Municipal	2004	+	Pesos	6.87	4.22	3.59	5.36	4.04	3.36	5.36	3.48	4.68	11.42	0.07	66.85		
21	Inversión Pública por Sector	IP=Inv	Instituto de Geografía, Estadística	Estadística Básica Municipal	2004	+	Pesos	6.94	3.92	6.25	14.8	2.12	1.81	3.18	2.31	56.89	1.88	5.43	100.00	100.00	
22	Producto Interno Bruto Per cápita	PIBP=(PIBTotal/PobTotal)*100	Instituto Nacional de Estadística	XII Censo General de Población y Vivienda	2000	+	Millones	3.04	2.46	17.27	6.66	9.70	2.73	10.26	4.02	15.67	20.19	3.20	4.81	100.00	
23	Producto Interno Bruto Municipal	INEGI	Instituto Nacional de Estadística	XII Censo General de Población y Vivienda	2001	+	Millones	1.66	1.40	8.51	6.39	2.38	0.76	3.02	1.36	4.52	66.44	0.65	2.89	100.00	
24	Deuda Pública per cápita	DPP=Deu/Potot	Instituto de Geografía, Estadística	Estadística Básica Municipal	2004	-	Pesos	14.78	7.56	18.44	11.91	2.75	13.52	7.56	0.00	4.35	1.15	7.45	10.54	100.00	
25	Índice de inversión para el Desarrollo	IPDI=(OP+InvE+InvAH+InvS+InvA+InvI)/P	Instituto de Geografía, Estadística	Estadística Básica Municipal	2004	+	Pesos	20.59	11.87	24.72	42.08	7.76	5.92	5.52	27.46	35.22	19.88	36.58	19.44	21.11	
26	Producción Bruta Total	PBT=(sumac/sec.mpio*100)/sumafPBT	Instituto Nacional de Estadística	Anuario Estadístico	1999	+	Miles de	0.96	0.30	13.64	2.06	4.10	0.73	4.30	0.70	7.21	64.64	0.14	1.58	100.00	
27	Valor Agregado Censal Bruto Total	VACB=(sumac/sec.mpio*100)/sumaVAC	Instituto Nacional de Estadística	Anuario Estadístico	1999	+	Miles de	0.80	0.48	14.02	3.01	3.55	0.53	4.06	0.70	6.29	63.99	0.23	2.53	100.00	
28	Tasa de Mortalidad Infantil	IDH, PNUI	IDH, PNUI	IDH, PNUI	2005	-	Pob.	2.99	2.87	2.34	1.76	2.10	2.57	2.10	2.46	2.29	1.97	2.28	2.36	19.13	
29	Población Derechohabiente	Pobder=(Pobder/Pobtot)*100	Instituto de Geografía, Estadística	Corteo de Población y Vivienda	2004	+	Pob.	16.28	20.14	39.62	56.16	37.24	23.89	34.96	24.78	24.67	45.31	22.04	36.05	38.33	
30	Habitantes por Médico	Habmed=(habmed/pobtot)*100	Instituto de Geografía, Estadística	Estadística Básica Municipal	2004	+	Pob.	11.18	4.17	6.26	1.68	15.10	13.94	12.29	4.90	4.93	1.65	8.00	15.72	100.00	
31	Habitantes por Unidad Médica	Habunmed=(habunmed/pobtot)*100	Instituto de Geografía, Estadística	Estadística Básica Municipal	2004	+	Hab/Un	5.34	4.97	8.33	9.83	8.42	7.27	13.71	6.47	5.72	8.98	11.49	9.47	100.00	
32	Población con Discapacidad	Pdis=(Pobdis/PobTot)*100	Instituto Nacional de Estadística	Anuario Estadístico	2001	-	Pob.	1.40	1.24	1.07	1.17	1.11	0.93	0.91	1.46	1.18	1.26	1.03	1.75	1.25	
33	Población sin cobertura de salud	PSCS=(Ptotal-Pder)/Ptotal*100	Instituto Nacional de Estadística	XII Censo General de Población y Vivienda	2000	+	Pob.	83.72	79.86	60.38	43.64	62.76	76.11	65.04	75.22	75.33	54.68	77.96	63.55	61.67	
34	Presuntos Delitos	Censo	Instituto Nacional de Estadística	Anuario Estadístico	2001	-	Delitos	2.02	1.05	4.21	14.67	2.01	1.43	3.04	2.76	3.81	56.91	1.23	3.92	100.00	
35	Índice de Delitos por cada 1000 Habitantes	ID=(Ndelitos/PobTotal)*1000	Instituto Nacional de Estadística	Anuario Estadístico	2001	-	Delitos	5.95	11.35	13.71	24.56	13.17	8.06	16.58	13.77	21.26	27.79	9.64	10.46	19.85	
36	Violaciones por cada 1000 Habitantes	V=(V/Delitos)*1000	Instituto Nacional de Estadística	Anuario Estadístico	2001	-	Violacio	16.72	23.72	9.50	7.96	13.76	12.93	6.07	12.26	2.42	7.13	7.52	8.63	8.42	
INDICADORES TERRITORIALES																					
