

**UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA  
XOCHIMILCO**

DOCTORADO EN CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO

México, D.F., año 2015



Documento de la Tesis

de investigación:

**Complejidad, modelación**  
**ecológica y desarrollo**  
**socioambiental**

Caso de estudio: Sierra de las Cruces

---

Alumno: Mtro. Herman Barrera Mejía

Tutora: Dra. María Eugenia Castro R.  
Coordinador doctorado Ciad: Dr. Rozga Luter R.  
Coordinador área sustentabilidad: Dr. Alberto Cedeño V.  
Dra. Laura Isabel Romero C.  
Dr. Alejandro R. Alvarado G.  
Dr. Miguel A. Rivas S.

## INDICE

---

<b>Introducción.....</b>	<b>5</b>
<b>Problemática.....</b>	<b>11</b>
<b>Antecedentes.....</b>	<b>19</b>
<b>Metodología.....</b>	<b>21</b>
<b>CAPITULO I. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....</b>	<b>29</b>
Introducción	
1.1 El paradigma metodológico del enfoque sistémico	
1.1.1 El Mecanicismo Cartesiano	
1.1.2 El mecanicismo del siglo XIX	
1.2 El nuevo paradigma de los sistemas complejos	
1.2.1 La complejidad	
1.2.2 Los modelos en el enfoque sistémico	
1.3 La noción de desarrollo en el escenario capitalista	
1.3.1 El discurso ambiental en el escenario capitalista	
1.3.2 Reflexión ambiental del siglo XX. Crisis socioambiental	
1.4 El Ecocentrismo	
1.5 El discurso de la sustentabilidad	
1.6 Desarrollo socioambiental, biorregionalismo y ecodesarrollo	
1.7 Deterioro y vulnerabilidad socioambiental	
1.8 Territorio y sus tipos de propiedad	
1.8.1 Territorios urbano-metropolitanos	
1.9 La planeación territorial: su incidencia en los fenómenos metropolitanos y destrucción de la naturaleza	
1.9.1 La planeación territorial: su incidencia en la descomposición socioambiental	
1.10 Reestructuración económica: problemática agraria	
1.10.1 Sistemas productivos capitalistas en el campo	
1.10.2 La contra-reforma al artículo 27 constitucional	
<b>CAPITULO II. CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SIERRA DE LAS CRUCES.....</b>	<b>145</b>
Introducción	
2.1 REGIONES HIDROLOGICAS E HIDROGRÁFICAS.....	146
2.1.1 Cuenca del Rio Lerma	
2.1.1.1 Cuenca alta del rio Lerma	
2.1.1.2 Sobreextracción del Alto Lerma	

2.1.1.3 Problemáticas socioambientales	
2.1.1.4 Situación del agua	
2.1.2 Cuenca del Río Balsas	
2.1.2.1 Las aguas del río Balsas	
2.1.2.2 Subregión Alto Balsas	
2.1.2.3 Subregión Medio Balsas	
2.1.2.4 Subregión Bajo Balsas	
2.1.2.5 Flora y fauna en la CRB	
2.1.2.6 Problemáticas socioambientales	
2.1.2.7 Situación del agua	
2.1.3 Cuenca del Valle de México	
2.1.3.1 Flora y Fauna	
2.1.3.2 Problemáticas socioambientales	
2.1.3.3 Situación del agua	
2.1.4 Subregiones y subcuencas donde se sitúa la Sierra de las Cruces	
2.1.4.1 Subregión Lerma-Estado de México	
2.1.4.2 Subregión Cuenca Valle de México	
2.1.4.3 Subcuenca Amacuzac	
2.2 SISTEMAS METROPOLITANOS PERIFERICOS A LA SIERRA.....	189
2.2.1 Problemáticas metropolitanas	
2.2.2 Zona Metropolitana del Valle de México	
2.2.3 Zona Metropolitana del Valle de Toluca	
2.2.4 Zona Metropolitana de Cuernavaca	
2.2.5 Problemáticas del proceso de metropolización y crecimiento sobre zonas rurales y forestales	
2.3 CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL SOCIO-ECOSISTÉMA SC.....	208
2.3.1 Problemática	
2.3.2 Metodología	
2.3.3 Elementos de diagnostico	
2.3.4 La Biorregión Sierra de las Cruces	
2.3.4.1 Zonas de conservación	
2.3.4.2 Aspectos naturales y socioculturales	
2.3.4.2.1 Biodiversidad	
2.3.4.2.2 Clima	
2.3.4.2.3 Orografía	
2.3.4.2.4 Agua en la Biorregión	
2.3.4.2.5 Territorio, poblaciones, municipios, actividades socioeconómicas en la Biorregión	
2.3.4.2.6 La Biorregion de norte a sur	
2.3.4.2.7 Municipios y delegaciones donde se desborda la Biorregión	
2.3.4.2.8 Tenencia de la tierra	
2.3.4.2.9 Movimientos ambientalistas	
2.3.4.2.10 Cultura	
2.3.4.3 Deterioro socioambiental en la Biorregión	
<b>CAPITULO III. EJES DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>308</b>
Introducción	
3.1 INDUSTRIA Y SUS EFECTOS SOCIOAMBIENTALES.....	309
3.1.1.1 Industria en la megalópolis	
3.1.1.2 Industria en la ZMVM	
3.1.1.3 Industria en la ZMVT	
3.1.1.4 Industria en la ZMC	
3.1.1.5 La industria en la megalópolis	
3.1.2 Industria extractiva	
3.2 VIAS DE COMUNICACIÓN.....	325

3.2.1 Proyectos recientes	
3.2.1.1 Autopista Naucalpan-Toluca	
3.2.1.2 Autopista Lerma-Tres Mariás	
3.3 ASENTAMIENTOS HUMANOS Y CAMBIOS AL USO DEL SUELO.....	332
3.3.1 Análisis de la transformación territorial por bloques en la Biorregion	
3.3.1.1 Principales centros de población	
3.3.1.2 Bloque norte	
3.3.1.3 Bloque central	
3.3.1.4 Bloque sur	
3.3.2 Actores sociales	
3.4 AGUA .....	363
3.4.1 El agua como servicio y mercancía	
3.4.1.1 Problemática de Estado: aprovechamiento, servicio, suministro, saneamiento del agua	
3.4.2 Sistema Cutzamala	
3.4.3 Acuíferos en la Biorregión	
3.4.3.1 Acuífero de la ZMVM	
3.4.3.2 Acuífero de la ZMVT	
3.4.3.3 Acuífero de la ZMC	
3.4.4 Escurrimientos	
3.4.4.1 Santuario del agua	
3.4.5 Problemáticas con el agua	
3.5 ACTIVIDAD AGROPECUARIA.....	393
3.5.1 Agricultura indígena campesina	
3.5.2 Actividad agroindustrial	
3.5.3 Deterioro ambiental por las actividades agropecuarias	
3.5.3.1 Efectos de los fertilizantes químicos utilizados en la agricultura	
3.6 DEFORESTACION EN LA SIERRA.....	403
3.6.1 La vegetación y sus propiedades ambientales	
3.6.2 Causas de la deforestación	
3.6.3 Políticas y presupuestos	
<b>CAPITULO IV. MODELACIÓN ECOLÓGICA DE LA SIERRA.....</b>	<b>413</b>
Introducción	
4.1 Aplicación metodológica	
4.2 Modelación	
4.3 Estructura de efectos y red de Influencia	
4.3.1 Circuitos reguladores	
4.4 Escenarios parciales	
4.5 Simulación	
4.5.1 La biocibernética del ecosistema como un comportamiento a largo plazo	
4.5.2 Simulación EP: Deforestación	
4.5.3 Simulación EP: Magnoproyectos	
4.5.4 Simulación EP: Cultura campesina	
4.5.5. Simulación EP: Industria	
4.6 Evaluación sistémica	
<b>CAPITULO V. PROSPECTIVA.....</b>	<b>474</b>

**BIBLIOGRAFIA**

“Seamos hermanos porque estamos perdidos, perdidos sobre un pequeño planeta de los alrededores de un sol suburbano de una galaxia periférica de un mundo privado de centro. Estamos allí, pero tenemos las plantas, las aves, las flores, tenemos la diversidad de la vida, tenemos las posibilidades del espíritu humano...”

Edgar Morin. *Amour, poésie, sagesse*,  
Editions du Seuil. Junio 1997. París

Nota: Presentamos este documento impreso en papel reciclado.

## INTRODUCCIÓN

Nos encontramos en un periodo de la historia crítico que nos pone ante un panorama de deterioro y colapso de muchos de los sistemas vivos por causa de las actividades del ser humano. En los últimos tiempos las diversas sociedades y las economías en el planeta se han enfocado en potencializar y dinamizar el crecimiento económico y los procesos de producción, desencadenando una situación crítica en los distintos sistemas sociales, económicos y ecológicos (Harrer, 2010).

Evidentemente que no todos generamos por igual efectos al medio ambiente, ni mucho menos, las formas de organización social-culturales y su relación con la naturaleza son las mismas. Uno de los grandes problemas radica en las relaciones sociales de producción<sup>1</sup> emanadas del modo de producción capitalista imperantemente desigual en casi todas latitudes del planeta así como su incidencia ambiental en las diversas geografías.

Más allá de mostrar tendencias hacia la polarización de la riqueza, el sistema económico implica un serio proceso de apropiación de los elementos naturales y transformación de los ecosistemas para garantizar su supervivencia. En este mismo sentido, vemos como las relaciones de todos los organismos vivos y sus interacciones asimétricas y de interdependencia se encuentran volcadas a un límite por el racionalismo económico mismo que genera condiciones de “desarrollo” dispares y engañosas, que a su vez distingue jerarquías socioterritoriales e incluso geográficas como las sociedades desarrolladas y subdesarrolladas o del norte y sur.

---

<sup>1</sup> Son las relaciones que se establecen entre los propietarios de los medios de producción y los productores directos en un proceso o ámbito de producción determinado, relación que depende del tipo de relación de propiedad, posesión, disposición, usufructo que se establezcan con los medio de producción (Harnecker M., 1969: 43)

La falaz noción de desarrollo que se busca inculcar desde las sociedades industrializadas como una receta para incentivar la economía y así alcanzar la “meta” en el resto de las sociedades del planeta, busca fortalecerse con el respaldo del discurso sustentable, el cual, no hace más que circunscribirse a un orden económico que requiere del cuidado de la naturaleza para garantizar su funcionamiento (Leff, 1998; Alfie, 2005; Castro y otros, 2010).

De este modo, la planeación y su inserción en la agendas públicas y en los ejercicios de gestión privados, ha sido un instrumento diseñado para garantizar los mecanismos de consolidación de la lógica económica y de las relaciones sociales de producción capitalistas por encima de otras formas de organización socioculturales que luchan por no ser permeadas por un modo de producción que está llevando al colapso a ecosistemas peculiares ubicados en distintas geografías del planeta. Su transformación y afectación no es más que un síntoma de la decadencia social y cultural, en la que como individuos quedamos cada vez más al margen de la capacidad, como sociedad, de poder revertir las problemáticas ambientales, como consecuencia del pensamiento antropocéntrico y fijista que nos ha llevado a un rumbo en el que es necesario y forzosa la negación de estas ideas anacrónicas, mismas que sean suplantadas por nuevas formas de pensamiento biocéntrico que enaltezcan las cualidades y funciones de los seres vivos por igual.

La problemática de deterioro ambiental a distintas escalas geográficas, va ligado con la pérdida de la diversidad cultural, lo que da pie a la consolidación de la cultura occidental expansiva como forma de organización social a la que el resto de las sociedades del planeta deben aspirar, aunque esto signifique la devastación de las áreas naturales del planeta, debido a que los procesos de producción del capitalismo y la economía, tienen como motor a la industrialización, misma que requiere de una exorbitante cantidad de elementos naturales.

De este modo, la zona propuesta (por su importancia sociocultural y ambiental en el país) para investigar sus diversas problemáticas es la **Sierra de las Cruces (SC o Sierra)** ubicada geográficamente en la región centro de México y a su vez, se encuentra rodeada por tres zonas metropolitanas: Valle de México (ZMVM), Valle de Toluca (ZMVT) y Cuernavaca (ZMC), mismas que ejerce una presión constante sobre su naturaleza.

Como muchos ecosistemas del país, la SC ha experimentado procesos de transformación y descomposición socioculturales y de la naturaleza como causa de la presión metropolitana y sus actividades socioeconómicas diversificadas. La alteración de las relaciones ecológicas; el avance urbano por magno proyectos residenciales, clubes campestres, centros comerciales; el incremento de asentamientos humanos y de zonas mineras; los cambios al uso del suelo; los proyectos de construcción de autopistas; la deforestación y fragmentación del ecosistema de bosque; la descomposición de las estructuras agrarias con la privatización del ejido, aunado a la ineficacia de los instrumentos de política ambiental, son tan solo algunas de las problemáticas socioambientales que hemos conocido como resultado de la asistencia a las reuniones periódicas del Frente de Pueblos Originarios Indígenas en Defensa del Medio Ambiente (FPODMA). El FPODMA está conformado en su mayoría por poblaciones de origen otomíes mismas que han manifestado su preocupación por el evidente deterioro ambiental de la Sierra (Barrera, 2012a).

Las problemáticas asociadas al evidente deterioro ambiental, hacen voltear nuestra mirada a formas de organización sociales tradicionales que ostentan una cosmovisión y desarrollo distinto basado en un entendimiento y comprensión de las relaciones ecológicas en el planeta al verse como parte de la naturaleza. De este modo el **objetivo principal** de esta investigación es conocer la dinámica socioambiental en la SC, a partir de una metodología fundada en el enfoque biorregional y en el uso de un modelo biocibernético para diseñar escenarios prospectivos, con los cuales se puedan diseñar instrumentos y mecanismos de planeación e investigación para la aproximación de los fenómenos socioambientales, que desde una visión sistémica compleja, contribuyan en revertir la situación de deterioro del ecosistema, por medio de propuestas de desarrollo socioambiental<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Entendiendo por desarrollo socioambiental un estado de equilibrio por parte del hombre y la naturaleza, lo cual otorgue a todos los organismos vivos (incluido el ser humano) la misma importancia desde una visión biocéntrica o ecocéntrica, al comprenderlos como un conjunto articulado de elementos naturales que conforman un sistema de nichos o funciones ecológicas que permiten el desarrollo de la vida. Las formas de organización indígenas, tribales prevaletentes en una buena parte de ecosistemas no deteriorados, han construido una cultura adaptativa de gran eficacia que ha permitido la conservación y desarrollo de la naturaleza incluido el hombre (Maya, 1997). Cuando se da una alteración por una modificación, principalmente antropogénica, con tendencia a la producción, acumulación, privatización, destrucción, etc., es cuando se pone en riesgo al sistema de nichos ecológicos.

Entendiendo por desarrollo socioambiental como la capacidad por parte del hombre de alcanzar un nivel de racionalidad que otorgue a todos los organismos vivos (incluido el ser humano) la misma importancia, al comprenderlos como un conjunto articulado que conforman un sistema de nichos ecológicos<sup>3</sup>, lo cual implica a su vez, una reconfiguración social-cultural que logre un entendimiento biocentrico de las funciones ecológicas dadas en un determinado espacio geográfico.

A lo anterior, y bajo una escala biorregional, es que buscamos brindar una alternativa para el estudio de los diversos fenómenos socioambientales, que no se reduzcan a los instrumentos de planeación territorial y ambiental tradicionalistas, los cuales quedan mermados en su capacidad de acción al circunscribirse a los límites políticos-administrativos de las entidades (Barrera, 2012a).

Entre los **objetivos específicos en este trabajo**, destacamos los siguientes:

- Caracterizar socioambientalmente a la SC al estudiarla como un socio-ecosistema (transformado por la dinámica megalopolitana), por medio de la elaboración de un diagnóstico a una escala biorregional.
- Revisar las políticas y legislación en materia territorial-agraria, de propiedad de la tierra, conservación, y vincularlas con las problemáticas socioambientales del ecosistema.
- Conocer las relaciones y alteraciones ecológicas resultado de la interacción con ámbitos megalopolitánicos y su incidencia en la transformación biofísica, cultural, social, productiva, ambiental de la SC con base en una modelación biocibernética del ecosistema.
- Identificar a los actores sociales participes en el proceso de transformación biofísica y sociocultural, para categorizarlos, conocer su incidencia en el socio-ecosistema, así como identificar las causas que han provocado la descomposición socioambiental en la SC.

---

<sup>3</sup> De acuerdo a Maya (1997) en el planeta cada una de las especies está atada a la estructura general del ecosistema a través de un nicho ecológico, es decir, a través de la función que ejerce dentro del conjunto. Cada una de ellas ocupa un lugar en la transmisión de la energía o en los ciclos de recuperaciones de la materia.



- Proponer modelos prospectivos, mediante la generación de escenarios parciales que permitan formular propuestas para un desarrollo socioambiental en la SC.

Presenciamos como la planeación territorial y sus diversos apellidos han significado importantes instrumentos de transformación biofísica de ecosistemas y sistemas socioculturales. Ejemplo de esto son los proyectos de desarrollo urbano-metropolitano y regional mismos que han detonado las condiciones óptimas para maximizar la dinámica socioeconómica y así extender el modo de producción capitalista sobre ecosistemas (incluidos poblaciones), exterminando su biodiversidad, resquebrajando los nichos ecológicos y los sistemas culturales.

Los diversos instrumentos de política ambiental no sirven si continúan supeditados a una visión territorial que descompone en partes el espacio geográfico en donde existen poblaciones pero también ecosistemas específicos, los cuales quedan separados y fragmentados al ser divididos administrativamente como entidades y unidades políticas administrativas (UPA)<sup>4</sup>. De este modo, los programas ambientales y de ordenamiento ecológico quedan restringidos en sus estrategias de conservación y capacidad de acción, por las demarcaciones de una entidad o UPA, lo cual inhibe y pervierte la visión ecológica y limita las políticas ambientales con miras a generar procesos de conservación de la naturaleza (Barrera, 2012a).

En el caso de la SC, resulta fundamental su entendimiento como un sistema complejo el cual, al ser un sistema abierto y no descomponible (García R., 2006) mantiene relaciones con (sub) sistemas como los urbano-metropolitanos e incluso megalopolitanos, y que estos últimos, han incidido de manera notable en la alteración de la naturaleza, tanto de las formas de organización tradicionales como del ecosistema de bosque alto característico de la Sierra.

Ante los escenarios de riesgo y vulnerabilidad de los diversos ecosistemas del país, es que proponemos un entendimiento e interpretación diferente a la visión territorialista, exaltando un enfoque biorregional, lo cual conlleve como parte de la metodología y sustento teórico

---

<sup>4</sup> Por unidades político administrativas nos referimos primordialmente a los municipios y/o delegaciones.

una caracterización socioambiental, la comprensión sistémico-ecológica, el biocentrismo, el diseño de estrategias e instrumentos prospectivos resultado de la modelación de nuestro objeto empírico, así como se integre la participación de las comunidades y gobiernos locales durante este proceso de investigación.

Desde nuestra apreciación, la escala biorregional resulta una base socioambiental de investigación relevante en cuanto a la capacidad de proporcionar datos cuali-cuantitativos sobre las problemáticas, sobre las relaciones ecológicas dadas al interior y exterior, así como para proponer modelos de desarrollo socioambientales en la Sierra. De este modo, resulta un nivel de estudio y aproximación pertinente, para formular propuestas de desarrollo con miras a revertir las situaciones de deterioro, bajo la comprensión de las relaciones y procesos ecológicos dados a su interior, así como sus interacciones con sistemas urbano-metropolitanos, los cuales tienen una incidencia importante en la SC. De este modo, el manejo de técnicas de investigación y modelación como el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el Modelo Sensible de Vester (MS), resulta fundamentales en la consecución de los resultados y su interpretación, así como en la formulación de propuestas con miras conocer los principales problemas y riesgos del ecosistema.

Este trabajo es deductivo, ya que partimos de lo general a lo particular. En las primeras líneas de este documento presentamos una breve introducción, así como la problemática de nuestro objeto empírico de investigación y la metodología propuesta para la aproximación al estudio de los diversos fenómenos socioambientales en la Sierra de las Cruces. En el Capítulo I desarrollamos el marco teórico que serán la plataforma teórico-conceptual de esta investigación. En el Capítulo II, caracterizamos a la Sierra desde diferentes enfoques, primero partiendo de una escala macro sistémica como son las cuencas hidrológicas y las subregiones. Posteriormente describimos los tres sistemas metropolitanos que rodean a la Sierra, mismos que mantienen una relación intrínseca con los elementos naturales, las poblaciones, las relaciones ecológicas y sus procesos de transformación. En la última parte de este capítulo, caracterizamos socioambientalmente, desde un enfoque bioregional a nuestro ecosistema objeto empírico de investigación. En el Capítulo III, desarrollamos 6 ejes o subsistemas de investigación fundamentales para el

entendimiento y mejor comprensión de las problemáticas socioambientales en la Sierra. El Capítulo IV consiste en la propuesta de una modelación biocibernética de de la SC, proceso en donde se utiliza el Modelo Sensible como para la identificación de las principales problemáticas ecológicas y para el diseño de escenarios parciales prospectivos que permitan revertir las tendencias de colapso de las variables/subsistemas que la componen. En el Capítulo V desarrollamos la prospectiva, con base en la evaluación del ecosistema, para distinguir alternativas y estrategias que permitan dar solución a las problemáticas socioambientales en la Sierra; y finalmente presentamos las conclusiones de este trabajo.

## PROBLEMATICA

La Sierra de las Cruces ha experimentado una paulatina transformación biofísica tanto de su naturaleza como de las poblaciones autóctonas que durante siglos la han habitado, a causa de la presión de tres grandes metrópolis: Valle de México (ZMVM), Valle de Toluca (ZMVT) y Cuernavaca (ZMC) y de sus actividades socioeconómicas, que a partir de la adopción en México del modelo económico neoliberal a inicios de los ochenta (del siglo XX) han aumentado el deterioro socioambiental en la Sierra, por su constante expansión sobre áreas agrícolas y forestales.

**Grafico 1. Ubicación de las Sierra de las Cruces en el territorio mexicano**



La pérdida de actividades agropecuarias por otras de carácter terciario y secundario, acentuados a raíz de la modificación del artículo 27 constitucional en 1992, ha permitido la enajenación de tierras de los núcleos agrarios (Pradilla, 1993; García M, 2006; Castro y otros, 2010) consolidando los procesos de cambios al uso del suelo y la paulatina incorporación tierras agrícolas y zonas forestales al crecimiento urbano-metropolitano, conllevando procesos de ecocidio y etnocidio, como en muchas otras regiones del país.

En México, después de la segunda guerra mundial, el Estado juega un papel importante en el desarrollo social y económico al consolidarse como rector del “desarrollo nacional” y diseñar políticas (legislación, planes y proyectos<sup>5</sup>) con la finalidad de homogeneizar la economía en distintas regiones del país, por medio de la canalización de gasto público en infraestructuras, comunicaciones, transporte con las cuales se logró conectar a muchas ciudades del país y permitir el libre tránsito de mercancías entre regiones; incentivar y dirigir la inversión privada mediante la exención de impuestos en regiones atrasadas; promover el desarrollo industrial vía sustitución de importaciones; generar energía eléctrica basado en la construcción de hidroeléctricas para suministrar este insumo a las principales ciudades industrializadas o que experimentaban una localización industrial reciente (Pradilla, 1993; Garza, 2000).

Asimismo, se establece un sistema de ciudades especializadas en distintos ramos: Industria automotriz, turísticas, comerciales y de servicios, petroleras, etc., muchas de estas, teniendo como base una plataforma tecnología-industrial que les permitió la producción en de bienes intermedios y de consumo, evitando así su importación, modelo económico mejor conocido como sustitución de importaciones (Barkin y King, 1971; Garza, 2003). Esto permitió el crecimiento físico de distintas ciudades y metrópolis, generando el fenómeno de la urbanización, es decir, de las migraciones campo-ciudad, y a su vez, en algunas ciudades el fenómeno de la conurbación con el caso de la ZMVM (a mediados del

---

<sup>5</sup> Entre los que se encuentran: Plan Nacional de Desarrollo, Ley General de Asentamientos Humanos, Programa de 100 ciudades, Nacionalización del petróleo, proyectos de cuencas hidrológicas, política de sustitución de importaciones, firma del GATT, proyectos carreteros, especialización económica de ciudades: turísticas, portuarias, petroleras, industria automotriz, terciarias, maquiladoras, entre muchos otros.

siglo XX). De igual forma, ciudades como Guadalajara, Monterrey, Puebla, Toluca se integrarían como sistemas urbano-metropolitanos de gran importancia en el país, debido al crecimiento de sus sectores secundarios y terciarios (Garza, 2003).

A partir de 1970 se empieza a evidenciar el agotamiento del modelo sustitutivo, pues el reemplazo de bienes de consumo inmediato se había culminado y no se diseñaron las políticas de investigación y tecnológicas indispensables para impulsar la producción de bienes de capital e intermedios que compitieran con el mercado internacional (Garza; 2003: 42).

Durante la década de 1980, el Banco Mundial le hace una llamada de atención al gobierno mexicano, lo que a la postre se traduciría en una reestructuración del modelo capitalista. Es hasta el sexenio de Salinas, cuando se da el paso total de un modelo sustitutivo a uno neoliberal, a causa de diversos factores como: el estancamiento y envejecimiento de la planta productiva y su baja productividad; el estancamiento del sector agrario; en términos internacionales la profunda recesión que también contagio a los países avanzados, disminuyendo su capacidad de adquirir productos de otros países; la agudización de la contradicción estructural de la balanza comercial, que en México se reflejó en una menor exportación de sus productos lo que derivó en la imposibilidad de adquirir bienes de capital necesarios para el sector productivo interno; la caída de los precios del petróleo y otras materias primas; el incremento de las tasas de interés de los bancos extranjeros; la fuga de capitales, fueron detonante del agotamiento y crisis que obligaron al gobierno mexicano a realizar un ajuste estructural (Pradilla, 1993; Hiernaux, 1998).

Dicho ajuste, ha incidido significativamente en el campo mexicano, debido a que cada vez ha contado con menos apoyos económicos que incentiven su desarrollo. La tecnificación de la agricultura industrializada, con fertilizantes e insecticidas químicos y semillas mejoradas, que en muchos de los casos son más resistentes al clima, pero a su vez también generan mayor inmunidad en otros seres vivos que se alimentan de estas, han venido a desbalancear los nichos ecológicos y las actividades agropecuarias tradicionales de las comunidades que habitan los diversos ecosistemas del país.

De acuerdo a García Z. (2002) el campo mexicano se encuentra en una crisis desde 1988 y agravada con la modificación al artículo 27 constitucional y la firma del Tratado de Libre comercio con América del Norte (TLCAN), en conjunto han sido políticas agropecuarias que han abandonado los objetivos de seguridad alimentaria y la autosuficiencia, así como la protección estatal hacia los productores que desde hace décadas regulaba las políticas agrícolas. Destaca que los principales ejes sobre los que giró esa reforma fueron la reestructuración del crédito rural, la privatización de las empresas productoras de insumos, la eliminación de los subsidios por la vía de los créditos y de los insumos, la supresión de los precios de garantía, el retiro de la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO) como principal instrumento de comercialización, la eliminación de los permisos de importación, con la reducción de los aranceles y la creación del Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO).

En el caso de los núcleos agrarios, los cuales representan más del 50% del territorio con poco más de 1 millón de km<sup>2</sup>, se han visto rebasados por las necesidades de supervivencia, por la especulación inmobiliaria, la incursión de las actividades agroindustriales, el aumento de la actividad pecuaria, el avance urbano-metropolitano consistente en el incremento de asentamientos humanos, actividades comerciales y de servicios, así como industriales, en gran medida, por la modificación (en 1992) al artículo 27 constitucional y el diseño del Programa de Certificación de Derechos Ejidales (PROCEDE) como políticas para incorporar tierras agrarias al mercado del suelo urbano (Pradilla, 2009). Esto ha venido a acrecentar el deterioro de muchos ecosistemas del país, mismos que se habían preservado, una buena parte, por pertenecer a comunidades y grupos indígenas con cosmovisiones distintas a la lógica económica avasallante de las grandes urbes.

A inicios de 2010, de los 112 322 757 habitantes que hay en México, el 22.2% se encuentra en zonas rurales, mientras que el 77.8% en ciudades o en zonas que anteriormente eran poblados rurales, esta última, es una tendencia que sigue incrementándose. En el caso de la SC, pese a su topografía misma que tiene una altitud promedio de 3200 msnm, las poblaciones rurales (principalmente otomíes y mazahuas) que durante siglos se han dedicado a la producción de maíz, arroz, frijol, ganadería, actividades

piscícolas y silvícolas., han experimentado una transformación de su cultura, incluidos sus sistemas productivos, su cosmovisión, tradiciones y por supuesto de su naturaleza (Barrera, 2012a).

La mayoría de la población en la Sierra pertenece a ejidos y comunidades agrarias, mismas que han ido perdiendo terreno ante la agricultura capitalista gozosa de una mayor tecnificación, acceso a recursos y apoyos económicos del gobierno, así como fácil incursión a áreas forestales y sistemas agrícolas tradicionales, a raíz de la creación de instrumentos de incorporación de tierras agrarias al mercado privado del suelo (incluidas actividades urbanas o agropecuarias privadas). El campesinado, ante estas desventajas ha sido marginado al punto de que estas formas parcelarias de producción han decrecido en términos territoriales y jurídicos hasta el grado de desaparecer y/o insertarse a procesos de urbanización. La transformación del sistema jurídico de tenencia de la tierra ha generado la división, fraccionamiento, enajenación, usufructo, pérdida de derechos del ejido, llevando a la agricultura tradicional a desvanecerse ante la incursión de la propiedad privada caracterizada por pequeños y medianos productores capitalistas, fraccionadores clandestinos, autoridades locales, especuladores del suelo, etc., apoyados por los gobiernos y sus políticas.

El carácter legal de la tierra para los núcleos agrarios se ha vuelto una incógnita y problemática, que aunada al diseño de nuevos mecanismos como el PROCEDE, viene a legitimar (por medio de un título de propiedad) los procesos de compra-venta de suelo agrario, ocasionado el fraccionamiento y venta incontrolada del ejido, lo que lleva a su inminente desaparición (Pradilla, 2009). Asimismo, el proceso de incorporación de poblados rurales al área urbana de las metrópolis, trae consigo cambios al uso del suelo por nuevas construcciones y actividades no agrícolas y forestales, lo que repercute en las formas de organización social, en la modificación de sus estructuras rurales existentes y culturalmente tradicionales, en los cambios biofísicos del ambiente, es decir, en el deterioro de la diversidad natural misma que brinda beneficios ambientales de gran importancia en los procesos ecológicos de la región central del país (Barrera, 2013b).

El crecimiento urbano-metropolitano, el aumento de asentamientos humanos, los cambios al uso del suelo y las consecuencias que tiene sobre la naturaleza, aunado a las deficientes políticas ambientales de los órganos competentes y su ineficacia en cuanto a la operatividad y manejo, la poca información territorial actualizada respecto a la zona de estudio, la modificación de los sistemas socioculturales por las actividades económicas han, la permisividad por parte de las dependencias competentes en materia ambiental, han dado como resultado el agotamiento y deterioro cada vez más severo y crítico de la Sierra.

Las políticas territoriales, los métodos de investigación, los mecanismos tecnológicos, casi nunca son evaluados en términos de su posible deterioro al ambiente (Mantilla, 2005), especialmente cuando la mayoría de la población es predominantemente indígena con características socioculturales respetuosas con los procesos biogeofísicos- químicos y con los ciclos de vida de su naturaleza. Ante estos aspectos es que manifestamos ciertas preguntas y objetivos que en este trabajo buscamos dar respuesta.

- I. ¿De acuerdo a la caracterización sociambiental (parte de un objetivo específico en este trabajo), cuales son las zonas y las causas detonantes de las principales alteraciones en la SC?
- II. ¿Cuál es el papel que desempeñan los actores sociales en el proceso de transformación biofísica y sociocultural de la Sierra?
- III. ¿En qué medida la visión territorialista dominante ha obstaculizado la incorporación de una visión socioambiental-biorregional en los procesos de planeación y diseño de instrumentos de política ambiental en la SC?
- IV. ¿Cuáles serían las V de control que facilitarían el diseño de escenarios prospectivos con las que se pueda revertir las tendencias negativas asociadas a las problemáticas socioambientales?
- V. ¿Qué cambios socioculturales podrían contribuir a revertir las tendencias negativas de deterioro en la SC?

Desde una primera aproximación, la transformación socioambiental en la SC es resultado de distintas causas. La presión urbana-metropolitana de las ZMVM, ZMVT y ZMC ha conllevado la transformación biofísica de la Sierra por cambios al uso del suelo, lo que a su



vez ha repercutido en el cambio de actividades económicas de una buena parte de sus poblaciones residentes. Pero más allá de esto, la modificación de las estructuras agrarias tradicionales ha dado paso a nuevas formas de organización social capitalistas de carácter urbano, que además de relegar las actividades primarias y de poner en riesgo los sistemas productivos rurales, pone de manifiesto el deterioro socioambiental traducido en pérdida de importantes superficies forestales, fragmentación de bosques, erosión, menores precipitaciones, escurrimientos y recarga de mantos acuíferos, pérdida de culturas, tradiciones, etc., significando procesos de apropiación y extensión de territorios urbano-metropolitanos, y de una visión económica que busca insertar a la naturaleza y poblaciones autóctonas a los procesos de producción capitalistas, mismos que tienen a las grandes metrópolis como las células de gestión-administración y diseño de las políticas y proyectos neoliberales a implementarse en todo el país (Barrera, 2012a).

Aunque paradójicamente la desatención y pérdida de las áreas naturales, incide en un desequilibrio ecosistémico, al destruir los nichos ecológicos y los sistemas culturales que han mantenido conservado por mucho tiempo diferentes ecosistemas en todo el planeta (Maya, 1997). En este sentido, la planeación ambiental como instrumento de política en pro de generar procesos de conservación y aprovechamiento sustentable de la naturaleza, ha quedado limitada y fragmentada en sus mecanismos de acción por cada entidad, al entender a los sistemas forestales no en su conjunto, sino de acuerdo a límites territoriales o políticos e intereses privados y económicos (Barrera, 2012a).

La falta de una legislación ambiental aplicable a cabalidad en la Sierra, ha permitido la incursión de distintos actores sociales que paulatinamente han generado procesos de transformación y deterioro socioambiental, alentado la expansión urbana-metropolitana, en gran medida, por la tibieza de los instrumentos de política ambiental, los cuales quedan confinados a los límites políticos administrativos de las entidades (Barrera, 2012a).

En la medida en que estos instrumentos (diseñados por los distintos órdenes de gobierno) fundamenten sus propuestas y estrategias de conservación de la naturaleza y acoten las diversas problemáticas socioambientales desde una visión territorialista con tendencia a la descomposición y fragmentación de los sistemas socioculturales y ecológicos, los diversos

instrumentos de política ambiental consolidaran los procesos de deterioro de las áreas naturales del país. La falta de un entendimiento holístico y ecológico de los instrumentos generados por la planeación ambiental repercute en el empobrecimiento de propuestas para salvaguardar los ecosistemas así como las culturas de las poblaciones que los habitan.

A lo anterior, destacamos como **hipótesis** de éste trabajo la siguiente: El enfoque sistémico complejo resulta fundamental en la aproximación de los fenómenos sociales y ambientales, y aun más, si se nutren de métodos-técnicas y concepciones teóricas como la biocibernética, biocentrismo y biorregionalismo, capaces de englobarse dentro de un entendimiento holístico y ecológico, cuestión esencial para el diseño de instrumentos, mecanismos y estrategias para un desarrollo social-ambiental y para salvaguardar los ecosistemas (incluidas las poblaciones y su cultura) en las diferentes regiones geográficas del país.

## **ANTECEDENTES**

Existen distintas investigaciones<sup>6</sup> de corte territorial-ambiental, realizadas por diferentes dependencias de gobiernos estatales y municipales que tienen injerencia política-administrativa sobre las áreas naturales de la Sierra de las Cruces. Asimismo, existen contados trabajos académicos que centran sus investigaciones en ciertas partes geográficas de la Sierra. El problema que hemos encontrado es que los diferentes estudios se refieren a este sistema montañoso de manera muy vaga, sin establecer sus límites biofísicos-naturales, de diversidad biológica, topográfica, orográfica, sociocultural ni mucho menos ecológico.

A lo anterior, existe un trabajo<sup>7</sup> que ha sido base importante para esta investigación, donde se establece los límites geológicos y morfoestructurales de la SC, resaltando ciertos

---

<sup>6</sup> Entre estos trabajos que hablan de manera superficial y poco clara sobre la SC encontramos: Ley Ambiental del Distrito Federal, Programa General de Ordenamiento Ecológico del D.F., Ley de Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable del Estado de México, Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Morelos, entre otros

<sup>7</sup> García Palomo A., José Juan Zamorano, Celia López-Miguel, Adriana Galván-García, Víctor Carlos-Valerio, Roberto Ortega, José Luís Macías (2008). *El arreglo morfoestructural de la Sierra de las Cruces*, México central. Instituto de Geografía, UNAM, México.

criterios como las formaciones volcánicas, sus bloques, vertientes, etc. Aunque éste estudio, al ser de índole geofísico, no retoma las cuestiones sociales y ambientales que en esta investigación buscamos destacar.

Por otro lado, existen investigaciones concernientes a zonas de conservación, donde destacan los decretos de Áreas Naturales Protegidas (ANP) en el Distrito Federal (DF) y Morelos, las cuales cuentan con sus respectivos programas de manejo de sus recursos existentes y de las actividades humanas permitidas dentro de estos polígonos ambientales mismos que se encuentran al interior de la Sierra.

En el caso del Estado de México (EM) en 1980 se decreta el Parque Mexica-Otomí considerado como área de conservación y protección en la SC, pero que únicamente se circunscribe a los límites del EM, y en 2009 el gobierno de este estado, reformulo los procesos de conservación con la elaboración de un programa de manejo y aprovechamiento de los “recursos naturales” de dicho parque. Estos programas, resultado de la planeación ambiental, profundizan las contradicciones de las políticas y sus objetivos, ya que el ordenamiento ecológico, desde nuestra perspectiva, resulta absurdo debido a que los sistemas vivos y los procesos físico-químico-biológicos dados en los ecosistemas y en el planeta, no pueden ordenarse, no es la lógica de la naturaleza, de sus relaciones y nichos ecológicos (Barrera, 2013b).

Entre otros mecanismos de ordenamiento “ecológico” que incorporan la naturaleza a las relaciones sociales de producción, destaca el Programa General de Ordenamiento Ecológico del DF (PGOEDF) que se sustenta como un instrumento de planeación ambiental técnico y legal por medio del cual, en teoría, se busca la protección y conservación de la naturaleza dentro de su límite poligonal (incluidas las actividades agrarias) así como la regulación y ordenamiento de los usos del suelo, para garantizar la conservación de la biodiversidad existente y el desarrollo de sus actividades productivas.

Entre los resultados más relevantes sobre la temática abordada, se encuentra la elaboración de un diagnóstico ambiental en el suelo de conservación del DF, identificando los poblados que se encuentran dentro de sus límites y la variedad de especies forestales así como su protección y los territorios dedicados a las actividades agropecuarias de tipo

ejidal y comunal. Aunque es necesario destacar, que se han formulado instrumentos de política ambiental que evidentemente no han tenido los resultados esperados en términos socioambientales, debido al avance del área urbana y al deterioro ambiental que conlleva, sobre muchas zonas del suelo de conservación en el DF (Aguilar, 2009).

Son varios los trabajos que analizan las transformaciones socioterritoriales de un objeto de estudio tan complejo como las zonas metropolitanas: ZMVM, ZMVT y ZMC y su incidencia sobre las áreas naturales. Aún más, los trabajos que estudian la dinámica de crecimiento de las metrópolis y los procesos socioeconómicos que la configuran. Asimismo, abundan los estudios que centran su análisis en el suelo de conservación del DF para comprender los procesos de incorporación de zonas rurales y forestales al área urbana. En los casos del EM y Morelos, la ausencia de políticas ambientales ha sido más notable, al ser visible cada vez más, la fragmentación de áreas forestales y agrícolas por el crecimiento progresivo de poblados ubicados en la Sierra, así como la presión constante que ejercen las metrópolis sobre su naturaleza.

En este sentido, los factores de alteración de la SC se engloban dentro de una escala megalopolitana donde tres zonas metropolitanas comienzan a experimentar un fenómeno de integración y acercamiento físico por medio de canales de comunicación, y que se manifiesta en la transformación biofísica al integrar paulatinamente a diversas localidades de la Sierra a las áreas urbanas de las metrópolis.

## **METODOLOGÍA**

El conocimiento de las interacciones ecosistémicas en la SC, supone ante todo, un enfoque sistémico complejo, debido a que el objeto empírico, el cual investigamos, es un sistema abierto altamente afectable por sistemas circundantes, al igual que no descomponible y analizable (únicamente) desde sus partes (García R., 2000). Desde el enfoque sistémico-complejo, creemos que la aproximación a los fenómenos socioambientales se debe dar desde una visión holística-ecológica (Capra, 1998) en donde los componentes que estructuran el sistema deben ser estudiados, no de manera aislada, sino desde una totalidad, debido a que el rol que desempeñan los diversos elementos dentro de un sistema

específico es fundamental para una comprensión a cabalidad del mismo (Barrera y Castro, 2012).

El desarrollo de esta investigación y la consecución de los objetivos planteados, requiere establecer una serie de pasos particulares para el abordaje de ciertas temáticas. De este modo, para la generación del diagnóstico socioambiental de la Sierra, proponemos dos grandes fases: 1) **fase de diagnóstico** consistente en ciertas etapas como la revisión documental y trabajo de campo; y 2) una **Fase técnica** consistente en las etapas de medición de las transformaciones territoriales por cambios al uso del suelo y la evaluación del deterioro ambiental.

Ambas fases y etapas son recursivas y se retroalimentan mutuamente, debido a que las técnicas de investigación empleadas en este trabajo, requieren de información cuali-cuantitativa generada en la primera fase. Mientras que la fase de diagnóstico, a su vez requiere de ciertos resultados obtenidos en la fase (y etapas) técnica, para incorporarlos en el diagnóstico, en el desarrollo de los ejes de investigación, y en la prospectiva.

### **Fase de diagnóstico**

Esta fase contempla establecer 5 ejes de investigación sobre los que se enfocara este trabajo: Industria, asentamientos humanos (poblaciones), vías de comunicación, agua y actividades agropecuarias en la Sierra, con la finalidad de vincularlos con otros elementos, mismos que irán desarrollándose durante el documento, con la finalidad de establecer una serie de componentes sistémicos con los cuales se pueda lograr una mejor aproximación de sus roles y relaciones. De este modo, resultan indispensables las siguientes etapas:

- **Revisión documental y estadística.** Revisar literatura (bibliografía), políticas y legislación en materia ambiental, territorial-agraria, de propiedad de la tierra, crecimiento urbano, medio biofísico, así como hemerográfica, cartográfica y estadística, para entender el contexto histórico, socio-cultural y ambiental en el que se encuentra inmerso los procesos de transformación biofísica y su representación en la transformación biofísica. La metodología es de tipo longitudinal debido a que centra su

análisis en un período de tiempo que parte de principios de los 90s a la fecha.

- **Trabajo de campo.** Implica el acercamiento a la zona por medio de diálogos con las comunidades y autoridades locales, entrevistas, fotografías. Esto permitirá identificar a los actores sociales partícipes en el proceso de transformación biofísica y sociocultural, con la finalidad de conocer su nivel de participación y las causas que han provocado la transformación de la propiedad agraria.

Esto último con el objetivo de sopesar y evaluar si existe una relación en cuanto a los elementos identificados en el trabajo de campo y los factores atribuidos a los procesos de transformación de la tenencia de la tierra agraria, citados en los trabajos teóricos, investigaciones o en los diferentes instrumentos de política territorial y ambiental, lo que permita proponer nuevas formas de abordaje (enfoques) para revertir los procesos de transformación agrarios y de las mismas áreas naturales.

### **1. Fase Técnica**

El estudio de las interacciones entre elementos o componentes que inciden en un ecosistema y los diferentes procesos sociales y ambientales que de éste se desprenden, supone un entendimiento sistémico complejo, ya que desde nuestra apreciación, para la aproximación a los diferentes fenómenos sociales y ambientales se debe dar desde una visión holística que también es ecológica (Capra, 1998). En este sentido, los componentes que estructuran el sistema deben ser estudiados, no de manera aislada, sino desde una totalidad (Castro y otros, 2009).

Entre las técnicas de investigación que aplicaremos destacan el uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para la parte de manipulación, procesamiento y generación cartográfica de información espacial, y el Modelo Sensible (MS), para la evaluación del deterioro sociocultural y ambiental desde un enfoque ecosistémico.

### **Aplicación de un SIG**

Para el análisis de las transformaciones biofísicas de la Sierra se recurrió a la

metodología seguida por Bocco (et. al., 2000) complementada con la de INEGI, mismas que sustentan su análisis y evaluación en los SIG, sin demeritar la importancia que tienen las entrevistas, la consulta de documentos, así como el levantamiento de campo. Esta etapa Implica 6 pasos principales:

De este modo, técnicas de investigación como la teledetección<sup>8</sup> son de gran ayuda para la identificación de los diferentes rasgos geográficos que la caracterizan. El uso de imágenes aéreas y su procesamiento con ayuda de SIG como Arcmap y Arcview, nos han permitido cuanti-cualificar los procesos físicos de transformación biofísica, para posteriormente realizar su mapeo. Sin embargo, el uso de sensores remotos y SIG no pueden darnos la explicación total de dichos cambios (Dahl, 1978).

1. Detección e interpretación cartográfica y digital del cambio. Se recurrió a un procedimiento analógico<sup>9</sup> de interpretación de fotografías aéreas, así como con ayuda de técnicas computarizadas o software, que en la presente investigación el apoyo fue el SIG Arcview 3.2 y Arcmap 9.3.
2. Verificación de campo: Una vez realizada la fotointerpretación y detección digital, el siguiente paso fue realizar un reconocimiento en sitio de las diversas poblaciones para lograr una mayor precisión y corroborar datos e información de parte del investigador. Esto permitió constatar, evaluar y generar un diagnóstico más exacto de los cambios al uso del suelo en la zona de estudio.
3. Análisis e Integración de la información. En este paso se corroboró y comparó la información del paso 1 y del paso 2, para lograr una mayor homogeneización de los datos. Se le dio una proyección geográfica: WGS 1984 PDC MERCATOR tanto a las ortofotos con sobrevuelos de 1985 como a la imagen satelital digitalizada (2010), aunque hay que señalar que ésta última se le tuvo que dar proyección geográfica por medio de una georeferenciación en base a las coordenadas obtenidas en Google Earth con la ayuda del SIG Arcmap 9.3, para finalmente poder sobreponer la información de

---

<sup>8</sup> La teledetección se fundamenta el uso de sensores remotos (imágenes satélites, fotografías aéreas) que permitan identificar los rasgos geográficos de una zona en específico. Asimismo, es una herramienta muy efectiva para determinar la cobertura del suelo, el cambio en su utilización, efectuar estudios ecológicos, evaluar, medir y cuantificar cambios físicos (Dahl, 1978).

<sup>9</sup> Comprende la operación manual mediante el uso de fotografías aéreas y procesos de análisis manuales.

cada capa (layers). La finalidad fue generar una base geográfica digital a partir de la cual se realizó el análisis de la transformación territorial.

4. Análisis de los patrones de cambio del uso del suelo. Lo siguiente fue cuantificar superficies, porcentajes e incrementos de ciertos usos del suelo y compararlos por medio del SIG y de la creación de tablas de atributos, y de la información del levantamiento de campo. Asimismo, la consulta de documentos cartográficos y planos ejidales es de gran ayuda para conocer el tipo de tenencia de la tierra y evaluar si ha habido procesos de modificación jurídica de la tierra. Asimismo, para conocer la ubicación geográfica de los núcleos agrarios en la SC y conocer sus procesos socioambientales.
5. Análisis de causalidad del cambio al uso del suelo. Para esto, se recurrió a la consulta de documentos diversos de la Biorregión, particularmente sobre temáticas de las políticas que se han llevado a cabo, así como la identificación de los actores participes en el proceso de cambios al uso del suelo: sociedad civil y órganos e instituciones. Asimismo se realizaron entrevistas, incluidos ejidatarios, residentes de la cabecera, y a autoridades locales, con la finalidad de saber las causas que los han llevado a modificar los usos del suelo e incluso a cambiar de actividad agrícola o de sector económico, así como su apreciación sobre los principales factores del deterioro y transformación en la Sierra.
6. Modelación de la información. Los resultados son presentados mediante la generación de mapas temáticos de ubicación, tipo de tenencia de la tierra, usos del suelo, número de asentamientos humanos, etc.

## **Evaluación del deterioro sociocultural y ambiental**

### **Aplicación del MS**

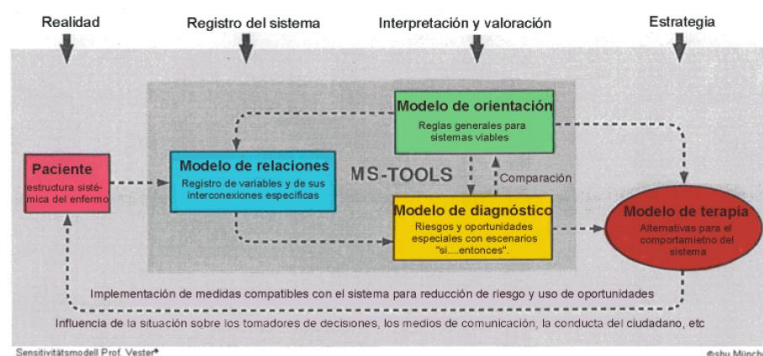
Para el reconocimiento del deterioro sociocultural y ambiental en la Sierra, se utilizará el MS. Este modelo se nutre de información generada por tres “actores” principales: las comunidades (por medio de entrevistas y talleres de participación); la información



proporcionada por los gobiernos locales y la inferencia del investigador, lo que en conjunto construye una estructura conformada por los principales elementos (incluidos los ejes de investigación propuestos) interactuantes en el sistema de estudio.

De acuerdo a Schwanck J. y Ehnis A. (2004), el uso de este modelo, puede ser entendido como un procedimiento análogo al diagnóstico y la terapia para un “paciente” (en el campo de la realidad), como se muestra y describe en el esquema siguiente como un proceso circular.

### Esquema. Planteamiento sistémico biocibernético



Fuente: Schwanck J. y Ehnis A., *Manual de Métodos. Modelo de Sensitividad Prof. Vester. System Tools*, Germany: GTZ, 2004.

De este modo, el fundamento del concepto sistémico y el conocimiento de realidad consiste en la reducción de la complejidad de los datos “del paciente” (como se muestra en el esquema) a un conjunto de variables y/o subsistemas manejables, relevantes y totalmente relacionados. Entendiendo por estos últimos como elementos esenciales que en conjunto con el resto permiten la comprensión del ecosistema estudiado. Este conjunto de elementos articulados poseen cierta independencia con respecto al sistema complejo central, pero su entendimiento no es posible sin el segundo.

En un segundo nivel del procedimiento, que corresponde a un registro de patrones, se examina las relaciones mutuas entre los subsistemas/variables del ecosistema y se visualiza gráficamente sus interconexiones. El reconocimiento de los diferentes roles de

los subsistemas y la caracterización del comportamiento de su estructura<sup>10</sup>, son aspectos esenciales en este nivel.

El proceso interactivo con las herramientas que se emplean para la interpretación y para la simulación, mismas que marcan la diferencia con los conceptos más bien rígidos de la dinámica de sistemas. A diferencia de la cibernética económica clásica, aquí el investigador no queda fuera del sistema, por el contrario, se toman los valores deseados del propio sistema, reconociendo al mismo tiempo su capacidad de conducción así como sus riesgos y oportunidades latentes (Schwanck J. y Ehnis A., 2004), que por medio de su inferencia representada en propuestas, pueden significar la mitigación de las problemáticas.

En el tercer nivel del procedimiento se efectúa la valoración cibernética del ecosistema. Mediante métodos específicos de categorización y filtrado de datos se agregan e integran variables<sup>11</sup>, lo que permite construir el diagnóstico del ecosistema con un número menor de factores clave representativos. Asimismo, se describe y comprende desde la perspectiva de la optimización de su capacidad de sobrevivencia, en aspectos como su capacidad de autorregulación, su flexibilidad y su conductibilidad. El procedimiento ecológico (las relaciones y procesos físicos-químicos-biológicos) y social de los elementos al interior y con sistemas periféricos crea un patrón implícito que permite definir sensiblemente al –ecosistema SC y modelarlo.

---

<sup>10</sup> Entendemos por estructura, a los elementos que constituyen la base del sistema, los cuales se designan como las variables del sistema mismas que no son estáticas, sino que fluctúan bajo la influencia de elementos que están fuera del sistema (condiciones de contorno). Estas fluctuaciones son de 2 tipos: a) Fluctuaciones de pequeña escala que inducen pequeños cambios pero no alteran las relaciones fundamentales que caracterizan la estructura; b) fluctuaciones que exceden un cierto umbral, definido solo para cada situación particular, y que produce una disrupción de la estructura. La disrupción de la estructura no solo depende de la magnitud de fluctuación sino también de propiedades intrínsecas de la estructura que se designan como condiciones de estabilidad del sistema las estructuras son aquellas que se encuentran determinadas por el conjunto de relaciones entre elementos dentro de un sistema organizado (García R., 2000).

<sup>11</sup> Desde la visión física-matemática, una variable es un símbolo que representa un elemento o cosa no especificada de un conjunto dado. una variable es un *reemplazo* de cualquier elemento de su universo. Una variable es un elemento de una expresión, proposición lógica o algoritmo que puede adquirir o ser sustituido por un valor cualquiera dentro de su universo. En nuestro caso, destacamos que la variable es dinámica concreta, y no puede ser sustituida por otro elemento, ya que es un componente intrínseco del sistema y su valor está determinado por su relación con el resto de las variables y su nivel de influencia en la estructura del sistema.

Posteriormente se describen las estrategias de solución apropiadas desde la sensibilidad sistémica (dada por la matematización resultado de la correlación y el intercambio de energía entre las variables). Esta fase del procedimiento corresponde a una capacidad de generar escenarios parciales que puede retroafectar positiva o negativamente al ecosistema a través de intervenciones diversas, como son medidas, técnicas, acuerdos o decisiones políticas, que a su vez resultan como propuestas para encaminar al ecosistema a un nivel prospectivo que permitan contrarrestar los efectos negativos, conduciéndolo a una modificación de las tendencias críticas iniciales. Asimismo esta etapa se refiere a las alternativas y mecanismos probables para mitigar las problemáticas sistémicas. Así, el planteamiento sistémico biocibernético del MS se puede comparar, de manera muy subjetiva, como un modelo de terapia de un “paciente”.

Una particularidad del MS es su construcción recursiva, ya que cada paso, incluso la descripción-diagnóstico del ecosistema, queda abierto hasta el final; de tal manera que se puede actualizar permanentemente. Asimismo, se nutre de 8 reglas biocibernéticas básicas, que incidirán en la fase del diseño de estrategias (fase de terapia) para mitigar las problemáticas del sistema complejo, mismas que pueden retroafectarlo a través de intervenciones diversas.