37	Población Urbana	Pu=(Poburim/PobTotum)*100	Instituto Nacional de Estadística	XII Censo General de Población y Vivienda	2000	+	Hab.	37.06	60.62	62.67	98.31	83.49	46.94	62.77	82.48	67.35	93.74	70.74	77.79	80.01	
38	Población Rural	Pr=(Poburim/PobTotum)*100	Instituto Nacional de Estadística	XII Censo General de Población y Vivienda	2000	+	Hab.	62.94	39.38	37.33	1.69	16.51	53.06	37.23	17.52	32.65	6.26	29.26	22.25	19.99	
39	Densidad de Población	DP=(Hab./Hsa.)	Instituto Nacional de Estadística	Corteo de Población y Vivienda	2004	+	Hab/Km	8.88	2.49	3.37	20.48	2.72	3.40	35.54	2.36	3.58	11.85	9.51	10.00	100.00	
40	Viviendas Totales	IGECEM	Instituto de Geografía, Estadística	Estadística Básica Municipal	2004	+	Viv.	6.38	6.68	5.95	12.82	2.95	3.14	3.49	3.74	3.27	42.29	2.38	6.91	100.00	
41	Viviendas con Servicio de Agua	VSAD=(vagu/vtotal)*100	Instituto Nacional de Estadística	XII Censo General de Población y Vivienda	2000	+	Viv.	68.84	76.47	96.06	97.24	95.85	96.43	75.89	93.17	94.87	92.39	93.88	84.36	89.91	
42	Viviendas con Servicio de Drenaje	VSDE=(vdre/vtotal)*100	Instituto Nacional de Estadística	XII Censo General de Población y Vivienda	2000	+	Viv.	39.60	28.89	84.11	97.54	91.27	64.91	88.23	83.07	79.99	88.18	74.04	76.85	79.86	
43	Viviendas con Teléfono	vtel=(vritel/vtotal)*100	Instituto Nacional de Estadística	Anuario Estadístico	2001	+	Viv/Hab	9.01	8.22	21.22	60.84	19.59	9.44	26.80	13.60	19.43	42.99	14.43	18.91	32.97	
44	Viviendas con computadora	INEGI	Instituto Nacional de Estadística	ITER	2005	+	Viv.	8.10	6.49	19.25	47.63	20.56	8.63	20.51	12.46	15.01	33.56	12.45	14.28	26.23	
45	Computadoras per cápita	Compers=(numcomp/pobtot)*100	Instituto Nacional de Estadística	ITER	2005	+	Viv.	1.52	1.23	3.73	10.23	3.97	1.53	3.90	2.33	2.74	6.93	2.33	2.64	5.20	
46	Reducción del Área de Cultivo	RAC=SupAgr-SupUrb/Suptot	Secretaría de Ecología	Plan Municipal de Desarrollo Urbano	2001	-	Km2	58.58	67.46	34.94	28.08	5.61	44.21	-9.78	10.54	63.06	44.33	2418.62	40.21	44.41	
47	Superficie Agrícola	Supag=(Supag/Suptot)*100	Secretaría de Ecología	Plan Municipal de Desarrollo Urbano	2001	-	Km2	71.32	84.40	39.46	59.42	11.40	52.23	66.38	16.26	67.32	55.63	47.92	42.19	54.17	
48	Superficie Urbana	Supur=(Supur/Suptot)*100	Secretaría de Ecología	Plan Municipal de Desarrollo Urbano	2001	-	Km2	12.74	16.94	4.52	31.34	5.79	8.02	76.15	5.72	4.25	11.30	23.73	1.99	10.34	
49	Superficie Industrial	Supind=(Supind/Suptot)*100	Secretaría de Desarrollo Urbano	Plan Municipal de Desarrollo Urbano	2001	-	Km2	0.04	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.34	0.01	0.10		
50	Acceso a Centros de Comercio y Abasto	IGECEM	Instituto de Geografía, Estadística	Estadística Básica Municipal	2004	+	Vías de	3.01	1.13	7.89	25.19	5.64	0.75	17.67	1.50	1.13	27.07	0.38	8.69	100.00	
51	Densidad de carreteras	Dcar=(Kmcarr/Exttertotal)*100	Instituto de Geografía, Estadística	Estadística Básica Municipal	2004	+	Km	0.53	0.36	0.30	0.57	0.49	0.27	1.75	0.42	0.42	0.45	1.37	0.41	0.45	
52	Vehículos Particulares	Veipar=(veipar/veitot)*100	Instituto de Geografía, Estadística	Estadística Básica Municipal	2004	+	Veh.	91.43	89.03	96.11	95.83	90.99	95.62	93.91	94.93	92.60	97.29	95.50	94.67	96.63	
53	Vehículos Públicos	Veipub=(veipub/veitot)*100	Instituto de Geografía, Estadística	Estadística Básica Municipal	2004	+	Veh.	8.57	10.97	3.89	4.17	9.01	4.38	6.09</							