De este modo Vester (1988) establece las reglas de la biocibernética como una guía para su aplicación, que como principios, incorporan el concepto de ciclos de retroalimentación para controlar y equilibrar el desempeño de los sistemas, buscando generar relaciones simbióticas entre los seres humanos y el medio ambiente. Estas ocho reglas para evaluar la sostenibilidad (no sustentabilidad) de un sistema se muestran en la figura\_\_ : **8 reglas básicas de la biocibernética.**

**Figura\_\_ : 8 Reglas básicas de la biocibernética**



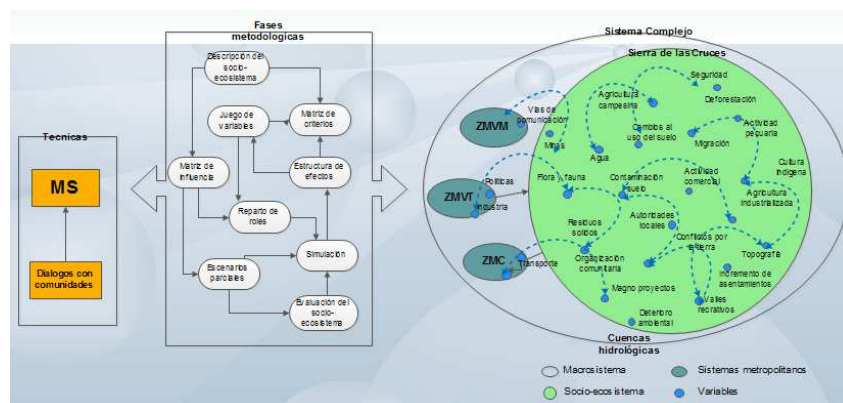
Fuente: *Manual de Métodos. Modelo de Sensitividad Prof. Vester. System Tools*, Schwanck J. y Ehnis A., 2004

Cuando abordamos de esta manera los sistemas complejos, la evaluación biocybernetica juega hasta un cierto punto, el papel de modelo orientador permanente dentro del esquema de diagnóstico–terapia propuesto por Schwanck J. y Ehnis A (2004). Apoyado en estos niveles, la construcción de un modelo biocybernetico de un sistema complejo puede ser dividido en nueve módulos entrelazados, parte de la aplicación metodológica:

1. **Descripción del Sistema.** Se trata de describir geográfica y ecológicamente a nuestro sistema en cuestión: SC y sus principales problemáticas. Tentativamente, es necesario comenzar a delimitar el sistema, así como el tipo de subsistemas de influencia, y sus posibles interrelaciones.
2. **Juego de variables.** En esta etapa se identifican por medio del análisis de entrevistas a pobladores, autoridades locales y a la propia inferencia del investigador, los subsistemas más importantes que en conjunto componen al ecosistema SC.
3. **Matriz de criterios.** Es la evaluación de la importancia de las variables/subsistemas, por medio de su interrelación con ciertos criterios preestablecidos como: ámbitos de vida, categoría física y dinámica, y relación sistémica.
4. **Matriz de Influencia.** Es la correlación de cada una de las variables/subsistemas por medio de la asignación de un valor asignado a la relación de una variable con otra de acuerdo a la capacidad de modificar y afectar cada variable con el resto.
5. **Estructura de Efectos.** Es una matriz en donde se diseña el tejido de impulsos entre las variables/subsistemas, es decir, se determinan los efectos reforzantes o mitigantes entre estos.

6. **Reparto de Roles.** Según su valor sensible, las variables/subsistemas quedan ordenados de acuerdo a cuatro ejes: activo, pasivo, crítico, amortiguador. Esto permite conocer el rol específico de cada uno en el sistema, así como examinar su interpretación cibernética.
7. **Escenarios parciales.** Permite analizar con más detalle la cibernética de las variables/subsistemas, es decir, se pueden tomar los más críticos o reactivos para conocer su rol en el escenario alterno, así como se pueden generar nuevos subsistemas como propuestas para solucionar las problemáticas que presente un determinado escenario.
8. **Simulación.** A las variables utilizadas y mediante las cuales se intervienen los escenarios parciales, se les asignan valores positivos y/o negativos con la finalidad de simular escenarios, sus afectaciones o procesos mitigantes en el tiempo.
9. **Evaluación del sistema.** En los anteriores pasos se analiza las relaciones del sistema entre variables. En esta etapa, se evalúa el comportamiento del sistema, es decir sobre su estabilidad y capacidad de supervivencia. De este modo, se compara la condición sistémica inicial con los escenarios simulados intervenidos: situación final (**Véase mapa mental: Pasos recursivos del Modelo Sensible**).

### Mapa mental. Pasos recursivos del Modelo Sensible (MS)



Fuente: Barrera, Herman (2013b), "Modelación biocibernética de las problemáticas socio ambientales en la Sierra de las Cruces", *Investigación y Diseño*, Anuario de Posgrado 09, UAM-Xochimilco. Véase también, ponencia (resumen en proceso de publicación) presentada el 13 septiembre de 2013, en Universidad Autónoma de Aguascalientes, México

Finalmente, este trabajo, además de satisfacer un interés académico, pretende generar datos confiables y actualizados que puedan coadyuvar en la planeación y diseño de estrategias que permitan revertir la situación de deterioro socioambiental, con ayuda de métodos y técnicas específicos. Asimismo se requiere que se revisen los materiales

gráficos, cartográficos y estadísticos, así como las entrevistas realizadas tanto a autoridades municipales y habitantes de diferentes poblaciones, con la finalidad de lograr un mejor entendimiento del trabajo realizado.

# **CAPITULO I**

## **MARCO TEÓRICO- CONCEPTUAL**

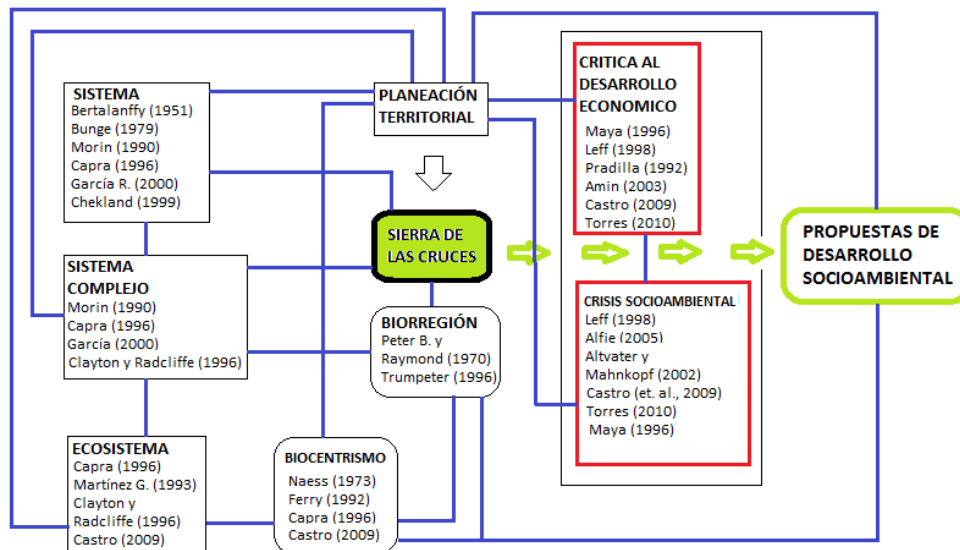
### **Introducción**

El método científico resulta una parte fundamental para hacer investigación, más no es la única forma de aproximación al entendimiento de diversos fenómenos sociales y ambientales. En las últimas décadas, el surgimiento de un bagaje teórico, conceptual y metodológico para generar conocimientos retomados por diversas disciplinas se ha traducido en una nueva visión científica, como el pensamiento sistémico.

La propuesta de los sistemas, del pensamiento sistémico complejo, de la ecología, bioregionalismo y desarrollo socioambiental como una nueva forma de entendimiento de las relaciones naturales y de la cultura misma del ser humano, están intrínsecamente ligadas a una visión ecosistémica, que desde nuestra apreciación, no puede ser explicada de mejor forma que por medio de una visión que se enfoque en la totalidad (Barrera y Castro, 2012).

Asimismo, es necesario retomar la discusión sobre la relación sociedad-naturaleza y las nociones de desarrollo existentes a raíz de las diversas formas de organización culturales, para lograr una aproximación al objeto teórico de estudio como es el *desarrollo socioambiental* en la presente investigación. De este modo, es pertinente destacar por medio de un esquema, el marco teórico-conceptual por el que nos orientaremos para sustentar el presente estudio.

### Mapa mental del desarrollo teórico de la investigación



#### 1.1 El paradigma metodológico del enfoque sistémico

Tomas Khun (1962) introdujo la idea de paradigmas y cambios de paradigma. De acuerdo a este autor, existen etapas de acumulación constante de conocimientos, experiencia que se denomina ciencia normal y posteriormente vienen etapas transitorias traducidas en revoluciones científicas donde una idea científicamente establecida y homogéneamente aceptada es cuestionada por otra al grado de ser cambiada (Capra, 1998; Castro y otros, 2010).

El paradigma científico es un gran bagaje de logros, conceptos, valores, técnicas compartidos por una comunidad científica y utilizados por ese grupo para definir problemas y soluciones legítimas. Capra (1998) destaca que detrás de la teoría científica hay un marco dentro del cual se desarrolla y transforma la ciencia; este marco, no solo incluye conceptos, sino también valores y técnicas, para generar conocimiento (Capra, 1996; Cedeño y Torres, 2013). De este modo confrontar un método científico con otro, puede poner en evidencia nuevos cuestionamientos y formas de entendimiento ligados a nuevas formas de explicación científica de los diversos fenómenos no solo sociales sino ambientales.

Para Toledo, en la historia de las revoluciones científicas, queda claro que éstas se han dado a partir del surgimiento de problemas que las estructuras científicas existentes no pueden abordar con sus instrumentales analíticos (Toledo, 1998). De acuerdo a Morín (1990), nos acercamos a una revolución que concierne al gran paradigma de la ciencia occidental<sup>12</sup> atribuida a Descartes, en donde las fallas, las fisuras, se multiplican en ese paradigma, pero se mantiene; lo que afecta a un paradigma, es decir, la clave de todo un sistema de pensamiento, afecta a la vez a la ontología, a la metodología, a la epistemología, a la lógica, y en consecuencia, a la práctica, a la sociedad, a la política.

De acuerdo a Morin, la ontología de occidente estaba fundada sobre entidades cerradas, como ser la sustancia, la identidad, la causalidad (lineal), el sujeto, el objeto. Esas entidades no se comunicaban entre ellas, las oposiciones provocaban la repulsión o la anulación de un concepto por el otro (como sujeto/ objeto); la realidad podía entonces ser englobada mediante ideas claras y distintas.

Para Bertalanffy (1951) una revolución científica es definida por la aparición de nuevos esquemas conceptuales o “paradigmas”. Estos ponen en primer plano aspectos que anteriormente no eran vistos o percibidos, o por ventura ni suprimidos, en la ciencia “normal”, es decir la ciencia aceptada y practicada generalmente en el tiempo en cuestión.

---

<sup>12</sup> Morin cuando habla sobre paradigma occidental, hace referencia al pensamiento cartesiano, ese pensamiento que desarticula al sujeto pensante (*ego cogitans*) y a la cosa extensa (*res extensa*), es decir filosofía y ciencia, y postulando como principio de verdad a las ideas claras y distintas, es decir, al pensamiento disyuntor (separador-analítico) mismo (1990: 29).



Hay así un desplazamiento de la problemática advertida e investigada y un cambio en las reglas de la práctica científica. Es comprensible que en tales fases críticas se haga hincapié en el análisis filosófico, no sentido como necesario en períodos de crecimiento de la ciencia “normal”. Las primeras versiones de un nuevo paradigma suelen ser toscas, resuelven pocos problemas, y las soluciones que dan a éstos distan de ser perfectas. Hay profusión y competencia de teorías, limitada cada una con respecto al número de problemas que cubre y resuelve con elegancia. Sin embargo, el nuevo paradigma abarca nuevos problemas, especialmente los que antes eran rechazados por metafísicos.

Martínez (1993: 58) destaca que la idea de paradigma vendría a ser “una estructura coherente construida por una red de conceptos a través de los cuales ven su campo los científicos, una red de creencias teóricas y metodológicas entrelazadas que permiten la selección, evaluación y crítica de temas, de problemas y métodos, y una red de compromisos entre los miembros de una comunidad científica”, todo lo cual implica una definición específica del campo de la ciencia correspondiente, y se expresa en una tradición orgánica de investigación científica.

Antes de entrar en una mayor explicación de paradigma de los sistemas complejos, sería congruente hablar brevemente de los contextos históricos científicos que ha ido forjando paulatinamente a este nuevo paradigma sistémico- ecológico hasta nuestros días.

### **1.1.1 El Mecanicismo Cartesiano**

A lo largo de la historia de la biología fue inevitable adentrarse en la dicotomía entre sustancia (materia, estructura, cantidad) y forma (patrón, orden, cualidad) desde una visión aristotélica. El aspecto biológico resultaba más que una forma, más que una configuración estática de componentes de un todo. La noción de un universo orgánico, viviente y principalmente espiritual regia como explicación de los diversos fenómenos físicos (Capra, 1996; García R., 2006).

Aristóteles creó un sistema formal de lógica y un conjunto de conceptos unificadores que aplicó a las principales disciplinas de su tiempo: biología, física, metafísica, ética y política (Capra, 1996: 38). Esta filosofía agrupó a las ciencias de acuerdo a las facultades del alma

que actuaban predominantemente en cada una de ellas, pensamiento occidental que dominó hasta el renacimiento (García R., 2006). Es en los siglos XVI y XVIII cuando esta visión cambiaría radicalmente, al ser remplazada por la del mundo como máquina, propiciado por los nuevos descubrimientos (Revolución científica: Copérnico, Galileo, Descartes, Bacon y Newton) en física, astronomía y matemáticas (Capra, 1996), o más recientemente a inicios de siglo XX con una nueva conceptualización y significación de los conceptos básicos de la ciencia: espacio, tiempo, causalidad, materia; a partir de la búsqueda de la unificación de todas las ciencias que condujo a una perspectiva estrictamente reduccionista<sup>13</sup> (Bertalanffy, 1951; García R., 2006).

Descartes, creo el método científico fundado en el pensamiento analítico, consistente en desmenuzar los fenómenos complejos en partes para comprender, desde las propiedades de estas, el funcionamiento del todo, bajo la creencia de que en cada sistema complejo el comportamiento del todo puede entenderse completamente desde las propiedades de sus partes, es decir desmenuzando, descomponiendo, analizando (Capra, 1996: 39). La aplicación del procedimiento analítico depende de dos condiciones. La primera es que no existan interacciones entre "partes", o que sean tan débiles que puedan dejarse a un lado en ciertas investigaciones. Sólo con esta condición es posible "deslindar" las partes real, lógica y matemáticamente, y luego volverlas a "juntar". La segunda condición es que las relaciones que describan el comportamiento de partes sean lineales; sólo entonces queda satisfecha la condición de aditividad, o sea que una ecuación que describa la conducta del total tiene la misma forma que las ecuaciones que describen la conducta de las partes; los procesos parciales pueden ser superpuestos para obtener el proceso total, etc. (Bertalanffy, 1951).

---

<sup>13</sup> Se ha intentado en diversas ocasiones reducir la biología a la química o la física. En este caso, el reduccionista afirma que la biología "no es más que" o "es en última instancia" química o física, con lo que niega que la biología se refiera a propiedades que están más allá del alcance de la química o la física o incluya conceptos, explicaciones o métodos propios, que no pertenecen al ámbito de la química o física. Los correspondientes supuestos reduccionistas ontológicos serían que los organismos *no son más que* agregados de sustancias químicas y que las sustancias químicas *no son más que* átomos físicos. Con lo dicho, queda claro que el problema del reduccionismo o, mejor dicho, el problema de la reducción, es pertinente respecto de otros problemas básicos de la filosofía y, en particular, de la filosofía de la ciencia, entre ellos los de la estructura de las teorías científicas, las relaciones interdisciplinarias, la naturaleza de la explicación, la unidad del método científico y de la ciencia en general, así como con respecto a problemas metafísicos tales como el de la emergencia (Morin, 1990: 30; García R., 2006 29-31). Para Morín (1990: 82) el paradigma científico es reduccionista, porque hacía falta llegar a unidades elementales incapaces de ser descompuestas, que eran las únicas capaces de ser englobadas en forma clara y distinta; cuantitativa, porque esas unidades discretas podían servir de base a todas las computaciones.

De acuerdo a Morin el método científico basado en un pensamiento analítico, disyuntivo, abstracto y reduccionista (y que Morin maneja como paradigma de simplificación), ha permeado en el pensamiento occidental desde el siglo XVII, permitiendo enormes progresos en la ciencia y en la reflexión filosófica; sus consecuencias nocivas posteriores no se comienzan a revelar hasta el siglo XX cuando este paradigma es incapaz de concebir la conjunción de lo uno y lo múltiple. O unifica abstractamente anulando la diversidad, o por el contrario, yuxtapone la diversidad sin concebir la unidad (Morin, 1990).

Para Bertalanffy (1951) la unidad de la ciencia adquiere un aspecto más realista que la simplificación únicamente a la física. El mundo, o sea la totalidad de los acontecimientos observables, exhibe uniformidades estructurales que se manifiestan por rastros isomorfos de orden en los diferentes niveles o ámbitos. De este modo, no podemos reducir los niveles biológicos, al nivel más bajo, el de las construcciones y leyes de la física. Podemos, en cambio, hallar construcciones y tal vez leyes en los distintos niveles: "Posiblemente el modelo del mundo como una gran organización ayude a reforzar el sentido de reverencia hacia lo viviente que casi hemos perdido en las últimas y sanguinarias décadas de la historia humana (1951: 34)".

Descartes basó su visión de la naturaleza en la fundamentación de la división entre dos reinos independientes y separados: mente y materia. El universo material incluyendo los organismos vivos, era una máquina que podía ser enteramente analizada en términos de sus partes más pequeñas. Galileo, Newton complementaron la visión mecanicista al sostener que el mundo era como una máquina perfecta gobernada por las leyes matemáticas exactas. En la biología, el modelo mecanicista fue utilizado para explicar las funciones del cuerpo como la digestión y el metabolismo, lo cual resultó un fracaso por el desconocimiento (en esa época) de los procesos químicos en el cuerpo. A los animales se les veía como máquinas en donde las leyes de la biología y de la explicación de sus procesos se reducían a la física y la química (Capra, 1996).

La visión mecanicista que produjo la razón cartesiana se convirtió en el principio constitutivo de una teoría económica que ha predominado sobre los paradigmas organicistas<sup>14</sup> de los procesos de vida, legitimando una falsa idea de progreso de la civilización moderna bajo un pensamiento incluso antropocentrista<sup>15</sup> (Leff, 1996). De este modo el viejo paradigma analítico y disyuntivo fundamenta la visión del universo entendido como un sistema mecánico compuesto de piezas, del cuerpo humano como una máquina, la de la vida en sociedad como una lucha competitiva por la existencia, la creencia en el progreso material ilimitado a través del crecimiento económico y tecnológico, y no menos importante, la convicción de que una sociedad en la que la mujer está por doquier sometida al hombre, no hace sino seguir las leyes naturales, aspectos que recientemente se han visto seriamente cuestionados, hasta el punto en que su reconsideración radical está ocurriendo actualmente (Capra, 1996; Leff, 1998; Castro y otros, 2010).

En el siglo XIX, con el perfeccionamiento del microscopio, se lograron notables avances en la biología. Este periodo vio el surgimiento de la teoría celular, el comienzo de la moderna embriología, el ascenso de la microbiología (Pasteur) y el descubrimiento de las leyes de la herencia genética. Estos descubrimientos retomaron de nuevo al mecanicismo y al reduccionismo (física-química) para explicar los diversos fenómenos.

Por otro lado, la ciencia de la bioquímica mantenía su progreso y establecía entre los biólogos el firme convencimiento de que todas las propiedades y funciones de los organismos vivos podían eventualmente ser explicadas en los términos de las leyes de la física y la química. No obstante, llevaban dentro de sí las semillas de la nueva oposición, la escuela conocida como biología organicista. Mientras que la biología celular hacía grandes descubrimientos en la comprensión de las estructuras y funciones de las subunidades (órganos de las mismas células), permanecía ignorante respecto a las actividades coordinadoras que integran dichas operaciones en el funcionamiento de la célula como un todo. Las limitaciones del modelo, se

---

<sup>14</sup> El organicismo asume como representación fundamental del universo la de un sistema orgánico vivo. El organismo es una totalidad estructurada con características como: orden, jerarquía, crecimiento. El desacuerdo entre el modelo de la física y la concepción biológica estriba en los diferentes sistemas propuestos para representar al organismo. Los sistemas cerrados (propios de la física) están aislados del medio y su fin es el orden y los sistemas abiertos (propios de la biología) se mantienen en contacto con su entorno intercambiando con ellos información y energía (Capra; 1996: 46-47).

<sup>15</sup> Se considera como un paradigma occidental el cual pone de manifiesto el dominio por parte del hombre sobre la naturaleza que se mantiene a pesar del discurso de desarrollo sustentable (Castro, 2009).

evidenciaron al descubrir que las células se autoreproducían y sus funciones se diversificaban, lo cual resultaba un cuestionamiento que el reduccionismo no podía dar respuesta (Capra, 1996).

El organicismo se opone a la reducción de la biología a física y química. Plantea que si bien las leyes de la física y la química se pueden aplicar a los organismos, resultan insuficientes para la plena comprensión del fenómeno de la vida. El comportamiento de un organismo como un todo integrado no puede ser comprendido únicamente desde el estudio de sus partes. Bajo el enfoque sistémico, el todo es más que la suma de sus partes. Los organicistas afirman que el ingrediente adicional es la comprensión de la organización o de las relaciones organizadoras (Bertalanffy, 1951; Capra, 1996).

En este mismo sentido Bertalanffy<sup>16</sup> sabía que muchos sistemas por su propia naturaleza y definición no son sistemas cerrados. Si separamos un ser vivo (organismo) de su entorno morirá debido a la carencia de agua, oxígeno y alimentos. Los organismos son sistemas abiertos que no pueden sobrevivir sin intercambiar continuamente materia y energía con su entorno. De este modo, una de las tareas de la biología según Bertalanffy sería no solo la de ocuparse del nivel fisicoquímico o molecular, sino de los niveles superiores de organización viva. A lo anterior, Bertalanffy cuestionaba que la biología debería ser la encargada de descubrir las leyes de los sistemas biológicos, a todos los niveles de organización (Bertalanffy, 1951: 3). A esta nueva concepción, considerada como un método de investigación, llamada "biología organizacional", fue el germen de lo que más tarde se conocería como la Teoría General de Sistemas reemplazando el término organismo por entidades organizadas tales como grupos sociales, personalidad, o ingenios tecnológicos, como se verá a continuación.

---

<sup>16</sup> Las primeras aproximaciones de Bertalanffy a la Teoría de Sistemas se proponen en un artículo de 1951, donde reúne sincréticamente los elementos más diversos: conjunción, confusión, elementos, interrelaciones, etc. Aunque se ocupa apenas de explorar a cabalidad el concepto de sistema en sí mismo, satisfaciéndose (y escudándose) en ese punto fundamental de un holismo totalizante (Morin, 1996). Asimismo, apenas exploró el lado de la auto-organización y de la complejidad, misma que es un concepto acuñado a Edgar Morin para describir no solo el nivel de entrelazamiento del conocimiento que representa los sistemas para la investigación científica, sino reformula la necesidad de interrelacionar a las disciplinas. Para Morin (1990) queda un enorme vacío conceptual, entre la noción de sistema abierto y la complejidad del sistema viviente más elemental, que las tesis sobre la jerarquía de Bertalanffy no llegan a rellenar. Aun así, las bases de la unidad de la ciencia está allí; lo sistémico, si ha de ser superado debe, en todo caso, ser integrado.

## 1.2 El paradigma de los sistemas complejos

La palabra sistema se deriva de dos palabras griegas *syn* e *istemi*, que quiere decir “reunir en un todo organizado”. De acuerdo a Bertalanffy (1951) un sistema es un conjunto de unidades en constante interrelación. Para De Saussure (1931) el sistema es una totalidad organizada, hecha de elementos solidarios que no pueden ser definidos más que los unos con relación a los otros en función de su lugar en esa totalidad. Bunge (1979) define al sistema como un todo complejo cuyas partes o componentes están relacionados de tal modo que el objeto se comporta en ciertos aspectos como una unidad y no como un mero conjunto de elementos. Y un sistema concreto es un sistema cuyos componentes son objetos concretos o cosas. Cada uno de los componentes de un sistema concreto influye sobre algunos otros componentes del sistema. De este modo, entre los aspectos fundamentales del concepto sistema se encuentran: a) La existencia de elementos diversos e interconectados; b) El carácter de unidad global del conjunto; c) La existencia de objetivos asociados al mismo; y d) La integración del conjunto en un contexto específico

Para García R. (2006: 21) un sistema es “un conjunto (biológico, físico, social) que tiene propiedades heterogéneas y diversas, y su organización que determina su estructura no es otra cosa que el conjunto de las relaciones entre sus elementos (moléculas, variables, órganos, comunidades, individuos), incluyendo las relaciones entre esas relaciones”. Así, un sistema desde la definición de García R (2006) es una representación de un recorte de la realidad, conceptualizado como una totalidad organizada (sistematizada) en la cual los elementos no son separables y por tanto, no pueden ser estudiados aisladamente. Por su parte Castro (y otros, 2010: 25) distinguen “dos componentes esenciales del sistema: los elementos y las relaciones entre ellos”.

De este modo, la perspectiva de sistemas permite conocer el conjunto y funcionamiento de los componentes (elementos), la manera particular en que están relacionados entre sí, como estas relaciones cambian a través del tiempo, así como la dinámica y funciones que emergen desde su estructura conectiva o relacional y los cambios en la propia estructura. Resulta un nuevo enfoque para hacer ciencia, es decir, un cambio sustancial en la manera entender los diversos fenómenos sociales y ambientales y para generar conocimiento. A

diferencia del método científico basado en el reduccionismo que toma muestras para descomponerlas y analizarlas (yendo en contra de las leyes de la vida), el paradigma sistémico tiende a unificar disciplinas, ideas, métodos, metodologías para generar un conocimiento ampliado y detallado de las cosas.

El estudio de los sistemas surge hasta mediados de siglo XX, cuando se pone de relieve el interés del trabajo interdisciplinar y la existencia de analogías en el funcionamiento de sistemas biológicos y automáticos. Este estudio tomaría relevancia cuando en los años cincuenta, L. Von Bertalanffy propone sus primeros acercamientos de la teoría de sistemas en un artículo<sup>17</sup> de 1951, para posteriormente en 1968 publicar sus primeros adelantos sobre la *Teoría General de Sistemas* (1951)<sup>18</sup>, y que a la postre ha sido retomada y aplicada como una metodología de investigación en diversas disciplinas, ámbitos y fenómenos de estudio.

La aparición de este nuevo paradigma metodológico de investigación asociado al enfoque de los sistemas, en términos generales (más allá de la complejidad que más adelante veremos en que consiste) tiene su origen en la incapacidad manifiesta de la ciencia para tratar problemas diversos y que requieren puntos de vista específicos. De este modo, el enfoque de sistemas aparece para abordar el problema de la complejidad (interacciones) a través de una forma de pensamiento basada en la totalidad, sus propiedades e interdependencias de los elementos de un sistema que complementa, o nulifica al reduccionismo científico y al método analítico (Bertalanffy, 1961; Capra, 1996; García R., 2006; Castro, 2009).

La simplificación de la ciencia hacia su reduccionismo de lo complejo a lo simple (reducción de lo biológico a lo físico, de lo humano a lo biológico) es lo que para Morin (1990) nos lleva a una inteligencia ciega. El ideal del conocimiento científico clásico era descubrir, detrás de la complejidad aparente de los fenómenos, un orden perfecto legislador de una máquina perfecta (el cosmos), hecha ella misma de física cuántica (microelementos-átomos)

---

<sup>17</sup> *General system theory - A new approach to unity of science*, Human Biology, 1951.

<sup>18</sup> La *Teoría General de Sistemas* afirma que las propiedades de los sistemas no pueden describirse significativamente en términos de sus elementos separados. La comprensión de los sistemas sólo ocurre cuando se estudian globalmente, involucrando todas las interdependencias de sus partes (Ludwig von Bertalanffy, 1951).

diversamente reunidos en objetos y sistemas. Tal conocimiento fundaría su rigor y su operacionalidad, necesariamente, sobre la medida y el cálculo:

“pero la matematización y la formalización han desintegrado, más y más, a los seres y a los existentes por considerar realidades nada más que a las fórmulas y a las ecuaciones que gobiernan a las entidades cuantificadas... el pensamiento simplificante es incapaz de concebir la conjunción de lo uno y lo múltiple. O unifica abstractamente anulando la diversidad o, por el contrario, yuxtapone la diversidad sin concebir la unidad. De este modo la inteligencia ciega destruye los conjuntos y las totalidades, aísla todos sus objetos de sus ambientes. La metodología dominante produce oscurantismo porque no hay más asociación entre los elementos disjuntos del saber y, por lo tanto, tampoco posibilidad de engranarlos y de reflexionar sobre ellos” (Morin, 1990: 30-31).

Para Bertalanffy (1951), el método científico, basado en reduccionismo, repetitividad y refutación, fracasa debido a que el número de variables interactuantes es mayor al que el científico puede controlar, por lo que no es posible realizar verdaderos experimentos. Asimismo, la posibilidad de que factores desconocidos influyan en las observaciones es mucho mayor, quedando científicamente vulnerables. Bertalanffy fue el primer expositor de la teoría general de sistemas, mediante la cual buscaba sentar las bases de una metodología integradora para el tratamiento de problemas científicos desde diferentes enfoques, evitando la superficialidad científica que las ha estancado fundamentalmente por el método analítico: “el problema de los sistemas es esencialmente el problema de las limitaciones de los procedimientos analíticos en la ciencia” (ídem, 1951: 12).

Así, el enfoque de sistemas aparece como una manera distinta para abordar el problema de un fenómeno social, económico, ambiental a través de una forma de pensamiento basada en la totalidad y sus propiedades que complementa y/o trasgrede el reduccionismo científico (Checkland, 1999: 44; García R., 2006: 47).

En este mismo sentido, la visión del mundo que emerge de la física moderna se caracteriza por ser orgánica, holística y ecológica (Capra, 1996), así como se liga a la construcción de conocimiento no aislado, sino interconectado con todas sus causas y sus consecuencias (Martínez, 1993; Castro, 2009). Es precisamente la teoría general de sistemas la que



manifiesta la necesidad de romper con esa idea de percibir al mundo y sus organismos y objetos como maquinas, sino ha de concebirse como una unidad indivisible y dinámica cuyos elementos están estrechamente vinculados. El mundo se concibe desde el punto de vista de la interrelación y la interdependencia de sus fenómenos (Castro y otros, 2010).

### 1.2.1 La complejidad

Resulta indispensable adentrarnos a definir el concepto de complejidad de un sistema, ya que es parte intrínseca de este enfoque metodológico el cual requiere de precisión al utilizarse. Para Morin la complejidad es un tejido (*complexus*: lo que está tejido en conjunto) de constituyentes heterogéneos inseparablemente asociados: presenta la paradoja de lo uno y lo múltiple. De acuerdo a este científico la complejidad es “el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones, azares, que constituyen nuestro mundo fenoménico. Así es que la complejidad se presenta con los rasgos inquietantes de lo enredado, de lo inextricable, del desorden, la ambigüedad, la incertidumbre... De allí la necesidad, para el conocimiento, de poner orden en los fenómenos rechazando el desorden, de descartar lo incierto, es decir, de seleccionar los elementos de orden y de certidumbre, de quitar ambigüedad, clarificar, distinguir y jerarquizar” (Morin, 1990: 32).

Para García R. (2000) la complejidad de un sistema se distingue en la capacidad de poder descomponerlo o no. Por un lado destaca que existen sistemas que por su organización característica, sus partes podrían ser aislables sin alterar el orden y funcionamiento de sus demás elementos, a los que denomina sistemas descomponibles. Por otra parte, destaca que existen sistemas no-descomponibles y abiertos<sup>19</sup>, en donde los diversos componentes

---

<sup>19</sup> Los sistemas complejos, además de no ser descomponibles, también son sistemas abiertos. Al experimentar entradas y salidas, poseen principios de organización divididos en tres tipos: a) Estratificación: la forma característica de los sistemas complejos responde a lo que se denomina el principio de estratificación, al presentar una disposición de sus elementos en niveles de organización con dinámicas propias pero interactuantes entre sí. Los niveles no son interdefinibles y cada uno puede ser estudiado de manera relativamente independiente, pero las interacciones entre niveles son de tal naturaleza que cada uno condiciona o modula la actividad de los niveles adyacentes; b) Interacción entre niveles: las interacciones con otros niveles se pueden representar como flujos en de “entrada” y de “salida”, no necesariamente materiales. Al efecto neto sobre un nivel dado de las interacciones con los otros niveles se le llama condiciones de contorno de dicho nivel. Los conceptos de condiciones de contorno y de flujo se aplican también entre subsistemas y en las interacciones del sistema total con otros sistemas. Las condiciones de contorno juegan un rol decisivo en condicionar la generación y modalidad de evolución de los procesos de cambio. Asimismo, la escala tanto temporal como espacial, es fundamental para entender los procesos de cambio; y c) Articulación interna: dentro de cada nivel los elementos pueden agruparse en subsistemas constituidos por aquellos elementos que tienen un mayor grado de interconexión entre sí que con los demás. Estos subsistemas funcionan como subtotalidades que se articulan por relaciones cuyo conjunto constituye la estructura del nivel (García R., 2000: 74-76).

del mismo, solo pueden ser definidos y entendidos en función del resto; a este tipo de sistemas se les aplica el calificativo de complejos.

Morín (1977: 377) menciona que la complejidad se impone ante la imposibilidad de simplificar, surge donde la unidad compleja pierde sus distinciones y claridades en las identidades y causalidades, donde el investigador se abruma ante el objeto de estudio. Desde la concepción de García R. la complejidad está asociada a la imposibilidad de considerar aspectos particulares de un fenómeno, proceso o situación a partir de una disciplina específica: “El problema de la complejidad surge en las ciencias naturales y sociales, al tratar con un gran número de factores ecológicos, humanos, económicos, tecnológicos fuertemente interconectados (2006: 21)”. En este caso la dificultad se multiplica por que la mayor parte de los problemas con los que tratan las ciencias sociales son de gestión: organización, planificación, control, resolución de problemas, toma de decisiones, etc., por lo que la complejidad de un sistema muchas veces requiere la aproximación de diferentes disciplinas (García R., 2006). Mientras que el pensamiento simplificador reduccionista desintegra la complejidad de lo real, el pensamiento complejo reúne:

“integra lo más posible los modos simplificadores de pensar, pero rechaza las consecuencias mutilantes, reduccionistas, unidimensionalizantes y finalmente cegadoras de una simplificación que se toma por reflejo de aquello que hubiere de real en la realidad. La ambición del pensamiento complejo es rendir cuenta de las articulaciones entre dominios disciplinarios quebrados por la simplificación, en este sentido el pensamiento complejo aspira al conocimiento multidimensional (Morin, 1990: 22-23)”.

De este modo, el enfoque de los sistemas complejos se distingue como una metodología para los sujetos cognoscentes<sup>20</sup> que requieren investigar a fondo un determinado objeto de estudio por medio de un planteamiento sistémico e interdisciplinario. Al estar constituidos por elementos heterogéneos en interacción, sus subsistemas pertenecen a dominios materiales de diversas disciplinas y a distintas escalas de estudio (García R., 2006; Castro

---

<sup>20</sup> De acuerdo a Jean Piaget, el proceso de enseñanza-aprendizaje se percibe y se lleva a cabo como proceso dinámico, participativo e interactivo del sujeto, de modo que el conocimiento sea una auténtica construcción operada por la persona que aprende, es decir, por el sujeto cognoscente.

y otros, 2009). De acuerdo a Clayton y Radcliffe (1996: 12-13) “el planeta entero puede ser pensado como un gran y complejo sistema, que a su vez contiene subsistemas tal como los sistemas biológicos, ecológicos, acuáticos, sociales, económicos, etc.”; ya que son sistemas abiertos, mismos que intercambian recursos y energía con sus ambientes. Por lo tanto, la teoría de los sistemas complejos constituye una propuesta conceptual de las ciencias que se dedican a estudiar los problemas de la naturaleza (y que recientemente ha ido permeando en disciplinas sociales-económicas), mediante una metodología de trabajo interdisciplinario<sup>21</sup>, sustentado en un marco conceptual derivado de una plataforma epistemológica con diversas aristas. Desde la perspectiva de García R. (2006: 24), la interdisciplinariedad se diferencia de la integración disciplinaria por distintos aspectos:

“1) Ninguna investigación particular tiene la capacidad de integrar diferentes disciplinas. Los procesos de integración disciplinaria, han dado lugar a replanteamientos fundamentales que no se limitan a “poner juntos o a separar” los conocimientos de diferentes dominios; 2) La integración disciplinaria en una investigación particular no es necesaria, puesto que el análisis histórico de la ciencia permite poner en evidencia que las diferentes disciplinas científicas se van integrando a lo largo de su desarrollo. Dicho de otra manera, la integración disciplinaria es un hecho histórico y una característica del desarrollo científico que no resulta de la voluntad (y de los acuerdos) de un grupo de investigación y que no puede constituir una pretensión metodológica (García R., 2006: 24, 32-33)”.

Para este mismo autor, la diferencia fundamental entre una investigación interdisciplinaria y las llamadas investigaciones de tipo multi o transdisciplinario, se encuentra en el modo de concebir una problemática y en el común denominador que comparten los miembros de un equipo de investigación. Una investigación interdisciplinaria requiere la integración de diferentes enfoques para la delimitación de una problemática. De este modo, un sistema complejo no solo requiere de una concepción común entre los miembros del equipo de

---

<sup>21</sup> En la cuestión interdisciplinaria, lo que integra a un equipo de este tipo para el estudio de un sistema complejo es un marco conceptual y metodológico común, derivado de una concepción compartida de la relación entre la ciencia y la sociedad, lo que permitirá definir la problemática a estudiar bajo un mismo enfoque, resultado de la especialización de cada uno de los miembros del equipo de investigación con miras a lograr un resultado homogéneo y consensuado desde una metodología sistémica. A lo anterior, lo que está en juego es la relación entre el objeto de estudio y las disciplinas a partir de las cuales se hace un determinado estudio. Desde el enfoque complejo, las situación o procesos dados en una realidad no se presentan de manera que puedan ser catalogados por su correspondencia con alguna disciplina en particular (García R., 2006; 21).

investigación sobre la problemática a estudiar, sino también de una base conceptual común y de una concepción compartida de la investigación científica y de sus relaciones con la sociedad (García R., 2006).

Para Castro (y otros, 2009) y Torres (2010) la construcción de conocimientos desde la visión interdisciplinaria y el abordar un problema complejo bajo enfoques que intermedian a diferentes disciplinas para el estudio de un fenómeno, requiere no la suma de disciplinas ni de sus interlocutores, sino su integración. De esta forma, la investigación interdisciplinaria, resulta parte fundamental de la metodología para estudiar fenómenos específicos bajo una lógica integrativa disciplinaria que tenga como marco de referencia el enfoque de los sistemas complejos. La dinamización de conocimientos por parte de diversas personas con formaciones disciplinarias distintas las cuales se conjuntan mediante la fijación de criterios, acuerdos consensuados que delimiten los alcances de la temática a estudiar, resulta una contraposición a antiguas metodologías aisladas como el método analítico (Castro, 2009) o el reduccionismo científico (Bertalanffy, 1951).

A su vez, los datos observables de una realidad, constituyen el punto de partida de todo conocimiento, así como se dan directamente de la percepción del sujeto cognoscente. La organización de los observables (hechos) requiere la previa construcción de instrumentos asimiladores de la experiencia, hasta llegar a la construcción de las teorías. De este modo, cuando una investigación se enfoca en estudiar un determinado fenómeno, pone de manifiesto el uso de diversas teorías, mismas que constituyen un corpus de conocimiento a partir del cual abordaran el problema. De acuerdo a García R. (2006) la identificación y la selección de datos que proporciona el soporte empírico de su estudio, están determinadas por dos elementos: “1) Como define los objetivos de su investigación dirigidos fundamentalmente por el tipo de cuestiones a las cuales se pretende dar respuesta (marco epistémico<sup>22</sup>); 2) Como se delimita el campo empírico, utilizando aquellos datos consistentes en los datos de la experiencia que serán privilegiados en la investigación (dominio empírico) (García R., 2006: 35)”.

---

<sup>22</sup> De acuerdo a Capra, el pensamiento sistémico comporta un cambio de ciencia objetiva a ciencia epistémica, es decir a un marco en el que la epistemología (el método de cuestionar) se convierte en parte integrante de las teorías científicas (1996: 60). Para García el marco epistémico es el conjunto de preguntas o interrogantes que un investigador se plantea con respecto al dominio de la realidad que se ha propuesto estudiar (García, 2006: 35).

A su vez, el enfoque de sistemas ha dado lugar a diversas ramas científicas y tecnológicas aplicadas para el estudio de sistemas, como es la cibernética<sup>23</sup>, los sistemas dinámicos, los sistemas auto-organizativos, de la Información y de las jerarquías. Todos ellos se pueden englobar bajo la denominación genérica de ciencias de los sistemas (Chekland, 1999) incluidos los estudios aplicados. Estos últimos son aquellos que emplean el enfoque sistémico para la resolución de problemas, entre ellos se encuentran la *ingeniería de sistemas*<sup>24</sup>, el *análisis de sistemas*<sup>25</sup> y la *dinámica de sistemas*<sup>26</sup>, piezas claves para el entendimiento de este trabajo. Asimismo, resulta importante la validación de los resultados de los estudios, a fin de comprobar que sean correctos y evitar en su caso la posible propagación de errores a la fase de diseño. Para ello hay que comprobar los extremos siguientes: el estudio debe ser consistente y completo; si el estudio se plantea como un paso previo para realizar un diseño, habrá que comprobar además que los objetivos propuestos son correctos y realizables (García R., 2006).

---

<sup>23</sup> La cibernética, como teoría de los mecanismos de control en la tecnología y la naturaleza, fundada en los conceptos de información y retroalimentación (Wiener, 1948), no es sino parte de una teoría general de los sistemas; los sistemas cibernéticos son un caso especial de los sistemas que exhiben autorregulación. Es una teoría de los sistemas de control basada en la comunicación (transferencia de información) entre sistema y medio circundante, dentro del sistema y en el control (retroalimentación) del funcionamiento del mismo en consideración al medio (Rosenblueth, y otros, 1943).

<sup>24</sup> La Ingeniería de Sistemas es una tecnología por la que el conocimiento de investigación se traslada a aplicaciones que satisfacen necesidades humanas mediante una secuencia de planes, proyectos y programas de proyectos. El Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE), define a la ingeniería de sistemas como "la aplicación de las ciencias matemáticas y físicas para desarrollar sistemas que utilicen económicamente los materiales y fuerzas de la naturaleza para el beneficio de la humanidad." es un conjunto de metodologías para la resolución de problemas mediante el análisis, diseño y gestión de sistemas (IEEE, 1997).

<sup>25</sup> Es una ciencia que emplea el método científico para el estudio de los sistemas. Trata básicamente de determinar los objetivos y límites del sistema objeto de análisis, caracterizar su estructura y funcionamiento, marcar las directrices que permitan alcanzar los objetivos propuestos y evaluar sus consecuencias. Se puede agrupar más formalmente las tareas que constituyen el análisis en una serie de etapas que se suceden de forma iterativa hasta validar el proceso completo: 1) Conceptualización: Consiste en obtener una visión de muy alto nivel del sistema, identificando sus elementos básicos y las relaciones de éstos entre sí y con el entorno; 2) Análisis funcional: Describe las acciones o transformaciones que tienen lugar en el sistema. Dichas acciones o transformaciones se especifican en forma de procesos que reciben una entradas y producen unas salidas; 3) Análisis de condiciones: Debe reflejar todas aquellas limitaciones impuestas al sistema que restringen el margen de las soluciones posibles.

<sup>26</sup> Es una metodología, utilizada para estudiar el comportamiento sistémico a través del tiempo, que se basa en determinar los bucles de realimentación y los retrasos en la información del sistema (Martínez S., y Requema A., 1988). Utiliza los ciclos de realimentación, y el empleo de modelos matemáticos como parte fundamentales dentro de técnicas de simulación por computadora para analizar y gestionar situaciones y problemas complejos (Forrester, 1961). Asimismo, resulta una metodología matemática, cuyos conceptos y técnicas se amplían a un amplio espectro de fenómenos (Capra, 1998: 129).

El pensamiento sistémico, más allá de conformarse como un nuevo paradigma científico que integra a la ecología como elemento clave de explicación de la realidad y de los fenómenos biofísicos en el planeta, a su vez su concepción ha ido experimentando cambios de apreciación y discusión. La concepción del holismo y su vinculación con el organicismo, ha dado como resultado la evolución de este nuevo paradigma sistémico-ecológico (Martínez, 1993; Capra, 1996; Castro, 2009; Barrera y Castro, 2012).

El cambio de pensamiento de las partes al todo (sistémico), resulta también una forma de pensamiento medioambiental. De este modo, se puede interpretar también como “el cambio de objetos a relaciones, lo que a su vez ha derivado en la percepción del mundo viviente como una red (Capra, 1996: 57)”. Asimismo, la teoría de sistemas complejos ha abierto diversas vías metodológicas para integrar procesos de diversos ordenes ontológicos (Leff, 1998), y para investigar la complejidad de los fenómenos socioambientales. De este modo, entenderemos por sistema complejo (en lo sucesivo ecosistema) como una entidad que entrelaza los conjuntos de elementos sociales, culturales, económicos, políticos, ambientales, y que a su vez se encuentran inseparablemente asociados e interrelacionados a diferentes jerarquías pero que resultan indispensables los unos con los otros para concretar su entendimiento.

Asimismo, destacamos el uso conceptual de ecosistema, que por un lado concierne al todo y sus partes, y creemos que se circunscribe a relaciones al interior del sistema (entidad) de manera endógena y a su vez, y de manera más limitada, de forma exógena con otros subsistemas con los que mantiene relaciones. Así, retomamos el concepto ecológico para soportar una visión holística<sup>27</sup> que visualice no solo la interdependencia de las partes, sino que también englobe su inserción con procesos naturales y sociales fuera del mismo, es decir sus interconexiones con otros sistemas desde una perspectiva ecosistémica.

### **1.2.2 Los modelos en el enfoque sistémico**

La dinámica de sistemas, el análisis de sistemas y la (bio) cibernética son concepciones teórico-metodológicas fundamentales en el desarrollo y entendimiento de este trabajo. Por

---

<sup>27</sup> Se llama holismo al punto de vista que se interesa más por el todo que por las partes. El enfoque sistémico no concibe la posibilidad de explicar un elemento si no es precisamente en su relación con el todo.

un lado, la dinámica de sistemas es una metodología y una técnica de simulación por computador. Originalmente desarrollada en 1950, tiene como aplicación un trabajo de resonancia mundial: *Límites del Crecimiento*, el cual sustento sus resultados futurológicos con base al modelo Global World-2 diseñado por Jay Forrester<sup>28</sup>.

Dicho trabajo no solo utilizó la metodología de la dinámica de sistemas, que requirió a su vez del uso del software y ordenadores, sino también el reconocimiento de la estructura del sistema para determinar su comportamiento y sus componentes. De este modo, el análisis de sistemas, que es la aplicación del método científico a problemas relacionados con sistemas complejos, sirve para estudiar, describir y hacer predicciones acerca de sistemas complejos, y que frecuentemente hace uso de la matemática avanzada, procedimientos estadísticos y computadoras (Bertalanffy, 1951).

Entendiendo que un sistema es comprendido de las partes al todo, surge un concepto fundamental como la *retroalimentación* (ligado a la cibernética y dinámica de sistemas) que es de gran importancia para entender los procesos de interconexión al interior de un sistema (Martínez S., y Requena A., 1988), y que en ésta investigación, dicho concepto, se encuentra intrínsecamente ligado a la modelación ecológica de la SC, propuesta de este trabajo (Capítulo IV).

La cibernética estudia los flujos de información que rodean un sistema, y la forma en que esta información es usada por el sistema como un valor que le permite controlarse a sí mismo: ocurre tanto para sistemas animados como inanimados (Stafford, 1952). La retroalimentación es parte intrínseca de la cibernética, es una función en las variables de un sistema que genera intercambios de energía, información (Herrer, 2010). Es un mecanismo de control de los sistemas dinámicos por el cual una cierta proporción de la señal de salida se redirige de nuevo a la entrada, y así regula su comportamiento. Es un

---

<sup>28</sup> Jay Forrester es considerado el padre de la dinámica de sistemas, disciplina que representa una extensión a toda clase de sistemas complejos de conceptos aplicados originalmente en ingeniería. La aportación personal de Forrester incluye la aplicación a problemas del campo de las ciencias sociales, inicialmente a través de la modelización de la organización empresarial. Forrester es también el autor de una de las formalizaciones más empleadas en la formulación de modelos cibernéticos, el llamado diagrama de Forrester. A inicios de los 70s, creo el modelo world 2, mismo que representaría sistémicamente el conjunto de variables y las problemáticas de la situación de deterioro de la naturaleza por el desarrollo económico industrializado y el crecimiento poblacional. Los resultados de este modelo, serian interpretados en el informe *Límites del crecimiento* publicado por el Club de Roma (Tamames, 1974: 107-116).

efecto sobre otras variables, que a su vez suele regresar a la primera de manera positiva o negativa, también conocido como *feedback* (Vester, 1999; Shih-Liang C. y Shu-Li H., 2004).

Como se ha comentado, el enfoque de sistemas es parte de una metodología que ha sido aplicada en distintas disciplinas y ciencias para estudiar un objeto de estudio específico. Este enfoque plantea que cualquier fenómeno de la realidad puede ser considerado como un sistema que contiene una estructura donde interactúan elementos dentro y fuera de éste. Un modelo es una abstracción de la realidad, que describe los elementos más esenciales de un problema, incluso, interpretándolos como variables/subsistemas. De acuerdo a Bertalanffy (1951) la modelación recae en la computarización y simulación; el ordenador ha sido un factor para abrir un nuevo camino en la investigación de sistemas, no solo porque ha facilitado cálculos que de otra manera habrían requerido tiempo y energía excesiva, sino también ha abierto campos donde no existen teorías o modos de solución matemáticos. De este modo, es posible computarizar sistemas que van más allá de las matemáticas ordinarias; por otro lado, experimentos realmente realizados en el laboratorio pueden ser sustituidos por simulación en computadora, y el modelo alcanzado ser verificado entonces con datos experimentales.

La modelización ha sido adoptada ampliamente por la dinámica de sistemas en donde ha venido a sustituir a los métodos de modelización mentales, generalmente utilizados al tratar los problemas de planificación. De acuerdo a Forrester (1971) la mente humana no está adaptada para interpretar el comportamiento de los sistemas sociales, aunque recientemente su complejidad ha reavivado el interés en comprenderlos y modelarlos detalladamente. Así, Forrester (1971) discierne que el verdadero problema de la modelización radica en la creación de una estructura de modelo que sea adecuada, para ello hay que saber que parte de la información disponible debe utilizarse, que relaciones son las que reflejan los modos de comportamiento característicos de los sistemas de vida real (sectores o subsistemas)<sup>29</sup>, y que información ha de descartarse como irrelevante.

---

<sup>29</sup> Forrester en el modelo World-2 relaciona cinco sectores o subsistemas (también podrían ser variables): población, inversión de capital, espacio geográfico, recursos naturales, contaminación y producción de alimentos. Es de estos subsistemas y de sus interrelaciones de donde surge la dinámica de cambio en el sistema mundial (Tamames, 1974: 109-110).



Para los estudios territoriales y biorregionales resulta una alternativa el enfoque de sistemas complejos, y la modelización de sus elementos por medio de las metodologías como la dinámica de sistemas y biocibernética, ya que permite un acercamiento de la realidad apoyándose en el procesamiento de la información estadística, geográfica, cualitativa, documental, etc., con el objeto de conocer el funcionamiento del conjunto de elementos que conforman el sistema.

Un determinado sistema visto a su vez, como un objeto de estudio, engloba diferentes variables y con distintas jerarquías. De este modo podemos identificar variables económicas como la producción, las actividades comerciales, de servicios, etc.; variables naturales como el agua, la biodiversidad, etc.; variables de carácter metropolitano como la expansión urbana, el aumento del transporte, etc.; variables de índole político, como la legislación en territorios específicos, estatales, federales y su incidencia en la configuración social y económica, etc.; esta diversidad de fenómenos, en términos teóricos-conceptuales conllevaría utilizar diversos enfoques para explicar dichos fenómenos de la realidad de distintas maneras (Vester, 1988). Bajo la visión sistémico-ecológica, esto es importante, más no es la cuestión central ya que la parte fundamental es conocer los distintos tipos de variables jerárquicas y entender sus relaciones en el sistema complejo, que al ser un sistema abierto, mantiene interacciones con otros que condicionan su estructura y su nivel de organización.

Asimismo, hay variables con valores dentro del ecosistema más sensibles que otras por su nivel: crítico, activo, reactivo, etc. (como se verá en el capítulo IV), mismas que se vuelven parte de la estructura jerárquica del sistema. La descripción-comprensión de este tipo de aspectos y su incidencia en los procesos de transformación de nuestro objeto empírico por medio de la compilación de información de campo, de las entrevistas, de la inferencia del investigador, nos permite unificar u homologar la diversidad de los fenómenos dados por la interrelación de los elementos, desde una comprensión teórico-conceptual ecosistémica.

Asimismo, técnicas (con metodología propia) como los SIG y el MS fácilmente adaptables a la metodología sistémica, son de gran utilidad como instrumentos de planeación y diseño ambiental para el procesamiento, manejo de información, generación de resultados y

propuestas óptimas con la finalidad de cuali-cuantificar las distintas variables y su comportamiento en términos ecológicos del sistema delimitado. Estas técnicas se suman como parte de la metodología para comprender la relación sistémica entre sociedad y naturaleza en un territorio específico, así como plantear propuestas que fortalezcan los procesos de conservación y aprovechamiento recíproco de la naturaleza.

### **1.3 La noción de desarrollo en el escenario capitalista**

La palabra desarrollo, desde su connotación etimológica, hace alusión a una acción o efecto de desarrollar o desarrollarse. Es un proceso que involucra medidas, estrategias y organización con la finalidad de superar los niveles de vida logrados. Asimismo, hace énfasis en un crecimiento o progreso de una persona, sociedad o país. En las distintas geografías del planeta, el desarrollo se encuentra intrínsecamente asociado a la idea de crecimiento económico, mismo que brinda elementos y condiciones para mantener una inercia creciente de “progreso”.

A lo anterior, el crecimiento económico y la capacidad de generar condiciones materiales y subjetivas-ideológicas de progreso, se encuentra totalmente ligado con la naturaleza, al ser la base fundamental, no solo para generar diversos procesos sociales, sino también permitir procesos físicos-químicos-biológicos vitales para cualquier sistema vivo en el planeta. De este modo, y estando de acuerdo con Gosse (1999: 10) “el desarrollo es intrínsecamente sustentable, “durable”: un proceso inscribiéndose en el largo tiempo. Es un pleonismo hablar de desarrollo sustentable; si no fuera sustentable, no sería desarrollo”.

Evidentemente la actual crisis socioambiental que experimenta el planeta, en gran medida por la visión antropocéntrica, fijista y por el modo de producción<sup>30</sup> económico capitalista, ha venido a cuestionar la racionalidad y los paradigmas teóricos que han impulsado nuevos elementos y conceptos para legitimar los procesos de producción industrializados, los

---

<sup>30</sup> De acuerdo a Marx, se entiende por *Modo de Producción*, a la forma total que posee una sociedad en función de su período de evolución histórica, definido por sus tipos de relaciones de producción. El modo de producción sería la forma de sociedad en su conjunto, constituida por la infraestructura o estructura económica y por la superestructura política, jurídica, religiosa e ideológica. La superestructura y la sociedad en su conjunto estarían asentadas sobre la estructura económica, en particular sobre las relaciones de producción. Entre los distintos modos de producción que se han dado en diferentes partes del planeta a través de la historia encontramos: Barbarie, comunismo primitivo, germánico, esclavista, asiático, americano, social-feudal, socialista y capitalista (Marx, Carlos y Hobsbawn, Eric (1857-1858) 1971).

cuales son condiciones esenciales para lograr un “desarrollo” que es totalmente depredador e irrespetuoso con la naturaleza (Leff, 1998).

En términos ambientales nunca antes la naturaleza había estado en riesgo de degradación y deterioro, problemática global sin precedentes resultado de la acción de hombre (Giddens, 2001). Pese a la tecnología tan novedosa e innovadora, incluso universal (la cual nos ha llevado a poner al ser humano en la luna) no hemos logrado un consenso global con la intención de tratar de reestructurar o modificar el actual “progreso” de la humanidad que se traduzca en formas de organización sociales en equilibrio con la naturaleza.

La industrialización como motor engañoso del desarrollo humano, y sus enormes efectos ambientales, han derivado en una serie de riesgos globales como el calentamiento del planeta, cambio climático, deshielos en zonas polares, aumento del nivel del mar, de enfermedades biológicas nuevas o más resistentes, mayores precipitaciones o nulas en distintas partes geográficas, inundaciones y sequías (traducidas en catástrofes históricas como incendios), desertificación, erosión, pérdida de ecosistemas completos terrestres y marinos así como extinción de biodiversidad, así como el agotamiento de elementos naturales no renovables o de difícil regeneración.

En este sentido resulta indispensable distinguir la magnitud de la industrialización como motor de la economía y como condicionante de esta vaga conceptualización que tenemos sobre un desarrollo que expone una serie de contradicciones socioambientales: deterioro, agotamiento de ecosistemas y elementos naturales, contaminación ambiental, aumento de la pobreza y población, inadecuada distribución de la riqueza, cambio climático, etc., son muestras de un modelo industrializado capitalista que denota también agotamiento y la necesidad de replantear: sí es la vía a seguir en términos socioambientales.

La industrialización históricamente ha sido la fuerza que ha originado las grandes aglomeraciones urbanas y una heterogeneidad socioeconómica en términos territoriales y productivas, pero a su vez, ha sido un factor negativo de transformación ambiental por la dependencia de materias primas-bruta esenciales para el funcionamiento del capitalismo (Castells, 1971: 81; Ramos, 1972: 107; Reissman, 1972: 23; Pradilla, 1984: 395; Garza, 1986: 31-32 y 40).

¿Hablar de desarrollo, es referirnos únicamente al desarrollo económico y de la burguesía capitalista (dueña de los medios de producción)? ¿Por qué unos cuantos se han subido al tren del desarrollo socioeconómico buscando su supremacía sustentada en la explotación de la naturaleza y del resto de sociedad (clase proletaria)? Pareciera que el progreso y desarrollo social y económico sólo se podrá conseguir siguiendo la lógica imperante del capital y sus esquemas de acumulación como la explotación social y ambiental, la individualización, competitividad, supremacía entre sociedades e individuos, pero esto resulta insostenible en términos sociales y ambientales.

De acuerdo al diccionario de la Real Academia Española, sostenible, significa: durable, soportable, que se mantiene en el tiempo; muchas veces se aplica a la noción de desarrollo y recientemente a la sustentabilidad, y en nuestro caso lo utilizamos como un concepto no necesariamente relacionado a la sustentabilidad. Como veremos mas adelante, la sostenibilidad ha sido cooptada por el concepto de desarrollo sustentable como una cuestión “paradigmática” en donde se manifiesta la necesidad de hacer sostenible en términos sociales y ambientales los procesos de producción económicos.

De acuerdo a Prebisch (1982: 485-496), para crear condiciones de desarrollo dentro de un país “es necesario: controlar la tasa de cambio monetario, poniendo mayor énfasis en políticas fiscales que en políticas monetarias; promover un mayor intervencionismo del estado en el desarrollo regional y obviamente nacional, generar inversión y ayudar al capital nacional así como regular el capital extranjero, promover una demanda interna de productos de cada región para consolidar la industria nacional, generar una mayor demanda interna incrementando los sueldos y salarios de los trabajadores; generar condiciones para que estos sectores puedan llegar a ser más competitivos; y desarrollar estrategias nacionales que sean coherentes con el modelo sustitución de importaciones, protegiendo la producción nacional al imponer cuotas y tarifas a los mercados externos”. La realidad, en el caso de Mexico, ha mostrado durante mucho tiempo que estas “recetas” no han fructificado por la sencilla razón de que el capital y las clase burguesa que lo presiden a nivel nacional y global, condicionan y determinan el desarrollo de sociedades y territorios específicos de acuerdo a sus intereses, y no están dispuestos a ceder una minimo

posibilidad de cambio a favor de generar mejores condiciones-niveles de vida social y ambiental, si no existe una rentabilidad económica.

Castells discierne una confusión sobre el concepto desarrollo al remitir a un tiempo, a un nivel (técnico, económico) y aun proceso ligado con la transformación cualitativa de las estructuras sociales, lo cual permite el acrecentamiento del potencial de las fuerzas productivas en un determinado territorio (Castells; 1974). Por su parte Amin destaca que el desarrollo no es sinónimo de esta actitud falaz capitalista que propone “alcanzar la meta” socioeconómica. Supone la necesidad de construir un proyecto social que no es el del capitalismo y que define su propio objetivo: liberar a la humanidad de la alienación economicista y hacer desaparecer la herencia de la polarización a escala mundial (Amin, 2003: 15). Para Amin, el concepto de desarrollo es, por naturaleza, una noción crítica del capitalismo, que no puede reducirse de ningún modo a la idea del crecimiento económico dentro del sistema capitalista, por lo que la visión real de desarrollo depende en primer lugar de las fuerzas sociales que lo hacen posible, del contenido del proyecto societario de esas fuerzas; y si el capital está en posición de imponer unilateralmente su propio proyecto (la sumisión integral a la prioridad de la maximización de la ganancia), el derrocamiento de esa dictadura implica luchas abrumadoras (Amin, 2003).

La omnipresencia del capitalismo a nivel mundial y la desigualdad que ha generado entre sociedades al interior de estas, puede asociarse a que ciertas naciones (como las pertenecientes al G7<sup>31</sup>) han mantenido su desarrollo económico pasando por encima de las demás en base a lo que Amin distingue como 5 monopolios: “el dominio de la tecnología, el control de los flujos financieros de envergadura mundial (operado por los grandes bancos, las compañías de seguros y los fondos de pensión de los países centrales), el acceso a los “recursos” naturales del planeta, el dominio de la comunicación y de los medios, y el de los armamentos de destrucción masiva (Amin, 2003: 26)”.

Por su partem Pradilla (2009) siguiendo una línea muy similar, menciona que el dominio real y pleno en todo el orbe del capitalismo ha sido liderado por una hegemonía

---

<sup>31</sup> El grupo de los siete (G7) lo conforman: E.U., Japón, Alemania, Inglaterra, Italia, Francia, Canadá, es decir las principales potencias económicas más industrializadas del orbe.

representativa consistente en unas cuantas naciones que han apostado sus desarrollos a ciertas cuestiones económicas, culturales, políticas militares, y esto se refleja también en el territorio. La liberalización del mercado su capacidad de regulación por medio de organismos internacionales y empresas trasnacionales; el cambio tecnológico (la micro y nano electrónica, la computación, la informática, la robotización y los nuevos materiales, que caracterizan la *nueva* economía) como reforzante de la acumulación de capital de las grandes empresas multinacionales; la cultura y sus medios de comunicación y sus redes sociales sustentadas en la Internet facilitan el control de la información; en lo político-militar Estados Unidos y la OTAN<sup>32</sup> son ejemplo de naciones que han hecho prevalecer sus intereses a costa de las demás, en base a un planteamiento político sustentado en una defensa militar que respalde sus decisiones económico-políticas de los bloques dominantes.

Para Pradilla (2009), los organismos internacionales (Banco Mundial, Fondo Monetario Internacional, Organización de Naciones Unidas, Organización Mundial de Comercio, etc.) han sido partícipes de la consagración y dominio de unas sociedades con respecto a otras, siempre adoptando y siguiendo las demandas que convengan a los intereses de la burguesía capitalista de los países llamados del centro y sus innumerables empresas trasnacionales, acrecentando aún más, las desigualdades regionales y por su puesto la pobreza.

En este sentido, el debate respecto a buscar un desarrollo homogéneo y a nivel global se enfoca en creer que sólo incentivando las fuerzas productivas a nivel regional por medio de políticas de desarrollo que permitan una mayor dinamismo socioeconómico se logrará un mayor equilibrio y mejoras en la distribución de la riqueza así como una mejor calidad de vida de la población. Creer que con apostarle a mas crecimiento económico se podrá disminuir el atraso de ciertas sociedades con respecto a otras resulta lúdico, el tiempo no ha dado la razón (Maya, 1997). Países que llevan siglos buscando este tipo de desarrollo siguen sumidos en la pobreza incluso la han acrecentado (Altvater y Mahnkopf, 2002).

---

<sup>32</sup> Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN).

Asimismo, no podemos hablar solo de países subdesarrollados y desarrollados. El mismo sistema capitalista genera condiciones económicas que siempre tenderán a generar desigualdades sociales bajo los procesos de acumulación y reproducción a una escala ampliada del capital, incluso en los países desarrollados (Marx, 1867 [1946]: 435-465). Japón, Corea del Sur son naciones que disponen de territorios, acceso a elementos naturales y energéticos limitados, pero su desarrollo socioeconómico principalmente por sus innovaciones e industrialización es incuestionable gracias a una forma de organización social altamente competitiva vinculada con la capacidad de generar programas específicos que potencialicen sectores estratégicos que impulsen mejores niveles de bienestar social, aunque sin duda han dejado (como muchas otras naciones) el tema ambiental como políticas de segundo plano.

La capacidad de organización político-social de un país para gestionar y administrar el presupuesto en la ciencia, tecnología, educación, salud, economía, etc., tiene repercusiones socioeconómicas al grado de existir naciones altamente industrializadas como la del G7, lo cual no significa que sean los más desarrollados en el sentido que se refleje en un continuo ascenso del nivel de vida de su población, y cuidado y preservación de sus ecosistemas, ya que existen mayores desigualdades sociales en estos países que en otros no tan industrializados como Finlandia, Suiza, Dinamarca, Suecia, Noruega en donde la distribución del ingreso *per capita* es más equilibrada y, como en el caso de esta última, la conciencia ambiental rige por encima de proyectos con beneficio únicamente social o económico.

La tendencia del capital y las fuerzas del mercado tienen una lógica de concentración que no sólo aplica en regiones y países periféricos o subdesarrollados. Las estructuras sociales de un polo y otro son distintas, la ideología, el aparato productivo, las formas de organización, las formas de reproducción del capital y su continuo avance tecnológico va haciendo mucho mayor esta distinción entre los unos y los otros. Lo que sin duda es una constante, es la dependencia que tenemos para con los elementos o “recursos” naturales y la falta de conciencia sobre esta relación desigual sociedad-naturaleza.

El desarrollo económico, tecnológico, científico ligado a un proceso de crecimiento (parejo entre sus regiones) de una economía y su población en un territorio determinado hacia mejores niveles traducidos en más empleo, mejor distribución del ingreso *per capita*, mayor bienestar material, una mayor industrialización, más inversión en infraestructura y equipamientos, etc., no deja de ser una visión falaz de una realidad que exige un nuevo orden socioambiental, fundamentado en el respeto de los ciclos de crecimiento de la naturaleza, donde la importancia de su uso, aprovechamiento, transformación esté determinada por los fines y necesidades específicas y vitales. La vida, desarrollo, supervivencia del ser humano no puede estar por encima de la vida de los demás seres vivos con los que compartimos este planeta (Castro, 1998). La innovación en los procesos productivos, mismos que son parte de la base de supervivencia social y hoy en día principalmente de las fuerzas productivas de una economía, ha puesto en evidencia la irracionalidad humana con respecto al uso, aprovechamiento, transformación del denominado “capital natural”, desde la visión economicista ahora ligada al crecimiento “sustentable” (Gosse, 1999). El problema es que percibimos, desde una visión antropocentrista, a la naturaleza como una materia prima o mercancía comercializable y no como un elemento esencial para la vida del planeta por los beneficios el equilibrio ambiental que representa en términos globales (Mantilla, 2005).

Paradójicamente la capacidad racional que nos distingue en este mundo como animales, se ha vuelto nuestro peor enemigo, ya que hemos generado tecnologías, estructuras productivas, modos de producción, formas de vida, de consumo y relaciones irrespetuosas con la naturaleza, volviendono más inútiles. Ha sido tanto nuestro afán de controlarla, que equivocadamente creemos que lo hemos logrado, y las consecuencias cada vez son más notables con la devastación de ecosistemas (Maya, 1997), calentamiento global, cambio climático, agotamiento de recursos pétreos, desertificación, degradación de suelos, catástrofes naturales y en síntesis, en la de descomposición de la relación sociedad-naturaleza.

Por su parte, Mantilla (2005) destaca el concepto de desarrollo como un proceso dinámico de supervivencia y bienestar, lo cual implica la articulación de 3 elementos fundamentales de prolongación generacional de la humanidad: lo económico, lo social y lo ambiental,



elementos que se engloban dentro del concepto de sustentabilidad (que se verá mas adelante). A lo anterior, destaca la necesidad de hacer un análisis integral por medio de un *sistema de contabilidad nacional*<sup>33</sup> que permita el reconocimiento de los avances en la sostenibilidad, ya que la permanencia de las condiciones ambientales asegura la disponibilidad de recursos para una actividad económica sostenible; un ambiente conservado permiten un desarrollo y mejoramiento en la calidad de vida de la población. Asimismo, las distintas formas de organización social deben encontrar mecanismos y practicas que se adecuen a los ciclos y tiempos de reproducción de la naturaleza, a escalas locales o regionales, así como entender que su permanencia en este planeta depende de cómo sus formas de organización socio-cultural y económicos pueden ser sostenibles y/o mantenerse estables, en gran medida, por el aprovechamiento racional y reciproco de la naturaleza.

### 1.3.1 Reflexión ambiental del siglo XX y la sustentabilidad

El actual modo de producción imperante en la mayoría del planeta, no sólo ha generado una globalización económica traducida en el intercambio mercantil de productos tecnologías, conocimientos, etc., si no también ha generado problemáticas ambientales a escala planetaria lo cual ha producido una nueva conciencia y/o reflexión desde fines del siglo XX y que ha ido adquiriendo paulatinamente un mayor interés a inicios del siglo XXI (Leff, 1998).

---

<sup>33</sup> Mantilla asocia la idea de una contabilidad ambiental con la sistematización de un determinado objeto de estudio dentro del cual resulta indispensable el reconocimiento, la organización, la valoración y el registro de las condiciones y los cambios en los recursos naturales y del ambiente. Mediante la articulación de indicadores de evaluación de sostenibilidad del ecosistema en el contexto del desarrollo y vincular sistemas de información que faciliten el control de las acciones que afectan las condiciones de la naturaleza y el desarrollo nacional. Bajo la tesis de que el sistema capitalista ha diseñado instrumentos y mecanismo de medición, cuantificación y/o evaluación de procesos productivos financieros, económicos con el objeto de analizar determinar si son sostenibles o viables. La ausencia de una cabal medición-cuantificación del factor social (habitabilidad, calidad de vida, bienestar social) en las cuentas nacionales de los distintos países, y en esta misma tesitura surge la necesidad de evaluar y medir por periodos el aspecto ambiental y su inserción a los procesos productivos socioeconómicos, con la idea de que estos resultados de esta medición permitan conocer si los gobiernos y la sociedad en general están haciendo lo adecuado para garantizar bajo un orden socioambiental sostenido no solo su propio desarrollo, sino el de las generaciones futuras. A lo anterior, se destaca que toda política o acción social o institucional dirigida a la conservación, aprovechamiento y recuperación ambiental debe ser verificable en procesos, acciones y resultados, bajo parámetros de medición y apoyados en registros comparables en el tiempo, para opinar acertadamente y definir formas de acción sobre los avances y mecanismos de perduración socioambiental (Mantilla, 2005:19).

El surgimiento de una conciencia social en relación al deterioro de la naturaleza por las actividades antrópicas fundamentalmente económico-industrializadas, ha ido permeando en diferentes espacios y orbitas sociales por medio de movimientos y grupos ambientalistas, al grado de que el discurso ambiental ha ganado peso no sólo en la conciencia o subjetividad humana, a su vez ha encontrado lugar en las agendas de estados y en organizaciones internacionales (Alfie, 2005). Asimismo ha emergido el concepto de desarrollo sustentable como una vía para alcanzar un equilibrio sociedad-naturaleza. Mediante el uso demagógico de éste concepto, la sociedad ambientalista actual se ve frenada al entrar en una faceta de incertidumbre ante una noción de desarrollo poco clara que fortalece y legitima aún más el modelo económico depredador supeditando el cuidado de la naturaleza a las exigencias y necesidades del capital.

El movimiento ambientalista se expresa de manera más notable durante la década de 1960 como un descontento del tipo de desarrollo económico industrializado mismo que empieza a tener consecuencias notablemente negativas hacia el medio ambiente (Maya, 1992: 29; Leff, 1998: 17-18; Alfie, 2005: 170; Castro et. al., 2009: 66). Es hasta 1960 cuando el deterioro de la naturaleza a causa del desarrollo industrial del modo de producción capitalista, los ejercicios nucleares y desastres ambientales son los elementos que obligan a poner en la mesa la discusión internacional los asuntos ecológicos, expandiendo y difundiendo la conciencia ambiental luego de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano<sup>34</sup> celebrada en Estocolmo en 1972 (Maya, 1992; Leff, 1996; Alfie 2005; Castro y otros, 2010).

En los sesentas se inicia el debate teórico y político para valorizar a la naturaleza e internalizar las externalidades socioambientales al sistema económico (Maya, 1997; Leff, 1998). Se avizora tácitamente el surgimiento de manifestaciones y movimientos sociales que enarbolan una conciencia ambiental traducida en una reflexión con respecto a la

---

<sup>34</sup> En esta Conferencia realizada en Estocolmo (Suecia) del 5 al 16 de junio de 1972, también conocida como la primera *Cumbre de la Tierra*, se crea una declaración de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. A su vez se realiza un informe, en donde se aborda la necesidad de un criterio y unos principios comunes que ofrezcan a los pueblos del mundo inspiración y guía para preservar y mejorar el medio humano. <http://www.pnuma.org/docamb/mh1972.php>

relación sociedad-naturaleza, y las problemáticas desencadenadas sobre esta última, en gran medida, por el desarrollo económico-industrial capitalista. En este sentido, Giddens, Beck, Shiva destacan una corriente de pensamiento ligada a una necesidad de cambio de valores y principios en lo que se podría denominar la *modernidad reflexiva*<sup>35</sup>, misma que resulta de las consecuencias perversas de la sociedad industrial<sup>36</sup>, y sobre los peligros inminentes y evidentes a los que nos exponemos (Capra, 1996; Leff, 1998; Alfie, 2005).

“La reflexión es el momento en que las sociedades modernas se confrontan con los fundamentos y límites de su propio modelo. Se trata entonces, de modificar sus estructuras sociales y políticas, de reflexionar sobre los efectos ocasionados por el desarrollo industrial capitalista en términos sociales pero también ambientales, y proponer escenarios alternos (Alfie, 2005: 65)”.

Leff (1996) destaca que nos mantenemos inmersos en una crisis de percepción desfasada de una realidad que requiere un nuevo orden o re viraje fundado en una nueva forma de organización social (1996: 25-26), que refleje una nueva forma de incidencia en la naturaleza y sus relaciones ecológicas. La reflexión social con relación a las grandes problemáticas que hemos causado en los sistemas naturales, se ha traducido en la conformación de movimientos ambientalistas, que inicialmente se centraban fuertemente en la reducción de la contaminación y en la protección de los elementos naturales como agua, suelo, aire, especies en riesgo por las modificaciones y alteraciones ecológicas, pero

---

<sup>35</sup> Resulta una corriente teórica surgida a fines de la década de los 80 que cuestiona los mecanismos de acción de la sociedad industrial, el crecimiento exponencial de la población, el uso infinito de los recursos como factores que pueden dar lugar a condiciones de entropía, de desorden y caos (Alfie, 2005: 174). Esta reflexión se convierte en una forma de explicación del riesgo, la contingencia y la ambivalencia de la crisis socioambiental que estamos viviendo. Entre sus mayores exponentes se encuentran Anthony Giddens, Ulrich Beck entre otros (Alfie, 2005: 196). De acuerdo a Beck vivimos en una era en la que el orden social del Estado nacional, la clase, la etnicidad y la familia tradicional están en decadencia. La ética de la realización y el triunfo individual es la corriente más poderosa en la sociedad moderna (Beck, 2001: 234, en *En el Limite. La vida en el capitalismo global*. Anthony Giddens y Will Hutton, Eds. Barcelona, España.) Giddens destaca que anteriormente nos preocupábamos por lo que la naturaleza podía hacernos, ahora hemos empezado a preocuparnos por lo que le hemos hecho a la naturaleza. Hemos creado riesgos que ninguna generación anterior tuvo que afrontar (Giddens, 2001: 17-18, en *En el Limite. La vida en el capitalismo global*. Anthony Giddens y Will Hutton, Eds. Barcelona, España). Asimismo Alfie destaca que en nuestra etapa actual, se caracteriza por un singular proceso de individualización (caracterizado por el desapego, egoísmo y poca participación), pues la dinámica de la sociedad industrial acaba con las identificaciones colectivas. Las diferentes acciones sociales, vividas desde roles tradicionales, se convierten en riesgos, mientras que las amenazas sociales (flexibilización del trabajo, relaciones laborales), técnicas (alimentos modificados, ingeniería genética), y globales (deforestación, calentamiento, cambio climático) son soportadas como condición existencial (Alfie, 2005: 65-67).

<sup>36</sup> El deterioro ecológico, es resultado de una crisis emanada en gran medida, desde la sociedad industrial y los fenómenos de urbanización y expansión metropolitanos, que paulatinamente han llevado al planeta a un desequilibrio y descomposición de las relaciones ecosistémicas, por causa de las relaciones sociales de producción jerarquizadas geopolíticamente, pero que manifiestan una tendencia hacia la homogeneización de todas las culturas en una fundada en el consumismo (Maya, 1997).

que ahora van integrando nuevos factores que profundizan las problemáticas socioambientales y su campo de acción va desde diseñar políticas económicas, sociales, ambientales, culturales, y en donde muchas de estas han acuñado el concepto de la sustentabilidad como única solución u opción para lograr revertir los problemas ambientales (como se verá mas adelante).

Algunos hechos relevantes que significaron la construcción de una nueva reflexión o percepción ambiental con relación a las problemáticas de afectación y deterioro de la naturaleza se dan por ejemplo en 1954, cuando los 23 miembros de la tripulación del buque atunero japonés Daigo Fukuryu Maru fueron expuestos a un escape radioactivo de una prueba de bomba de hidrógeno en Atolon Bikini (Islas Marshall). En 1962, el libro *Primavera silenciosa*<sup>37</sup> de Rachel Carson, denuncia los efectos nocivos para la salud humana y el ambiente de los plaguicidas organoclorados como el DDT, que aumentaron la inquietud e interés sobre el medio ambiente (Leff, 1998; Castro y otros, 2009; Schoijet, 2011) y la percepción sobre una crisis socioambiental que ha ido configurando un concepto de ambiente “como una nueva visión del desarrollo humano, reintegrando los valores y potencialidades de la naturaleza, las externalidades sociales, los saberes subyugados y la complejidad del mundo negados por la racionalidad mecanicista, fraccionadora que ha conducido el proceso de modernización (Leff, 1998: 18)”.

La preocupación por el crecimiento poblacional no es de extrañar que haya acompañado a la reflexión sobre los problemas ambientales. En 1968, Ehrlich publicó “La bomba poblacional”, que sirvió de base a esta reflexión (Maya, 1997: 29). En 1969 hubo un vertido de petróleo en una excavación en el Canal de Santa Bárbara (California). Otros hechos importantes fueron la protesta de Barry Commoner<sup>38</sup> contra los ensayos nucleares en la

---

<sup>37</sup> Dicho trabajo vio la luz en 1962 en donde documentó su observación en torno a los devastadores efectos que los pesticidas generaban en el campo y la vida silvestre, sobre todo el DDT. Animada a ello también por funcionarios, científicos y activistas que habían desarrollado la misma preocupación, inició la elaboración de esta obra. Es notable la oposición que recibió aun antes de su publicación, tanto por instancias oficiales como por la industria, llegando a ser acusada de comunista. El libro tuvo una enorme influencia, proporcionando unidad y fuerza a lo que hasta entonces era una conciencia incipiente y dispersa, ayudando a que se cristalizara el movimiento ecologista (Schoijet, 2011).

<sup>38</sup> Fue un biólogo estadounidense, profesor universitario y ecosocialista. Durante los 50 (del siglo XX), adquirió notoriedad al pronunciarse en contra de las pruebas nucleares. Escribió varios libros sobre los efectos ecológicos negativos de las pruebas nucleares en la superficie. En 1970 recibió el Premio Internacional al Humanismo de la Unión Internacional Humanista y Ética. En su libro de 1971: *El círculo que se cierra* sugirió una respuesta de izquierdas, ecosocialista, a la

década de 1950, y que a la postre, en 1979 con el accidente de Tree Mille Island (Pensilvania), Chernóbil (1986) en Ucrania y más recientemente en Fukushima Japón (2011) le han dado la razón sobre las consecuencias negativas que puede tener la radioactividad y ese tipo de energía atómica en el planeta (Barrera, 2012c).

Durante la década de los 70s el Club de Roma<sup>39</sup> (fundado por Peccei<sup>40</sup>) cita el trabajo de Forrester y los esposos Meadows (Donella<sup>41</sup> y Dennis L. Meadows<sup>42</sup>) llamado los *Limites del crecimiento* (publicado en 1972), que a diferencia de Malthus con su teoría de la población (1798)<sup>43</sup> que sólo veía la producción de alimentos (bienes de subsistencia) como un límite al aumento de la población, no así Forrester y sus colegas plantearon la existencia

---

tesis de los límites del crecimiento, postulando que las tecnologías capitalistas eran responsables en gran parte de la degradación medioambiental, mientras que se oponía a la presión demográfica. Uno de los legados definitivos de Commoner son sus cuatro leyes de la ecología: 1) Todo está conectado con todo lo demás. Hay una sola ecosfera para todos los organismos vivos y lo que afecta a uno, afecta a todos; 2) Todo debe ir a alguna parte. No hay "residuos" en la naturaleza y no hay un "afuera" adonde las cosas puedan ser arrojadas; 3) La naturaleza lo sabe mejor. La humanidad ha creado tecnología para mejorar la naturaleza, pero los tales cambios en el sistema natural, al decir de Commoner, usualmente han sido en detrimento de tal sistema; 4) En la naturaleza, ambos miembros de la ecuación deben estar equilibrados, para cada ganancia hay un coste, y las deudas al final se pagan (Northern Illinois University - <http://www3.niu.edu>).

<sup>39</sup> Es una organización conformada por un centenar de personalidades que en 1968 decidieron poner en marcha un "Proyecto sobre la Condición Humana". Dicho empeño, consistió en examinar el vasto conjunto de problemas emanados por el desarrollo industrializado: la pobreza en contraste con la abundancia; la degradación del medio ambiente; la pérdida de fe en las instituciones; el crecimiento urbano sin control; la inseguridad en el empleo; la alienación de la juventud; el rechazo de los valores tradicionales; y la inflación y otras distorsiones monetarias y económicas. Su fundador fue el italiano Aurelio Peccei. El Club tiene su sede en la Ciudad Eterna, y cuenta con oficinas en Ginebra y Tokio. Su base financiera la constituyen las contribuciones de Battele Memorial Institute y de una serie de empresas italianas así como empresas foranmeas de la talla de Volkswagen, Ford, Olivetti, etc., (Tamames, 1974: 105-106).

<sup>40</sup> Aurelio Peccei fue director de Italconsult, empresa dedicada a estudios de economía e ingeniería del grupo Montecatini-Edison, y miembro fundador del Club de Roma. En 1966, hizo pública su intención de promover un estudio global sobre los problemas mundiales, lo que el mismo bautizó con el nombre de Proyecto 1969. En abril de 1968, se celebró en Roma una primera reunión de economistas, genetistas, planificadores, sociólogos, politólogos y empresarios, dando surgimiento al referido Club (Tamames, 1974: 105-106).

<sup>41</sup> Fue investigadora del Massachusetts Institute of Technology, donde colaboró cercanamente con Jay Forrester. A partir de 1972 colaboró en el MIT formando parte del equipo que produjo el modelo computacional global *World3* para el Club de Roma y proveyó de bases para el libro *Límites al crecimiento* (Tamames, 1974: 117).

<sup>42</sup> Dennis L. Meadows trabajó en la facultad del Massachusetts Institute of Technology (MIT) a fines de los 60. De 1970 a 1972 participó con el Club de Roma en la elaboración del documento *Limites del crecimiento*. Ha sido director de tres universidades y centros de investigación: MIT, Dartmouth College y la University of New Hampshire. Asimismo, fue presidente de The International System Dynamics Society y de la International Simulation and Games Association.

<sup>43</sup> El *Ensayo sobre la población* publicado en 1798 de Thomas Malthus, puede considerarse como un cuestionamiento de la ideología fijista del progreso, es decir, de esta visión ilimitada e inagotable de la naturaleza. Malthus sostuvo que la población crecería más rápidamente que la producción de alimentos (medios de subsistencia), por lo que propuso limitar su crecimiento por vía de los matrimonios tardíos y la abstención sexual. En el contexto socioeconómico en que formuló su propuesta se daba un acelerado auge económico (industrial), una miseria de las masas proletarias y una severa represión contra estas, que incluyó la represión sexual y el confinamiento de indigentes en las Casas de Pobres (workhouses). Responsabilizaba a los proletarios de su miseria debido a su reproducción excesiva. Fue un ideólogo conservador y hasta cierto punto precursor del fascismo (Schoijet, 2008: 22).

de otros límites como el agotamiento de “recursos” no renovables y la contaminación ambiental (Tamames, 1974; Schoijet, 2011). Debido a la capacidad de carga del planeta (como lo avizora Malthus), las formas de vida y producción de la “moderna sociedad industrial” no son compatibles con la naturaleza (Altvater y Manhkopf, 2002). *Límites del crecimiento* (trabajo realizado por el Instituto Tecnológico de Massachusset), incluye y destaca el factor poblacional como una variable que ha alcanzado un nivel tan elevado que posiblemente ha sobrepasado el punto crítico, y dado el acervo finito de los elementos no renovables y el espacio limitado del planeta, es necesario ciertas medidas para estabilizar el incremento demográfico (Maya, 1997).

Peccei destaca la necesidad de construir un nuevo escenario bajo una convicción social madura que logre tratar los problemas de modo distinto que en el pasado. Asimismo, exhorta a una revolución cultural de masas, que introduzca cambios profundos en normas y valores, que domine la revolución científica y que permita restablecer el balance interno del hombre y situar a la humanidad en un camino seguro hacia su supervivencia en un equilibrio global (Tamames, 1974).

En 1972, se lleva a cabo la Conferencia de la Organización de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano en la ciudad de Estocolmo, donde se señalan los límites de la racionalidad económica y los desafíos que genera la degradación ambiental, así como aparece una tibia noción de ecodesarrollo como una vía alterna para racionalizar la producción y adecuarla a los ciclos biológicos de la naturaleza (Leff, 1998). A partir de estas fechas surgen multitud de grupos políticos ambientalistas o ecologistas alcanzando una resonancia internacional, y lo grande instraurar conciencia en la opinión pública, especialmente en los países industrialmente avanzados, donde la degradación del medio ambiente comienza a deteriorar los niveles de su calidad de vida. De este modo, aparecen organizaciones de carácter institucional como las ONGS ecologistas y los partidos políticos verdes, movimientos de izquierdas interesados en resolver los problemas medioambientales como Greenpeace, Earth First, Sierra Club<sup>44</sup>, entre otros<sup>45</sup>.

---

<sup>44</sup> Organizaciones no gubernamentales, que no dependen política ni económicamente del Estado, cuyo objetivo es defender y proteger el medio ambiente realizando campañas de conciencia, protección medioambiental o actos directos de intento de boicot de empresas o instituciones que perjudican al medio ambiente. De acuerdo a Ferry (1992: 34) la

A fines de los 80s del siglo XX, aparecería el informe llamado *Nuestro futuro común*, mejor conocido como informe Brundtland<sup>46</sup> (hecho por la Comisión apellidada del mismo nombre) en donde se propone el concepto de desarrollo sustentable que a la postre será objeto de reflexión, discusión y crítica, al ser utilizado de manera incierta. Ante la imposibilidad de asimilar las propuestas de cambio que surgen de nuevos movimientos sociales que enarbolan una nueva racionalidad ambiental para refundar las bases éticas y productivas de un desarrollo alternativo, las políticas del desarrollo sustentable van desactivando, diluyendo y pervirtiendo el concepto de ambiente (Leff, 1998).

La Comisión Brundtland afirma que los problemas globales del medio ambiente son principalmente consecuencia de la pobreza en el mundo. Para combatirla, sugieren dinamizar el desarrollo económico, que tendría que condicionarse a los postulados de la sustentabilidad. Por lo que se trataría de crear un consenso internacional que incluyera la distribución, por medio de la ayuda para el desarrollo, y la transferencia de la técnica apropiada de los países del Norte al Sur. De este modo, los problemas ambientales (según la Comisión) no se solucionarían contra sino con la economía de mercado capitalista, asumiendo un responsable uso de los combustibles fósiles, y estabilizar el sistema financiero (Maya, 1997). Para Altvater, Manhkopf y Maya la realidad es otra, en los países pobres en donde se han presentado crisis financieras son más pobres. Si los problemas globales del medio ambiente son una consecuencia de la pobreza los problemas no han disminuido en los años posteriores a la publicación del Informe Brundtland cuestión que el mismo informe acepta (Altvater y Mahnkopf, 2002; Maya, 1997). La búsqueda de un crecimiento económico que permita alcanzar los niveles de vida y consumo que tienen los países ricos, significaría simplemente la devastación total del planeta. Las formas de

---

ecología profunda encuentra un verdadero eco fuera del medio académico: inspira, por ejemplo, la ideología de movimientos como Greenpeace o Earth first (movimiento ecologista radical que emergió en el suroeste de Estados Unidos en 1979), de asociaciones tan poderosas como el Sierra Club, pero igualmente de una fracción importante de los partidos Verdes de Europa del Norte.

<sup>45</sup> Otra organización que nace por ese mismo periodo (1968) es World Wide Foundation - Asociación para la Defensa de la Naturaleza- como consecuencia de una actuación militante, a favor de la protección de los espacios naturales. También Animal Liberation Front, surge de manera clandestina a principios de los 70 y se caracteriza por el empleo de una acción directa y de la violencia como método de lucha (Alfie, 2005).

<sup>46</sup> Es un informe socioeconómico elaborado en 1987 por distintas naciones para la Organización de Naciones Unidas (ONU), por una comisión encabezada por la doctora noruega Gro Harlem Brundtland.

organización social capitalistas fundadas en la industrialización que conlleva el racionalismo económico y que generan de por sí una inadecuada distribución de la riqueza, no dejan de ser parte de una visión de desarrollo ampliamente cuestionado.

De acuerdo a la crítica de Maya (1997) el cuestionamiento que se le puede hacer a la tesis ambientalista del informe Brundtland consiste en considerar la pobreza como un estado original del desarrollo. Basta establecer las condiciones e impulsar con energía positiva la buena voluntad de los pueblos, para que el desarrollo predomine en todos los rincones del planeta. Es creer además, que se puede superar la pobreza mundial con los recursos tecnológicos y económicos actuales. Para Maya, esta concepción tiene sin embargo a sus espaldas el enemigo de la historia:

“Se supone que la riqueza surge mágicamente del dinero, enterrado como una semilla en la buena voluntad de los ciudadanos. Desplegando trabajo y buena voluntad individual, el dinero crece por obra de esta nueva fotosíntesis. La riqueza de las naciones, sin embargo no ha sido así. La riqueza dentro del desarrollo moderno, es necesariamente un proceso de acumulación desigual y solo con base en la desigualdad se ha dado hasta el momento la acumulación. Ello significa que la riqueza engendra la pobreza y el desarrollo el subdesarrollo. La utopía de una tierra íntegramente desarrollada no pasa a ser un sueño imposible (Maya, 1997: 24 y 25)”.

Para lograr un desarrollo homogéneo en todas las sociedades con la finalidad de alcanzar los “estándares” (y patrones de consumo) de las potencias económicas, serían necesario más planetas tierras para satisfacer la demanda de “recursos” naturales. Por lo cual dichas formas de organización social que conlleva el racionalismo económico, son en términos de desarrollo insustentables e insostenibles (Maya, 1997; Leff, 1998); además de atender en términos ecológicos, con el derecho a la supervivencia del resto de los seres vivos con los que compartimos este planeta.

La reflexión ambiental emanada por movimientos sociales desde mediados de siglo XX destacan un pensamiento ecológico resultado de una visión holística y sistémica. De este modo, el planeta y sus diversos fenómenos socioambientales conforman una totalidad organizada (Morín, 1990; Capra, 1996; Castro, 2009) que requiere de equilibrio y nuevas formas de organización sociales (incluida la política, cultura y economía) para garantizar la



existencia de todas las formas de vida y elementos naturales, con los que estamos interconectados por medio de la trama de la vida.

“El ambientalismo abre así un proceso de resignificación del mundo actual. Más allá de las deficiencias del sistema productivo para satisfacer las demandas de los consumidores, plantea una crítica radical de las necesidades. De igual forma, es una mirada sobre la realidad y sobre el proceso histórico pasado para abrir cauces a la reconstrucción de la realidad social. Es un movimiento por la diversificación de las condiciones de existencia y los proyectos de vida de los pueblos, es una utopía que moviliza la acción social hacia la construcción de una nueva racionalidad productiva y un proyecto alternativo de civilización (Leff, 1998: 143)”.

De este modo, los movimientos ambientalistas se ramifica en distintas corrientes de pensamiento<sup>47</sup> que comienzan a dar una nueva significación y a configurar el concepto de ambiente, como una nueva visión del desarrollo humano que reintegra los valores y potencialidades<sup>48</sup> de la naturaleza (Leff, 1998). Es una toma de conciencia mundial por diversos grupos sociales ubicados heterogéneamente en diversas partes del planeta, mismos que asumen los procesos de globalización y desarrollo económico, como caminos hacia un “desarrollo” imposible y no sostenible, pero que efectivamente nos conduce inevitablemente a una situación de riesgo, en la que cada vez es más difícil establecer con

---

<sup>47</sup> Podríamos distinguir como corrientes de pensamiento al socialismo, ecologismo, biocentrismo, ecosocialismo, entre otras. Esta última es una corriente de pensamiento caracterizada por enarbolar al ser humano como parte de la naturaleza. Promueve un discurso ambiental que busca no abusar de la razón, el conocimiento y la tecnología, pues la Ilustración permitió un incremento de las habilidades humanas para crear un mundo más igualitario y fomentar intercambios entre los seres humanos y su entorno. Pretenden cambios a pequeña escala, comunidades locales con una estrategia política y económica que promueva una imagen de seres humanos y naturaleza en armonía productiva (Alfie, 2005: 191). Resulta una tendencia socialista-comunista que pretende integrar la defensa del ambiente con las reivindicaciones socialistas tradicionales. De Acuerdo a Lowy el ecosocialismo es un intento de ofrecer una alternativa civilizatoria radical, fundada en los argumentos básicos del movimiento ecológico, y en la crítica marxista de la economía política. Exalta una política económica basada en criterios no monetarios y extraeconómicos como las necesidades sociales y el equilibrio ecológico, y es al mismo tiempo una crítica de la “ecología de mercado”, que no desafía el sistema capitalista, y del “socialismo productivista”, que ignora la cuestión de los límites naturales: “cuando las masas tiren el freno de emergencia se dará el cambio, si es que antes la burguesía no hace nuestro planeta inevitable” Michael Lowy (<http://www.revistaelemlio.com.ar/2009>). El ecofeminismo reconoce que la opresión de la mujer, es resultado de la estructura económica y social. Promueven nuevas instituciones y acciones políticas y sociales que den lugar a la formación democrática de las sociedades, en un ámbito político más igualitario entre los seres humanos y la naturaleza (Alfie, 2008).

<sup>48</sup> El concepto uso potencial ha sido objeto de fuertes críticas, en virtud de que considera a la “tecnología moderna” como el único medio de utilización territorial. Al referirse al uso potencial se ordena a los terrenos desde una perspectiva agrícola tecnificada y se contempla la evaluación como un medio para determinar las potencialidades de establecer un solo modelo de utilización: la actividad comercial tecnificada avanzada y típica de los países de climas templados. De igual forma, la potencialidad de uso del territorio, también está en función de la capacidad financiera de usufructuo; lo cual conlleva a determinar o distinguir entre 2 o más posibles actividades para la vocación de un territorio (suelo de conservación, actividades eco turísticas, para proyectos hidroeléctricos, etc.).

precisión las dimensiones de sus efectos y la vulnerabilidad en la que nos encontramos (Maya, 1997; Leff, 1998).

Ante esto, el interés sobre las problemáticas socioambientales se hace manifiesto en los diversos discursos ambientalistas asociados a una vulnerabilidad muy diferenciada de las estructuras políticas, económicas, y de los sistemas ambientales, culturales y sociales en diversas partes del planeta. El problema de la vulnerabilidad se coloca en el centro del discurso, pues los riesgos no sólo afectan a todos, a su vez, y desde la perspectiva holística, sistémica y ecológica (Capra, 1996: 28) sus efectos son más diferenciados en ciertas zonas geográficas más que en otras, afectando de manera notable y peligrosa elementos como agua, aire, suelo al grado de generar desequilibrios en la biodiversidad y también teniendo afectaciones hacia los distintos grupos y sociedades humanas (Leff, 1998). La magnitud y capacidad es tal, que la percepción social en torno al deterioro ambiental rompe fronteras, motiva movilizaciones globales y sientan las bases sobre una nueva discusión sobre riesgo y vulnerabilidad (Alfie, 2005), lográndose construir acuerdos, agendas, protocolos, comisiones a nivel internacional, pero en donde las políticas ambientales a escala local y regional son primordiales, debido a que los riesgos son mayores en ciertas regiones por sobre otras (polos, selvas tropicales, bosques templados).

Ante la incapacidad de los Estados nacionales en donde sus estructuras institucionales están comandadas por tecnócratas<sup>49</sup> aliados a los intereses de la burguesía capitalista, y ante su poco interés y efectividad en contrarrestar los problemas ambientales como el cambio climático, agujero de la capa de ozono, peligro nuclear, etc., los movimientos ambientalistas, representados por una amplia y variada gama de organizaciones no gubernamentales, tienen ámbitos de acción que van desde el nivel local hasta la escala global. Algunos cuentan con decenios de historia y disponen de importantes

---

<sup>49</sup> Lo que se consideraría como que la tecnocracia es el gobierno llevado por un técnico o especialista en alguna materia de economía, administración, etcétera; que ejerce su cargo público con tendencia a hallar soluciones apegadas a la técnica o técnicamente eficaces por encima de otras consideraciones ideológicas, políticas o sociales. De acuerdo a Schwanck J. y Ehnis A. (2004), el pensamiento de los gobiernos tecnocráticos, es lo que está llevando a un límite a la naturaleza. La evaluación de los sistemas en riesgo de colapso, puede ser evaluada y modelada por medio de herramientas de cómputo, pero también por medio de una base social y ambiental que permita la participación comunitaria, con la finalidad de revertir por medio del pensamiento sistémico y de modelos prospectivos, las tendencias que genera el pensamiento tecnocrático.

infraestructuras a nivel internacional como Sierra Club; aunque la mayoría son organizaciones locales de carácter más o menos espontáneo, con ideologías y corrientes de cuestionamiento ambiental con soluciones un tanto diferenciadas (Alfie, 2005), y muchas de estas han utilizado el concepto de sustentabilidad de manera demagógica para intereses comunes o particulares.

#### **1.4 El discurso del desarrollo sustentable**

Como hemos visto, la reflexión ambiental de mediados de siglo XX dio origen a diferentes movilizaciones, agrupaciones, conferencias, organizaciones-reuniones políticas internacionales, así como se gestaron elementos conceptuales y teóricos asociados con el interés y preocupación de la relación sociedad-naturaleza. La sustentabilidad, aparece como uno de estos elementos conceptuales, que ha sido para muchos, un nuevo paradigma. Debido a que encontramos una serie de contradicciones, es que lo denominamos discurso, pese a que creemos tiene las mejores intenciones en modificar y revertir las tendencias de riesgo y deterioro de las diversas sociedades del planeta y sus “recursos” naturales.

El discurso del desarrollo sustentable, pese a que aparece publicado en el trabajo *Nuestro Futuro Común* publicado en 1987, tiene antecedentes un poco más atrás. Como hemos visto, en 1968, con la conformación del Club de Roma se proveen criterios y elementos de sustentabilidad (Gosse, 1999), al poner en marcha un proyecto encaminado en conocer la situación (efectos, deterioro) del planeta y su naturaleza por las actividades humanas, específicamente la economía e industria. Bajo esta primicia, es que se utiliza un nuevo modelo de pensamiento en el que se considera al mundo bajo la metodología de la dinámica de sistemas atribuida (como hemos visto) a Jay Forrester, por medio de la cual se buscaba identificar la incidencia de la sociedad industrial-capitalista sobre los sistemas naturales del planeta; sus resultados se tradujeron en el informe conocido como: *Los Límites Del Crecimiento* 1972 (Tamames, 1974), en el que se estableció la necesidad lograr un *ecodesarrollo*<sup>50</sup> (termino empleado durante la Cumbre de Estocolmo en 1972) por

---

<sup>50</sup> Es un proceso que busca potencializar ambientalmente cada región, por medio de la autogestión comunitaria de su naturaleza, el uso de sistemas productivos tradicionales, el respeto a los valores socioculturales y a la diversidad

medio del establecimiento límites al crecimiento de la población, al desarrollo económico y así evitar los problemas ambientales (Schoijet, 2010).

Entre los principales resultados obtenidos se destaca que la población creciente genera presiones para proseguir en la industrialización, para producir más alimentos y cultivar más tierra. El aumento de estos tres subsistemas tiende a alentar y a permitir poblaciones aún más amplias:

“El crecimiento de la población, con la industrialización y la contaminación generan un proceso circular en el cual cada sector se acrecienta y alimenta a los demás sectores. En el curso del tiempo, el crecimiento llega al límite que viene dado por la naturaleza. La tierra y los elementos naturales llegan a agotarse, y la capacidad de contaminación-regeneración de la tierra se sobrecarga definitivamente. De este modo, el tamaño de la población tendrá su origen en la incidencia de los coeficientes de natalidad y mortalidad; los recursos dependerán del ritmo de su utilización; la inversión de capital, de las decisiones sobre la intensidad de su formación y sobre su abandono por obsolescencia o por otros criterios; la contaminación, de las tenencias de su generación y absorción (Tamames, 1974: 112)”.

*Limites del Crecimiento*, estudio de corte neomalthusiano, resulta innovador en el sentido de que utiliza por vez primera tanto la metodología de Forrester como el uso de computadoras (ordenador) para diseñar modelos a futuro (Barrera, 2012b). La computadora es una innovación tecnológica en ese momento (finales de los sesentas), la cual tiene la capacidad de crear modelos de simulación prospectivos. Los resultados de este trabajo muestran el colapso de la sociedad industrial y de sus habitantes en el ámbito global, por lo que la humanidad debe de modificar sus modos de vida con el fin de sobrevivir al panorama apocalíptico que augura el trabajo del Club de Roma (Alfie, 2005).

Peccei (fundador del Club de Roma), después de interpretar los resultados obtenidos por Forrester y los esposos Meadows (y especialmente de sus modelos global *world-2*<sup>51</sup> y

---

étnica (Leff, 1998). Esta vía alterna para racionalizar la producción y adecuarla a los ciclos biológicos de la naturaleza se ve mermada por el surgimiento del discurso del desarrollo sustentable (Barrera y Castro, 2012).

<sup>51</sup> Es un modelo asociado a la metodología de la dinámica de sistemas y que forma parte de un sistema informático con plataforma Stella diseñado o construido por Jay Forrester. Forrester en el modelo World-2 relaciona cinco sectores o subsistemas (también podrían ser variables): población, inversión de capital, espacio geográfico, recursos naturales, contaminación y producción de alimentos. Es de estos subsistemas y de sus interrelaciones de donde surge la dinámica de cambio en el sistema mundial. Entre los principales resultados obtenidos destaca que la población creciente genera presiones para proseguir en la industrialización, para producir más alimentos y cultivar más tierra. El aumento de estos 3

*world-3*<sup>52</sup>, ambos parte de la metodología de la dinámica de sistemas) llegó a formular tres posibles escenarios: 1) el de la crisis definitiva, con guerra y la vuelta a una especie de periodo medieval y de retribalización de la sociedad mundial; 2) una segunda vía sería la imposición de una dictadura mundial, lo cual desembocaría muy posiblemente en una crisis mundial; 3) y por último, la hipótesis sobre la necesidad de construir una utopía basada en la razón, así como en las posibilidades que ofrece una sociedad madura con capacidades y disposición para tratar los problemas de modo razonablemente distinto que en el pasado (Tamames, 1974). Esa elección de lo razonable, conduciría en el futuro a la unidad de la humanidad, algo que no se encuentra fuera del alcance de las posibilidades humanas (Morin, 1997). La elección habría que instrumentarse después en una invención social que corresponde instrumentar a nuestra generación y a las inmediatas, a lo largo de un periodo transitorio<sup>53</sup>, idea que (a nuestro parecer) derivaría posteriormente en el concepto de sustentabilidad.

Para el Club de Roma está claro que existen unos límites físicos superiores: los ecológicos a nivel mundial, y unas insuficiencias derivadas del propio sistema humano de organización, es decir: las más de 100 naciones soberanas con políticas divergentes. Para los autores de *Límites del crecimiento*, la única salida razonable no es otra, que un marco global que permita resolver los problemas (Tamames, 1974: 109).

A fines de 1980, la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, apoyada por las Naciones Unidas realizaron, en 1987, el documento *Nuestro Futuro Común* (dirigido por

---

subsistemas tiende a alentar y a permitir poblaciones aun más amplias. El crecimiento de la población, con la industrialización y la contaminación que comporta, tiene su origen, en un proceso circular en el cual cada sector se acrecienta y alimenta a los demás sectores. En el curso del tiempo, el crecimiento llega al límite que viene dado por la naturaleza. La tierra y los recursos naturales llegan a agotarse, y la capacidad de contaminación-regeneración de la tierra se sobrecarga definitivamente (Tamames, 1974: 109-111-112).

<sup>52</sup> El global *World3* es la reelaboración un sistema informático en lenguaje de programación Stella, que se creó para realizar proyecciones sobre el futuro desarrollo del planeta, utilizando una gran base de datos con multitud de variables. Estas proyecciones se basan en la interrelación de sistemas, los cuales constituyen una estructura del ritmo económico actual. De acuerdo a este modelo, la variable determinante en el sistema global la constituyen los recursos no renovables, siendo su agotamiento lo que arrastraría al colapso al sistema (Tamames, 1974: 110-121). El programa *World3* fue creado a partir de la base de otros programas más simples como: *World-1* y *World-2*; estos también fueron importantes herramientas, pero más antiguas que el programa *World3* o que el libro *Límites del Crecimiento*.

<sup>53</sup> Pensamiento retomado de Aurelio Peccei y Manfred Siebker, *The limits to Growth in Perspective*, The Council of Europe, Estrasburgo, enero 1973.

la primera ministra Gro Brundtland<sup>54</sup>), lo que derivaría en la conformación de las Cumbres de la Tierra, consistentes en una serie de eventos internacionales periódicos por medio de los cuales se hacía un llamado a la creación de una estrategia para buscar mecanismos que permitieran un desarrollo económico y el cuidado ambiental por parte de los gobiernos de diversos países del orbe, cumbres llevadas a cabo en las ciudades: Rio de Janeiro 1992, Johannesburgo 2002 y Cumbre de Rio+20. De estos eventos internacionales, derivó el informe conocido como *Agenda 21: La Estrategia De La Cumbre Para Salvar Nuestro Planeta*, documento en el que se identifican los principales problemas ambientales y las medidas extremas necesarias para solventarlos. También derivaron una serie de acuerdos firmados por más de 178 países para implementar planes de acción específicos a nivel global, nacional y local, abarcando las dimensiones sociales, culturales, económicas y ambientales (Castro y otros, 2010).

El Informe Brundtland definió al *desarrollo sustentable* como: "... aquel desarrollo que satisface las necesidades actuales sin comprometer a las futuras generaciones (WCED, 1987)". Leff (1998) resalta la ambivalencia de este discurso al discernir dos significados: uno traducible como sustentable, que implica la internalización de las condiciones ecológicas de soporte del proceso económico; otro, que aduce a la durabilidad del proceso económico mismo; de ese modo, la sustentabilidad ecológica se constituye en una condición de la sostenibilidad del proceso económico.

Dicho informe destacó la premisa de que los problemas de tipo ambiental más críticos son el resultado de una enorme pobreza y de los patrones no sustentables de producción y consumo que causan un conflicto entre el crecimiento económico y el medio ambiente (Leff, 1998; Altvater y Mahnkopf, 2002; Alfie, 2005; Castro y otros, 2009; Schoijet, 2010). De este modo se reconoce una diferencia tajante entre valores ambientales y económicos, por lo que la sustentabilidad pretende erradicar la pobreza y promover el bienestar de las

---

<sup>54</sup> Gro Harlem Brundtland es una política noruega miembro del Partido Laborista y fue primera ministra de Noruega en tres ocasiones (1981, 1986-1989, y 1990-1996). Como gobernante, enfrentó una severa crisis económica en los años ochenta con medidas de austeridad que le trajeron impopularidad. En el cargo nuevamente en 1990, consolidó una imagen positiva en la política de su país, pero fue derrotada su postura sobre la incorporación de Noruega a la Unión Europea, que ella había encausado como su principal objetivo. En el ámbito internacional, fue directora general de la Organización Mundial de la Salud de 1998 a 2003, y en 2007 fue nombrada Enviada Especial de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, así como fue coordinadora del reporte: *Nuestro Futuro Común*.

próximas generaciones, de la protección ecológica, la justicia social y la equidad intergeneracional, sin dejar de lado el crecimiento económico.

Habría que comentar, que el avance del capitalismo y de las políticas neoliberales agravaron los problemas ambientales durante las últimas décadas, y simultáneamente reemplazó al concepto de ecodesarrollo por el discurso del desarrollo sustentable (Leff, 1998). De este modo, la noción de desarrollo se ha ido adecuando y operativizando a un contexto en donde el sistema económico determina su significación (Barrera y Castro, 2012).

El discurso sustentable encuentra su éxito gracias al hecho de que puede ser interpretado a escalas sociales y organizacionales de manera distintas (Shih-Liang C. y Shu-Li H., 2004; Alfie, 2005). De esta manera, se ha adecuado de manera sustancial y estratégica (desde una visión tecnocrática) en los diversos ámbitos socioeconómicos con la finalidad de integrarse al camino de un “desarrollo” más consciente con el medio ambiente (Alfie, 2005; Castro, 2009; Schoijet, 2010).

El problema de esta vaga definición es que entre varias cosas, no considera problemática la cuestión de si la generación presente puede satisfacer sus necesidades sin comprometer los recursos que podrían necesitar las generaciones futuras. No plantea la cuestión de las actividades que deben realizar las generaciones actuales, en función de garantizar la satisfacción de los recursos por parte de las futuras generaciones, así como no explica que es lo que debemos encargarnos e indicar para que realicen las futuras generaciones en función de su propio desarrollo, como reconsiderar el uso de energía atómica, el cuidado y manejo de sus desechos, reconsiderar la geografía por el aumento del nivel de los mares, etc. Tampoco plantea, cuáles serían los resultados del desarrollo que propone, lo que a su vez, hace pensar que los gobiernos que siguen políticas y prácticas ambientales destructivas, no hayan tenido ningún problema en aceptar la noción de desarrollo sustentable en la forma tácita que lo plantea este reporte (Schoijet, 2010).

Asimismo, la sustentabilidad no ha sido demostrada, es un constructo teórico que está en proceso de cambio e implica diferentes concepciones y enfoques, además de que pretende armonizar la explotación de “recursos naturales”, la dirección de las inversiones, la

orientación del desarrollo tecnológico y el cambio institucional con el fin de fortalecer el presente y el futuro de las necesidades y aspiraciones del ser humano (Alfie, 2005).

Resulta un concepto muy ambicioso, ya que supone un consenso global y a diversas escalas geográficas, y estratos sociales para lograrlo (Alfie, 2005). Así, el propio concepto de sustentabilidad se vuelve sistémico al englobar conjuntos de elementos humanos ambientales en total interrelación los cuales incluyen, por ejemplo, la territorialidad, la seguridad alimentaria, la salud humana, el valor de los ecosistemas, el agua, la economía, los recursos humanos, el medio ambiente y muchos más (Castro y otros., 2010). De este modo, la problemática socioambiental se vuelve parte de una discusión amplia y compleja que evidencian la importancia de la ecología dentro del marco de las relaciones socioeconómicas capitalistas imperantes en el planeta, que a su vez, retoman el discurso del desarrollo sustentable como un instrumento para justificar y reforzar el modelo de desarrollo (Ramírez, 2003).

De acuerdo con Leff (1998) y con Castro (y otros., 2010) la noción de sustentabilidad se ha ido divulgando y vulgarizando, surgiendo así las discordancias y contradicciones de su discurso, quedando de manifiesto la dificultad para alcanzar acuerdos internacionales sobre los instrumentos jurídicos para el camino hacia la sustentabilidad. Y en el trasfondo de los posibles acuerdos están en juego diversos mecanismos y estrategias diseñadas desde los países más poderosos del orbe con la idea de preservar sus actuales intereses, incluida la base natural (recursos naturales) que hacen posible el funcionamiento de este sistema económico capitalista.

Ahora en la fase neoliberal en la que nos encontramos, el discurso de la sustentabilidad permea en la economía desapareciendo aquel respeto a la naturaleza y dándole una significación (o calificativo) a la naturaleza como parte de un capital más, un capital natural, bajo una visión ecológico económica que requiere ser conservado en función de hacer sostenibles los procesos de producción capitalistas (Barrera y Castro, 2012).

El capital en la etapa actual que incorpora criterios ecológicos, está pasando de las formas tradicionales de apropiación salvaje de los recursos naturales (donde encontramos formas de organización comunitarias indígenas, tribales), de los mecanismos económicos del



intercambio desigual entre materias primas y tecnologías entre países subdesarrollados y desarrollados respectivamente, a una nueva estrategia que legitima la apropiación económica de la naturaleza a partir de los derechos de propiedad intelectual (Leff, 1998; Castro y otros, 2010).

La desregulación de la protección ambiental y la destrucción de las formas de organización social comunitarias fragmenta y deteriora los nichos ecológicos, y a su vez son despojados paulatinamente de su naturaleza, y ampliando el mapa mundial de la pobreza. De este modo, estas poblaciones se convierten en nuevos refugiados del mundo, ante el avance del modo de producción y la privatización de la naturaleza (Shiva, 2001). Para el sistema económico, la apropiación de la naturaleza y sus elementos bióticos y abióticos, supone entonces no solo la adquisición de un espacio para la extensión del modo de producción capitalista, sino también quitarle el mismo espacio a formas socioculturales que son proletarizadas (Schoijet, 1992).

Pero como sugiere el Informe Brundtland, el gran problema es la pobreza, y el antídoto para combatirla es apostarle a un crecimiento económico, que paradójicamente, tiene a la industrialización como principal motor, variable que el Club de Roma distinguió como uno de los principales factores de deterioro y agotamiento de la naturaleza. En la Cumbre de Río, se estableció que la gestión política de los gobiernos, las agendas públicas y privadas en torno a los mecanismos de incidencia económica deben contener una visión sustentable en donde la producción y el consumo requieran estándares que marquen una transición con respecto al aprovechamiento y uso de la naturaleza de manera sostenida, sin poner en riesgo su existencia para futuras generaciones. Pero de acuerdo a Brey, una visión coherente, que tome seriamente en cuenta las necesidades de las generaciones futuras, podría implicar medidas drásticas que sin duda afectarían los procesos de acumulación de capital (Brey 1996, citado por Schoijet, 2010), así como la conformación de nuevas estructuras sociales, políticas y económicas que se adecuen a nuevas relaciones de intercambio (Clayton y Radcliffe, 1996: 6). De este modo, el ser humano debe generar mecanismos de adaptación a un nuevo ambiente, uno transformado y deteriorado como en ningún otro periodo histórico de la humanidad (Giddens, 2001). Esto en gran medida, por las formas e intensidad de uso derivadas de la cultura occidental, que han causado

desequilibrios en el ambiente, originados por el desconocimiento y desinterés de la naturaleza y por los sistemas de producción y consumo (Castro, 1998).

El desarrollo sustentable se encuentra con baches que podrían frenar sus objetivos de preservar los “recursos” naturales o el “capital natural”, mismo que no se separa de los modelos cuantitativos (Véase Límites del Crecimiento o Informe Brundtland) y cálculos económicos englobados dentro del desarrollo sustentable, definición que no se separa del economicismo (Gosse, 1999). Una de estas barreras resulta en que lograr una producción que respete los ciclos de vida y reproducción de los ecosistemas, es decir, que la producción económica sea menor o igual a los ritmos de restauración de la naturaleza, es casi imposible debido a que el actual sistema económico capitalista no puede garantizar que sus relaciones sociales de producción fundamentadas en la apropiación, uso, y transformación de la naturaleza, se supediten a un beneficio ambiental por sobre el de la acumulación (Maya, 1997; Leff, 1998; Castro, 1998).

De acuerdo a Torres (2010: 10) se pueden distinguir dos grandes visiones de sustentabilidad. Por un lado, la sustentabilidad ligada íntegramente “a una modificación de los procesos de desarrollo fundamentalmente económicos, donde ubica el concepto de “sostener” como el mantener inter e intrageneracionalmente los recursos base, expresados en los flujos de materia, energía e información vitales para el desarrollo económico y por supuesto social”. Bajo esta visión se pone de manifiesto la necesidad de modificar los procesos socioeconómicos para que la relación del ser humano con la naturaleza pueda adecuarse a demandas más menos intensas con la finalidad de reducir el uso de los “recursos” naturales.

Por otra parte, existe el enfoque de la débil sustentabilidad “que concibe el sostener como la utilización del recurso sin reducir el stock físico, es decir, sostener los recursos intergeneracionalmente para seguir produciendo capital, pero sin llegar al fondo del problema, es decir sin reestructurar la lógica de acumulación actual del modelo económico omnipresente en todas latitudes del planeta (Torres, 2010: 10)”.

Pese a que el discurso del desarrollo sustentable ha ido modificándose, y más allá de distinguirse corrientes como la fuerte o débil sustentabilidad, continua teniendo una camisa

de fuerza para alcanzar un verdadero desarrollo social y ambiental. Dicho aspecto inmovilizador es la economía y la cuestión política. Evidentemente que se han ido proponiendo diferentes mecanismos, estrategias e instrumentos para lograr un consenso global en beneficio socioambiental, pero aún se encuentra en una etapa poco clara, al requerir cambios sustanciales que las clases industriales, ni los países ricos están dispuestas a realizar en un corto y mediano plazo. La búsqueda de un crecimiento económico con el objetivo de disminuir la pobreza y así disminuir los efectos ambientales, además de significar la devastación total del planeta, no modificarían sustancialmente los procesos de acumulación fundados en la industrialización que conlleva el racionalismo económico y que generan de por sí una inadecuada distribución de la riqueza, lo cual se suma a una visión de desarrollo ampliamente cuestionado.

Para Clayton y Radcliffe en una sociedad sustentable el desarrollo también deberá ampliar su significado, para pasar de la visión restringida de crecimiento económico hacia una visión ampliada de calidad de vida y protección ambiental (1996: 11). Esta transformación hacia un desarrollo sustentable no debería ser tan superficial como lo planteado en el Informe Brundtland, más bien sería necesario un cambio profundo que cuestiona la forma en que el ser humano ha pensado e intervenido en el mundo. De acuerdo a Leff (1998: 23) el problema sobre esta nueva racionalidad ambiental y su producto conceptual más significativo como el término: sustentabilidad, es que “las políticas del desarrollo sostenible diseñadas dentro de un contexto económico neoliberal, van desactivando, diluyendo y pervirtiendo el concepto de ambiente”.

En este sentido, el buscar un desarrollo económico homogéneo a nivel global, no deja de tener un sentido lúdico. Creer que sólo incentivando las fuerzas productivas a nivel regional por medio de políticas de desarrollo que permitan un mayor dinamismo socioeconómico se logrará un mayor equilibrio y mejoras en la distribución de la riqueza así como una mejor calidad de vida de la población, es una tremenda falacia, y el tiempo no ha dado la razón. Países que llevan siglos buscando este tipo de desarrollo siguen sumidos en la pobreza incluso la han acrecentado. La propuesta en el Reporte Brundtland con el concepto de sustentabilidad, no pasa de ser una manifestación de hipocresía, ya que la idea de que el crecimiento económico es necesario para disminuir o eliminar la pobreza es una

contradicción, debido a que la tendencia más profunda del capitalismo, incluso cuando se presenta bajo un ropaje populista, lleva a un crecimiento con desigualdad, que produce riqueza solo para sectores privilegiados (Schoijet, 2010). Para Maya (1997), la crítica que se le puede hacer al Informe Brundtland consiste en considerar la pobreza como un estado original del desarrollo:

“Basta establecer las condiciones e impulsar con energía positiva la buena voluntad de los pueblos, para que el desarrollo predomine en todos los rincones del planeta. Es creer además, que se puede superar la pobreza mundial con los recursos tecnológicos y económicos actuales. Sin embargo la acumulación basada sobre la desigualdad no es solo un recuerdo del pasado. La brecha entre países pobres y ricos no ha disminuido. Pero la preocupación fundamental, es tener la certeza de que no es posible extender el patrón de consumo de los países industrializados a todos los habitantes del planeta. No se trata exclusivamente de repartir mejor la riqueza, sino de las posibilidades mismas de la riqueza, dentro de la estructura del actual desarrollo (Maya, 1997: 22-26)”.

Sin embargo, la sustentabilidad ha permeado demagógicamente en las agendas de estado y en la sociedad civil de diversos países en el planeta originando movilizaciones y el diseño de políticas ambientales retóricas con miras a redireccionar el sistema económico capitalista o a reverdecerlo añadiéndole el calificativo de sustentable (Alfie, 2005). Desigualdad social, pobreza, desempleo, crecimiento urbano-metropolitano, cambios al uso del suelo, pérdida de fronteras agrícolas y forestales, alteración de ciclos hídricos, biológicos, meteorológicos, cohesión política a nivel mundial son factores que se suman a una visión sistémica compleja con miras a lograr un mayor entendimiento de los diversos fenómenos socioambientales dados a diferentes escalas geográficas, que permita a su vez, diseñar estrategias e instrumentos con miras a mitigar estas problemáticas globales. A su vez, el “paradigma” de sustentabilidad se integra como un elemento más de las problemáticas sociales, al formar parte de una noción de desarrollo ampliamente cuestionado.

La percepción ambiental emanada de la toma de conciencia por individuos que construyen movimientos a favor de generar procesos de conservación de la naturaleza pero también de una mayor igualdad social, y que muchos de estos critican el discurso de la

sustentabilidad, ha configurado un concepto de ambiente como una nueva visión del desarrollo humano al reintegrar los valores y potencialidades de la naturaleza, los saberes subyugados y la complejidad del mundo (Leff, 1998) que a su vez, distingue una visión ecológica en la que los seres humanos estamos conectados con el resto de la biodiversidad como parte de la trama de la vida (Capra, 1998). De este modo, ahora integra al discurso del desarrollo sustentable como un elemento más de las problemáticas socioambientales, al supeditar la cuestión ecológica (y sus procesos físicos-químicos-biológicos en los que estamos todos los seres vivos interconectados) al desarrollo humano antropocentrista fundado en un crecimiento económico que ve a la naturaleza como un recurso o simple capital más, necesario de conservar en función de hacer sostenibles los procesos de producción del capitalismo.

### **Ecología profunda: Biocentrismo**

El biocentrismo o ecocentrismo se asocia a la ecología profunda (deep ecology<sup>55</sup>) como corriente filosófica y de reflexión ambiental. Surge a mediados del siglo XX, cuando el deterioro de la naturaleza por el desarrollo industrial, los ejercicios nucleares y los “accidentes” ambientales son los elementos que obligan a poner en la mesa la discusión internacional de los asuntos ecológicos. La ecología (*oikos*: hogar; *logos*: estudio) es ante todo una ciencia, que a diferencia del ambientalismo que reúne una gama de ideas y movilizaciones sociales conscientes de las afectaciones del ser humano hacia la naturaleza y el ambiente, la ecología es una ciencia natural que, como rama de la biología, esta encargada del estudio de los organismos, de la dinámica de la naturaleza y de las relaciones entre ellos (Ramírez, 2003). Asimismo, estudia la vida del planeta, los procesos físico-químicos y biológicos que se dan entre organismos vivos y los elementos abióticos (Odum E., y Barret G., 2004).

---

<sup>55</sup> Reconocemos que además de la ecología profunda, existen otros discursos caracterizados por la toma de conciencia por parte de ciertos grupos sociales en diferentes partes del planeta sobre el creciente deterioro de los ecosistemas a causa de la industrialización, que se engloban dentro del ambientalismo bajo una variedad de discursos que a veces se complementan o se contradicen. Sin embargo no vamos a ocuparnos de estos, ni de discernir si tienen relación específica con la visión sistémica ya que, el objetivo esencial de este trabajo, es profundizar y fortalecer la discusión del nuevo paradigma de los sistemas complejos y su afinidad con la ecología profunda, mismos que se homologan como una plataforma teórico-metodológica para la explicación de todo tipo de sistemas y fenómenos socioambientales como es el caso de nuestro sistema de estudio en este trabajo.

La ecología como una disciplina que estudia la estructura y función de la naturaleza, ha permitido clasificar ecosistemas, mismos que en conjunto forman una unidad viviente y ambientalmente vital para el desarrollo de la flora y fauna donde también estamos incluidos. Para Margalef (1998) es la ciencia que estudia a los seres vivos, su ambiente, la distribución, abundancia y cómo esas propiedades son afectadas por actividades humanas. La ecología, a su vez se ha vuelto parte fundamental como ciencia que analiza, cuantifica y cualifica las afectaciones ambientales en las que se han visto infinidad de ecosistemas. Paradójicamente, animales como los seres humanos han ido desvirtuando su significación incluso posicionándose en el planeta como una unidad biológica aparte. Asimismo, el concepto de ecosistema se describe como un organismo que contiene una biodiversidad consistente en floras y faunas específicas, de gran importancia para el desarrollo de la vida en el planeta. El ser humano es parte de la naturaleza por lo que también está integrado, como el resto de las especies, en este entrelazamiento natural del planeta.

El término ecología profunda lo introdujo por primera vez el filósofo y activista noruego Arne Naess<sup>56</sup> al principio de los años 1970, al enfatizar la necesidad de trascender las respuestas superficiales hacia los problemas ecológicos y sociales que enfrentamos. Esta corriente ha adquirido una gran afinidad en el campo de los denominados intelectuales, grupos radicales verdes<sup>57</sup>, supervivientes<sup>58</sup>, sociedad civil, etc., al resultar una base filosófica que manifiesta la necesidad de cuestionar profundamente nuestro modo de vivir sustentado en la apropiación de elementos naturales para satisfacer la demanda de las

---

<sup>56</sup> Arne Naess fue un filósofo noruego y catedrático de la Universidad de Oslo, fundador del pensamiento de la Ecología Profunda. Reconocía que el trabajo *Primavera Silenciosa* de Rachel Carson, fue clave en su visión sobre la ecología.

<sup>57</sup> Rechazan las estructuras básicas de la sociedad industrial y la forma de conceptualizar el medio ambiente. Hay infinidad de grupos, visiones y posturas, de entre los que resaltan son: Greenpeace, The World Wide Fund for Nature (WWF), Sierra Club, etc.

<sup>58</sup> El origen de los denominados *supervivientes* es desde la conformación del Club de Roma en 1970. Asimismo, se les considera radicales porque señalan como solución, la redistribución del poder y una reorientación del perpetuo crecimiento económico; realistas porque sus soluciones solo contemplan opciones dentro de la sociedad industrial. El control debe ser tomado por los científicos, elites y los administradores. Se les considera neomalthusianos ya que muestra la necesidad imperiosa de controlar el crecimiento poblacional, lo cual puede convertirse en un cáncer del planeta. Su discurso nace de la cosmovisión global en la que el punto central es la discusión de la finitud de los recursos naturales por el aumento demográfico y el desarrollo industrial (Alfie, 2005: 172). Algunas de las organizaciones vinculadas a esta escuela se encuentran: Greenpeace, Natural Resource Defense, the National Wildlife Federation.

actividades socio-económico-industrializadas del modo de producción capitalista fundado en la visión antropocentrista.

El ecocentrismo se puede interpretar como parte de un proceso que cuestiona los supuestos fundamentales de la sociedad de crecimiento industrial, permitiéndonos una nueva manera de ver la ciencia, política, cuidado de la salud, educación, espiritualidad, y muchas otras áreas (Naess, 1995). Asimismo, desafía nuestros supuestos bien enraizados respecto de cómo nos vemos a nosotros mismos, desde la perspectiva de sentirnos separados como individuos para entendernos cada vez más como parte de un todo y parte de la tierra. Esto puede incrementar nuestro sentido de pertenecer a la vida, y elevar nuestra tendencia para actuar en la consolidación de los sistemas vivos y no en su extinción.

Asimismo, la ecología profunda se ostenta como una base teórica de cuestionamiento socioambiental íntimamente ligada (desde nuestra apreciación) al paradigma teórico metodológico de los *sistemas complejos*. Ante la consagración de una visión ambiental moldeada a imagen y semejanza del sistema económico y sus requerimientos, y de un método analítico con tendencia a descomponer (analizar) en partes, la ecología profunda ahonda en la necesidad de plantear y construir nuevas vías para alcanzar no sólo el desarrollo humano, sino también un nivel socioambiental simbiótico<sup>59</sup> por medio de una visión ecosistémica, partiendo de la idea de que todos los elementos biofísicos en el planeta están relacionados de alguna manera entre sí, y no de manera desagregada (Barrera y Castro, 2012).

De este modo, la ecología profunda distingue al biocentrismo como una nueva significación de la existencia humana en el planeta, la cual crítica y rechaza al pensamiento antropocéntrico. Manifiesta la necesidad de que el ser humano logre una armonía con el resto de los seres vivos; no por encima, sobre o fuera de éste (Naess, 1989), mediante un pensamiento ecológico que conceda máxima prioridad a la protección del planeta, el medioambiente, la preservación de los sistemas ecológicos y de las especies en peligro de

---

<sup>59</sup> El término simbiosis hace referencia a la relación estrecha y persistente entre organismos de distintas especies. La simbiosis suele identificarse con las relaciones simbióticas mutualistas, que son aquellas en las que todos los simbioses (especies que mantienen una relación recíproca) salen beneficiados.

extinción, ya que todos los seres vivos tienen el mismo valor. Parte de la idea de que todos los organismos naturales, los ecosistemas, tienen derecho a existir, independiente de su grado de autodeterminación, lo que se denomina igualdad Biocéntrica (Ferry, 1992).

La ecología profunda se asocia como escuela de pensamiento al radicalismo verde<sup>60</sup>, del cual emanan a su vez dos corrientes: el romanticismo verde y racionalismo verde<sup>61</sup>. El primero está íntimamente ligado a la escuela de la ecología profunda al ser un movimiento que rechaza las estructuras básicas de la sociedad industrial capitalista y la forma de conceptualizar el medio ambiente. Se nutre y desarrolla a partir de subjetividades, imágenes, formas de vida que los individuos experimentan. Desde esta perspectiva, hay una oposición a la sociedad moderna, la ciencia y las políticas tradicionales y doctrinas liberales. Se pretende ante todo una nueva sensibilidad ecológica. Para los románticos verdes, la tecnología es el principal responsable del deterioro ambiental, ya que los avances tecnológicos han aumentado la contaminación agrícola, industrial y doméstica. Proponen el regreso a un paraíso verde, eliminar la competencia y fomentar un intercambio tipo trueque. Asimismo, retoma parte del pensamiento malthusiano en el sentido de resaltar la necesidad de no sólo de estabilizar la población humana, sino también de reducirla a un mínimo sostenible (Alfie, 2005).

---

<sup>60</sup> El radicalismo verde asume como eje teórico a la Ilustración. Heredero de la revolución industrial, la francesa y estadounidense, lo que ha generado a las "sociedades modernas", que como ya se comentó en este texto, se divide en 2 corrientes: romanticismo verde y racionalismo verde (Alfie, 2005: 188-193). Es imaginativo y radical. Rechaza las estructuras básicas de la sociedad industrial y la forma de conceptualizar el medio ambiente. Hay infinidad de grupos, visiones y posturas, y existe, por tanto, graves rupturas entre ellos (ídem., 2005: 172).

<sup>61</sup> Del racionalismo verde, de acuerdo a Alfie (2005: 190-193) se derivan diversas posturas entre las que encontramos las siguientes: *Europeos verdes* (es la parte tradicional de los partidos verdes europeos, en donde algunos grupos se oponen a la visión partidista y proponen un nuevo movimiento social que confronte el irracional sistema político); *Social Ecology*; *Justicia ambiental*, discurso que interpela a los pobres y las minorías étnicas que ven afectados sus derechos civiles al estar expuestos a la contaminación en sus barrios y colonias. Los asuntos de clase, raza y medio ambiente se mezclan y conforman una fuerte corriente que se opone a los grandes movimientos ambientales estadounidenses, conformados por blancos de clase media. Constituyen un abanico de razas, promueven el igualitarismo, la modernidad y la democracia, típicas banderas de la Ilustración; *Ecofeminismo social* el cual reconoce que la opresión de la mujer, es resultado de la estructura económica y social. Promueven nuevas instituciones y acciones políticas y sociales que den lugar a la formación democrática de las sociedades, en un ámbito político más igualitario entre los seres humanos y la naturaleza; *Biorregionalismo: Verdes de izquierda* los cuales son eco marxistas, y consideran al capitalismo como el destructor de todas las bases ecológicas en las que descansan las actividades humanas. Cualquier sistema alternativo debe evitar los males que provoco el bloque soviético a la naturaleza, mientras que los eco socialistas manifiestan la necesidad de planeación gubernamental que cure los males ambientales al usar los recursos naturales adecuadamente (Alfie, 2005: 190-193).



Por otra parte, el racionalismo verde apunta a una multifacética crisis social y ambiental que solo se puede resolver a través de acciones políticas radicales y cambios estructurales. Más que la toma de consciencia sobre la problemática ambiental, proponen estrategias concretas de acción política. En esta visión, la naturaleza es compleja y está constituida por varios ecosistemas en donde el ser humano no tiene ningún derecho a sobreexplotarla (Alfie, 2005).

### **Ecología superficial y profunda**

Naess resalta dos ejes esenciales para entender el enfoque de la ecología profunda, consistentes en dos visiones contrapuestas: *superficial (shallow ecology)* y *profunda (deep ecology)* (Naess, 1995; Capra, 1996). La primera visión, se distingue por tener enfoque antropocéntrico y tecnocéntrico dirigido a la lucha contra la contaminación y la devastación de la naturaleza<sup>62</sup>, al mismo tiempo que no pone en riesgo las relaciones sociales de producción que generan riqueza, comodidad y salud de las personas en los países desarrollados (Naess, 1995; Capra, 1996; Castro, 2009).

Bajo esta demagogia se han cobijado muchas clases sociales o grupos de poder, a los cuales les ha servido este discurso para satisfacer sus intereses particulares. Dentro de estos grupos encontramos a los llamados prometeos o neoconservadores traducidos en los industriales, iglesia católica, etc., que entre sus cuestionamientos a los movimientos ambientales, han respondido que las habilidades humanas y sus tecnologías son factores que pueden resarcir dichas problemáticas (Alfie, 2005). Aunque la relativa independencia

---

<sup>62</sup> Bajo la lógica del *status quo* se encuentran los que favorecen la resolución de los problemas ambientales. Para afrontar los problemas ambientales mediante políticas públicas imbuidas en un sentido liberal, pragmático, donde los gobiernos democráticos juegan un papel relevante. Pretende incorporar precios a la naturaleza mediante políticas de costo-beneficio. Los expertos y administradores ejercen amplia influencia en las decisiones. La finalidad de esta corriente es resolver los problemas que se vayan presentando sin ocasionar mayor conflicto al sistema económico. La forma de combatir los problemas ambientales cruza por varias soluciones: 1) Burocráticas. Se proponen leyes, reglamentos, normas, programas diseñados por el Estado para controlar la tala, deforestación, tratamiento de aguas y las diversas fuentes de contaminación. Se propone a su vez, crear instancias de regulación y de gestión; 2) Democráticas. Propone atacar los problemas ambientales por medio de una base democrática imbuida de un pragmatismo que le permita enfrentar y solucionar los diversos asuntos. Se propone para ello, la consulta pública, de modo que la comunidad opine sobre el deterioro ambiental de los proyectos. Se reconoce a los ciudadanos como parte fundamental en la construcción de asuntos políticos ligados a la cuestión ambiental; 3) Mercado. Se diferencia del racionalismo administrativo en su marcada hostilidad hacia el manejo ambiental por parte del aparato gubernamental. Se trata de convertir los elementos naturales en propiedad privada, y poder venderlos al mejor postor (Alfie, 2005: 179-180).

alcanzada por el desarrollo de la técnica no significa que el hombre pueda aumentar indefinidamente su población o ampliar de forma ilimitada los márgenes de equilibrio de los sistemas vivos. Significa solo que mientras más complejas sea la plataforma tecnológica el efecto sobre el medio es menos visible en forma inmediata, pero puede ser más desastroso (Maya, 1997; Schoijet, 2010).

Bajo la visión antropocéntrica, estos grupos destacan que una solución a la escasez podría ser el aumento o imposición de precios. Si el precio real de un bien aumenta significa que la oferta crecerá con relación a la demanda: “De acuerdo a ellos, los problemas de los “recursos” naturales no existen, pues si se necesitan más recursos, se buscarían y se encontrarían (Alfie, 2005: 174-175)”. A su vez, la cultura occidental industrial-tecnológica-consumista se ha convertido en una pieza rentable y base de un desarrollo insostenible. La crisis ambiental no es solamente un problema que pueda solucionarse con inventiva tecnológica. Si el problema ambiental es la consecuencia de una forma de entender y de practicar el desarrollo, hay que contar sin duda, con las resistencias que provienen desde los intereses económicos adquiridos: “Todos somos partidarios de la defensa ambiental, pero en el terreno que no contradice nuestros propios intereses... Así, el problema ambiental resulta eminentemente político (Maya, 1997: 23)”.

El problema de la visión antropocéntrica implica que el ser humano se considera por encima de los demás seres vivos, e indica que la naturaleza biótica y abiótica son importantes solamente en función del beneficio o daño que representen para las personas (García B., 2008). Al destruir el medio ambiente, el hombre se arriesga a poner su propia existencia en peligro o, por lo menos, a privarse de las condiciones de una vida buena sobre esta tierra; la importancia del medio ambiente se toma en consideración sólo de modo indirecto (Ferry, 1992).

Para Stan Rowe (1989) la visión antropocéntrica manifiesta que el medio ambiente no es otra cosa que lo que sugiere su etimología: el simple contexto que rodea a las cosas de mayor valor (es decir a las personas). Así, el medio ambiente solo es periférico y su concepto es intrínsecamente peyorativo. De este modo, la naturaleza es concebida superficialmente como “lo que rodea al ser humano, la periferia y no el centro: el entorno

(Ferry, 1992: 31)”, visión igualmente sustentada en la ciencia clásica cartesiana, en donde “la superficialidad radica en gran medida, por descomponer y analizar los problemas en partes, bajo un modelo mecánico (Castro, 2009: 116)”.

Por otra parte, en el segundo eje: ecología profunda, se propone un nivel de cuestionamiento “profundo” de los propósitos y los valores de la sociedad, pretendiendo llegar hasta la raíz de los problemas (Naess, 1995; Capra; 1996). Esta visión no separa a los humanos ni a ningún otro ser vivo del medio natural “... reconoce el valor intrínseco de todos los seres vivos y ve a los humanos como una mera hebra de la trama de la vida (Capra, 1998: 29)”. Alude a un modelo orgánico relacionado en redes que forma parte de un todo, traducido en un biosistema o ecosfera en que se interrelacionan todos sus elementos (Capra, 1996). De este modo, se deja ver un pensamiento holístico<sup>63</sup>, sistémico y ecológico (Castro, 2009).

El biocentrismo destaca un compromiso para mantener la salud del ser humano en equilibrio con los ecosistemas naturales, por lo que se considera a la humanidad como una parte de la naturaleza y no como aquella visión fijista<sup>64</sup> que ve a la sociedad como algo separado de ella. El peso de las ideologías religiosas judeo-cristianas, a través de la ideología del fijismo, constituye uno de las principales barreras epistémicas para la percepción de los diversos problemas ambientales incluido el calentamiento global (Schoijet, 2011). El rechazo a la visión antropocentrista y del humanismo inherente a la civilización occidental, implica a su vez, una crítica hacia el neoliberalismo, lo cual se asume como una nueva propuesta en la búsqueda de un universo socioambientalmente democrático (Ferry, 1992), y promoviendo vías alternativas ecológicas y morales en contra del deterioro ambiental ocasionado por el desarrollo industrial capitalista (García B., 2005).

---

<sup>63</sup> El holismo proviene de la palabra griega holos, que significa todo, entero, total. Es la idea de que todas las propiedades de un sistema dado no pueden ser determinados o explicados por sus partes que los componen por sí solas. Se asemeja al pensamiento sistémico, al resumir por medio de su principio general, que el todo es mayor que la suma de sus partes (Capra, 1996).

<sup>64</sup> El fijismo es la idea errónea (del ser humano) de la estabilidad y permanencia de los sistemas naturales (Schoijet, 2010). Resulta del peso de las ideologías religiosas y constituye un obstáculo epistemológico para la percepción del calentamiento global y diversos procesos de destrucción ambientales (Schoijet, 2011).

De acuerdo a Naess (1999) la visión ecocéntrica consiste en el respeto a la naturaleza por su valor intrínseco en los procesos orgánicos dados en el planeta, totalmente relacionados los unos con los otros. Ferry (1992) destaca que bajo esta visión, el ser humano ya no debe ser considerado como centro del mundo. En este mismo sentido, destaca la idea y necesidad de ver a la naturaleza como un sujeto de derecho<sup>65</sup>, concepto propuesto por el Christopher Stone<sup>66</sup> en el trabajo *Should trees have standing? Toward legal rights for natural objects*.

En 1970 en Estados Unidos, el servicio de Aguas y Bosques extiende a las empresas Walt Disney un permiso para desarrollar un valle salvaje en Mineral King (Sierra Nevada), ante lo cual la asociación Sierra Club<sup>67</sup>, levanta una queja alegando que el proyecto amenaza con destruir la estética y el equilibrio natural de la zona, queja que la Corte rechaza, no

---

<sup>65</sup> En 1972, aparece el artículo de Christopher D. Stone titulado "Should trees have Standing? Toward legal rights for natural objects" (¿Deberían los árboles tener un estatuto jurídico? Hacia la creación de derechos legales para los objetos naturales). Publicadas nuevamente dos años después bajo la forma de un pequeño libro, las tesis del bien llamado profesor Stone tienen un gran éxito en un contexto que merece ser recordado al reinventar la idea de un derecho de los seres de la naturaleza (Ferry, 1992: 34-35).

<sup>66</sup> Christopher D. Stone is an authority on environmental and global issues, including international environmental law, environmental ethics, and trade and the environment. He teaches Property, Globalization, Rights of Groups, and International Environmental Law. A *magna cum laude* graduate of Harvard, Professor Stone received a J.D. from Yale Law School. He was Fellow in Law and Economics at the University of Chicago and practiced law at Cravath, Swaine & Moore in New York before joining the USC Law faculty in 1965. He has taught at University of Michigan Law School and Yale Law School. His recent publications include "Common but Differentiated Responsibilities in International Law" (*American Journal of International Law*, 2004), "The Environment in Wartime: An Overview" in *The Environmental Consequences of War: Legal, Economic, and Scientific Perspectives* (Cambridge University Press, 2000) and *Should Trees Have Standing? And Other Essays on Law, Morals & the Environment* (University of Southern California: <http://weblaw.usc.edu>).

<sup>67</sup> Es una organización medioambiental de las más antiguas e influyentes, surgida en Estados Unidos, cuyo papel ha sido la formulación de políticas de preservación y conservación de la naturaleza, poniendo énfasis en diferentes cuestiones ambientales: agricultura, biotecnología, energía, justicia ambiental, asuntos nucleares, militares, etc (<http://www.sierraclub.org/>) muchos de sus activistas se han ido trasladando a otras organizaciones ambientales como Greenpeace y WWF.

porque el servicio de Aguas y Bosques haya tenido razón en extender el permiso sino porque el Sierra Club no podía hacer valer ningún título para sostener la queja debido a que sus intereses<sup>68</sup> no eran directamente afectados por el proyecto en cuestión.

Decisión que fue apelada por Stone, y mediante la redacción de un artículo que proponía (según sus propios términos): “de manera totalmente seria, que atribuyamos derechos legales a los bosques, los océanos, los ríos y todos los objetos que llamamos naturales en el medio ambiente, incluso al medio ambiente por entero”. La finalidad era que en función de dichos términos, los jueces pudiesen disponer de un precedente teórico a falta de una jurisprudencia real.

Stone planteaba que la queja hecha por Sierra Club (y específicamente el perjuicio causado a este organismo) era un tanto tenue, pero en cambio el que sufrió Mineral King (como reserva natural) lo era. Así, se buscaba armar de derechos a la reserva natural con la finalidad de poder lograr que la Corte considerara al parque como persona jurídica (de la misma manera en que lo son las empresas), de este modo, la noción de una naturaleza con derechos podría efectuar una diferencia operativa considerable ante la corte. Con este propósito, Stone (1972)<sup>69</sup> define lo que se requiere para ser portador de derechos legales: “1) que ese ser pueda entablar acciones jurídicas a su favor; 2) que en un proceso hipotético la Corte pueda tomar en cuenta la idea de un daño o un perjuicio causado a ese mismo ser (y no, por ejemplo, a su dueño); y 3) que la reparación eventual lo beneficie directamente.”

Finalmente, de los nueve jueces que componían la Corte, cuatro votaron en contra del argumento de Stone, dos se abstuvieron, pero tres votaron a favor de manera que se pudo decir que los árboles sólo habían perdido el juicio por un voto. Esto, es un ejemplo de las tesis de la ecología profunda llevada a la práctica, y permite comprobar a qué grado es

---

<sup>68</sup> El derecho americano descansa, en principio, en la idea de que el sistema jurídico entero está allí para proteger intereses, cualesquiera que sean, y no valores abstractos (Ferry, 1992: 35).

<sup>69</sup>El trabajo se dedica a demostrar punto por punto que los arboles (así como los demás seres naturales) pueden satisfacer las tres condiciones sin dificultad, si se considera que esto se hace en otros casos comparables y similares para otras entidades no razonables, que actúan en justicia con el intermediario de sus representantes, en este caso: asociaciones ecologistas u otras. Se llega incluso a contemplar para sus árboles la posibilidad de una representación proporcional a nivel legislativo (Stone, 1972).

potencialmente válida (Ferry, 1992). De acuerdo a Capra (1996), cuando esta profunda percepción ecológica se vuelve parte de nuestra vida cotidiana, emerge un sistema ético radicalmente nuevo.

De este modo, coincidimos con el biocentrismo como una base teórico-metodológica mediante la cual sustentaremos desde el discurso ambiental nuestra investigación<sup>70</sup>. Partiendo de la distinción que ha hecho Capra (1996), en relación a los términos *holístico (sistémico)* y *ecológico (orgánico, biológico)*, donde el primero es la suma de las partes y elementos que comprende un sistema como un todo funcional, y el segundo es más que esa suma de las partes, en donde la ecología viene a englobar el holismo y a su vez a comprender ese todo funcional y su inserción con otras relaciones y sistemas vivos dentro de una perspectiva más amplia: la ecológica.

## **1.6 Biorregionalismo y desarrollo socioambiental**

Desde nuestra apreciación, uno de los mecanismos para transformar significativamente el modelo de desarrollo socioeconómico capitalista, debe nacer desde escalas locales y/o biorregionales, que sirvan como un marco empírico para el desarrollo de propuestas, estrategias y formas de organización socioculturales que a su vez respeten los ciclos de vida y reproducción de la naturaleza (incluidas las poblaciones), mismas que se magnifiquen y propaguen en base a los resultados obtenidos, por medio de su reproducción en otros ecosistemas deteriorados.

La propuesta biorregional es poco conocida y vale la pena revisar algunos de sus aspectos más destacados y sus propuestas, pues ahí podrían encontrarse muchas respuestas para lograr la preservación de los ecosistemas. En la actualidad, encontramos en diversas geografías del planeta, grupos socio-culturales que durante siglos han mantenido casi intactos sus ecosistemas (Maya, 1997) con base a formas de aprovechamiento de su

---

<sup>70</sup> Asimismo, reconocemos que existen otros discursos caracterizados por la toma de conciencia por parte de ciertos grupos sociales en diferentes partes del planeta sobre el creciente deterioro de los ecosistemas que se engloban dentro del ambientalismo, que como hemos visto, están compuesto de una variedad de discursos que a veces se complementan o compiten entre ellos. Desde nuestra apreciación, la sustentabilidad es uno de ellos, y resulta más allá de un enfoque de aproximación y entendimiento de la actual relación sociedad-naturaleza, una visión ideológica que busca arraigarse dentro de la sociedad capitalista, como "único" camino para lograr un equilibrio entre esta dualidad.

naturaleza, muy distintas a las expresiones socioculturales consumistas del capitalismo, que engloban también, una visión territorialista que delimita política-administrativamente la naturaleza y las culturas de las poblaciones.

Bajo la misma lógica de que los sistemas urbanos-metropolitanos, como por ejemplo las ZMVM, ZMVT y ZMC, requieren el diseño de instrumentos de planeación urbana que no se acoten a estrategias sectoriales, sino más bien expandan la formulación de los diferentes instrumentos (ordenamiento ecológico-territorial, planeación urbana-ambiental, diseño de estrategias de seguridad, de manejo de residuos sólidos, etc.) desde una escala o ámbitos más amplios como el metropolitano, que den solución a problemas como la expansión de sus áreas urbanas sobre municipios de otras entidades, proyectos de transporte, fenómenos de inseguridad, etc., y en donde las atribuciones de los municipios y las entidades se ven rebasadas. Lo que complica la planeación, gestión, asignación de recursos, financiamiento que permitan solucionar estas cuestiones. De este modo el diseño de instrumentos y estrategias de planeación urbana-metropolitana requieren forzosamente de una visión sistémica (en este caso metropolitano e incluso megalopolitana) que no se reduzca a estrategias específicas y sectoriales limitadas por las atribuciones que cada entidad puede ejercer dentro de su territorio (Delgado, 1988; Garza y Damian, 1991; Garza, 2003; Eibenshultz, 2009).

A lo anterior, y partiendo de la idea de que las problemáticas metropolitanas requieren organismos e instituciones que establezcan soluciones desde esa misma escala (y que no se reduzcan a proponer soluciones a nivel de cada demarcación), es que proponemos una escala de entendimiento biorregional de los fenómenos socioambientales, desde una perspectiva biorregional que se sobreponga a la visión territorial que mucho limita los procesos de conservación de las áreas naturales en las diversas geografías del país (Barrera, 2012a).

El biorregionalismo es una doctrina racionalista que propone retomar un camino simple y sensato para volver a conectarnos con la vida presente en el lugar en que vivimos, aprovechando los aspectos útiles de cada aprendizaje transitado en la historia de la humanidad, sumándole las innovaciones que este tiempo va requiriendo (Berg y Dasmann,

1977). Una biorregión se define de amplias maneras, por ejemplo, por barreras naturales en las que predomina un tipo de vegetación (o ecosistema específico), clima, características hidrológicas, así como poblaciones con culturas semejantes. A su vez, representa un límite fundado en el culto al sitio o al lugar geográfico, el cual se vuelve la verdadera casa-hogar (oikos) que debe ser respetada, pues la biorregión tiene la virtud de sostener la vida humana y del resto de los sistemas vivos, sin ningún orden de importancia ecológica (Alexander D., 1993).

Asimismo, una ciudadanía ecológica en la que los individuos aprenden a respetar la zona ecológica y a tener un estilo de vida ambientalmente racional y simbiótico con la naturaleza, que implique reciclaje, separación de basura, uso de medios de transporte no contaminantes, tratamiento de aguas residuales, etc., decisiones instrumentales esenciales para la preservación del medio ambiente.

El biorregionalismo como programa político, establece la existencia de lugares predeterminados propios para los asentamientos humanos, proponiendo sistemas políticos y económicos que cuiden las fronteras de los ecosistemas. Pretende remplazar al Estado, las naciones, los gobiernos y el territorio (demarcado política-administrativamente), por estructuras diseñadas por comunidades-poblaciones autoctonas sobre líneas biorregionales (Alfie, 2005). De este modo se basa en la idea de que el desarrollo social y ambiental, requiere ante todo, un profundo conocimiento del lugar. De hecho, biorregionalismo se ha llamado la "política del lugar (Berg y Dasmann, 1977).

Una de las principales razones para el continuo y creciente interés y aceptación de biorregionalismo se debe a que se ha desarrollado como una alternativa a las formas actuales de apropiación y uso-aprovechamiento de la naturaleza principalmente por las grandes concentraciones urbanas capitalistas. En gran parte del mundo, los centros urbanos cada vez más son los fondos del capitalismo, desde donde irradia hacia otras regiones o zonas geográficas las formas (moda) de vida y consumo de la sociedad occidental.

De este modo el biorregionalismo representa un freno, un alto, que nos ofrece esperanza y nos proporciona una dirección ambiental y ecológica que permita entendernos conectados la naturaleza. A su vez proporciona un contexto para las comunidades descentralizadas,



mismas que son la que definen las pautas y los mecanismos de acción socioeconómicos en beneficio de la preservación ambiental de una Biorregión (Alexander D., 1990).

Ésta última, de acuerdo a Berg y Dasmann (1977) está conformada por su geografía, cuenca hídrica, clima, fauna, flora, características naturales y por las formas socioculturales presentes; por lo que una manera para describir y delimitar una biorregion es por medio de las personas que han vivido en ella, es decir, a través del reconocimiento humano y de sus formas de integración simbiótica con su naturaleza. En nuestro caso, la escala de estudio propuesta en esta investigación es de corte biorregional al exaltar los aspectos anteriormente citados como pieza clave y objetual pertinente para abordar una visión socioambiental asociada con la complejidad, holismo, y ecología.

### **Desarrollo socioambiental**

Desde fines del siglo XX e inicios de este, el debate en torno a la relación sociedad-naturaleza ha adquirido cada vez más conciencia en cuanto a la necesidad de replantear las formas de desarrollo insostenibles e irreciprocas del ser humano, “desarrollo” que se ha dado a costa de la destrucción, alteración y agotamiento de ecosistemas (Leff, 1993). El tema socioambiental, adquiere dinamismo y atención cuando vemos cada vez más que los ecosistemas se han puesto en riesgo por el actual modo de producción capitalista, en donde los seres humanos nos hemos vuelto los administradores del planeta, de sus elementos (vistos como recursos), de la lógica de supervivencia de los demás organismos vivos (Mantilla y otros, 2005).

El modelo económico actual que rige en casi todas las latitudes del planeta y a sus diversas escalas políticas y sociales requieren de una reorientación traducida en acciones colectivas visible en comunidades indígenas y campesinas que buscan conducir a un desarrollo que represente una verdadera concepción de bienestar y supervivencia (Leff, 1993). La diversidad cultural y sus efectos en las identidades sociales en cada región siempre requerirá de un redireccionamiento muy particular, pero cuando los fines son evidentemente globales como la preservación, cuidado, aprovechamiento de los ecosistemas del planeta, la reorganización socioeconómica fundada desde la escala local

(o mayor) resultan en elementos reforzantes para cambiar los esquemas de desarrollo actuales acotados fundamentalmente al crecimiento económico y beneficio de unos cuantos.

Las acciones de control, conservación, aprovechamiento de los ambientes no solo atañen a las organizaciones ambientalistas o a las instituciones del estado. Para lograr un desarrollo socioambiental que sea sostenible, se debe lograr una colectividad y acción humana que mitigue el deterioro de la naturaleza de diversas maneras y bajo distintos mecanismos y escalas como el biorregionalismo.

Entendemos por desarrollo socioambiental un estado de equilibrio por parte del hombre y la naturaleza, lo cual otorgue a todos los organismos vivos (incluido el ser humano) la misma importancia desde una visión biocéntrica, al comprenderlos como un conjunto articulado de elementos naturales que conforman un sistema de nichos o funciones ecológicas que permiten el desarrollo/evolución de cualquier sistema vivo. Desde nuestra escala de estudio, el biorregionalismo aparece como marco biogeográfico en donde se propone la comprensión sistémica compleja de los procesos sociales y ambientales.

En este sentido, las formas de organización autóctonas o nativas como las indígenas, tribales, campesinas, prevaletentes en una buena parte de los ecosistemas conservados en el país, resultan una base social para definir elementos sistémicos y establecer mecanismos, debido que han construido culturas particulares y adaptativas de gran eficacia, que ha permitido la conservación de la naturaleza y de prácticas sociales-humanas tradicionales dentro del ecosistema.

A lo anterior, definimos ecosistema como la conjunción indisoluble de un subsistema humano y un subsistema natural que interactúan directa y estrechamente (Capra, 1998). Bajo las definiciones anteriores, la noción de contaminación y deterioro del sistema no puede ser tolerado, pues estaría atentando de manera directa sobre el desarrollo del ecosistema; así, mantener la salud del conjunto sería condición fundamental que debería ser garantizada por todo sistema de intervención (Toledo, 1998).

De este modo y bajo la concepción del desarrollo socioambiental, la evolución de los sistemas naturales no está separada del desarrollo de los sistemas humanos. Ambos están en continua interacción, estableciendo entre ellos múltiples flujos de materia y energía, y transformándose a través de sus procesos característicos. De hecho están en continua coevolución. Como señala Constanza (1991, citado por Toledo Ocampo, 1998: 111) "...un sistema económico saludable sólo podrá existir en simbiosis con un sistema ecológico saludable. Ambos son tan interdependientes que en forma aislada se corre el riesgo de no comprenderlos y de empobrecer nuestras estrategias de manejo".

Aunque en este trabajo empleamos una perspectiva de desarrollo socioambiental por sobre el discurso del desarrollo sustentable, éste último que se reduce sustancialmente a hacer sostenibles y "sustentables" los procesos de producción económicos, y que considera a la naturaleza como un capital fundamental para los procesos de acumulación del capital, no por la importancia que pueda tener para los sistemas vivos y sus procesos físicos, químicos y biológicos en el planeta.

La visión y reflexión social sobre un nuevo orden socioambiental exige un desarrollo en donde la lógica de acumulación, el sistema productivo, la industrialización, la formas de consumo, las cuestiones políticas englobadas en el términos económicos se supediten a nuevos esquemas de organización de entre los cuales destaquen el cuidado de la naturaleza, la conservación de sus especies, la adecuada distribución de la riqueza natural y artificial incluso cambiando el modelo de desarrollo desde el interior generando nuevas formas de organización y esquemas de desarrollo que integren a la ecología como pieza clave (Clayton y Redcliffe, 1996).

A lo anterior, no se trata únicamente de cambiar las formas de organización inherentes al modo de producción capitalista como las herramientas tecnológicas insertadas en los procesos industriales. A su vez, resulta imprescindible contar con herramientas que promuevan el control y la evaluación del manejo ambiental<sup>71</sup>, de los impactos provocados

---

<sup>71</sup> La contabilidad ambiental es una metodología que propone la medición de la sostenibilidad ambiental, por medio de la identificación de indicadores y variables que definan y conceptualicen a los elementos naturales en la búsqueda de un desarrollo, que implique un proceso dinámico de supervivencia y bienestar, sustentado no solo en la articulación de los tres elementos fundamentales de prolongación generacional de la humanidad: lo económico, lo social y lo ambiental, sino buscar medir, cualificar y cuantificar integralmente los sistemas de contabilidad: sociales, de cuentas nacionales

por acciones humanas o por la misma naturaleza, y del registro contable de los recursos y costos ambientales para que sean comparables periódicamente, esto en función de realizar comparaciones y asociaciones de información con los contextos económicos y posiblemente a distintas escalas territoriales (Mantilla y otros, 2005).

Las vías alternas de desarrollo deben partir de la idea de un valor de la naturaleza en sí misma y del ser humano como parte de la misma, es decir, parte de una visión biocéntrica que haga énfasis en el respeto a la naturaleza por su valor intrínseco independientemente de la utilidad que el ser humano encuentre en los otros seres de la naturaleza (Naess, 1999). Por lo que el biocentrismo no solo busca revertir la situación de deterioro por el uso irracional de la naturaleza. A su vez promueve un nuevo orden social-político que signifique nuevas estructuras sociales que den origen y empoderen a formas de organización socioculturales que vean en la naturaleza y en el equilibrio ecológico las posibilidades del desarrollo de la vida y la supervivencia del planeta.

### **1.7 Deterioro y vulnerabilidad socioambiental**

La vulnerabilidad representa la interfaz entre la exposición a amenazas físicas para el bienestar humano y la capacidad de las personas y comunidades para controlar tales amenazas. Las amenazas pueden surgir de una combinación de procesos físicos y sociales. Así, en la vulnerabilidad humana se integran muchos problemas socioambientales ya que todos somos vulnerables a las amenazas ambientales, por lo que le hemos hecho a la biosfera. En cierto modo, la cuestión de vulnerabilidad concierne tanto a poblaciones ricas como a pobres, tanto urbanas como rurales, tanto del Norte como del Sur por el modelo capitalista en el que estamos inmersos. Reducir la vulnerabilidad implica detectar los puntos en donde se puede intervenir en la cadena de causas entre la aparición de un peligro y sus consecuencias humanas (Clark G. y otros, 1998).

Muchos fenómenos naturales representan amenazas, que incluyen acontecimientos extremos, como inundaciones, sequías, incendios, tormentas, tsunamis, deslaves de

---

(económicos) y por supuesto ambientales, reconociendo ante todo, que este último es de vital importancia como base de desarrollo para asegurar la disponibilidad de "recursos" para las actividades socioeconómicas, pero también ambientales (Mantilla y otros, 2005).

tierras, erupciones volcánicas, temblores y enjambres de insectos. Las actividades humanas han aumentado la lista con amenazas de explosiones, contaminación química y radiactiva, así como otros incidentes tecnológicos. El riesgo radica en la probabilidad de exposición a cualquiera de estos sucesos, lo que puede ocurrir con una gravedad que varía según diferentes escalas geográficas, repentina e inesperadamente o de manera gradual y predecible, y según el grado de exposición. Sin embargo, con una población creciente cuya distribución cada vez se extiende más en el mundo, los desastres naturales están aumentando los daños, la pérdida de vidas y el desplazamiento de las poblaciones. Además, los cambios al medio ambiente provocados por el ser humano han reducido su capacidad para absorber las afectaciones de los cambios y para ofrecer los bienes y servicios que satisfacen las necesidades humanas (Clark G. y otros, 1998).

En 2009 la UNAM<sup>72</sup> el INE<sup>73</sup> y la SEMARNAT<sup>74</sup> presentaron el trabajo: *México cuarta comunicación nacional ante la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático*<sup>75</sup>, en el cual revelaron que algunas regiones, ecosistemas y sectores de nuestro país son altamente susceptibles a los efectos negativos del cambio climático. En este sentido, el sector de la agricultura, los ecosistemas forestales y las zonas costeras serían los más afectados, además de varios estados del país donde habría efectos por desertificación o por modificaciones en la disponibilidad de agua para las ciudades. Se calcula que la superficie para la agricultura con buenas condiciones para el cultivo de maíz se reducirá; la superficie de cultivo pasará del 40% del territorio nacional a sólo el 25% del país, lo que implica que el área total de cultivo de maíz se reducirá en una tercera parte.

Esto claramente afectará la posibilidad de alimentar a una población creciente. La vulnerabilidad del sector agrícola se ve reflejada directamente en la producción de maíz bajo nuevas condiciones climáticas. Los escenarios del clima para el 2020 implican

---

<sup>72</sup> Universidad Nacional Autónoma de México.

<sup>73</sup> Instituto Nacional de Ecología.

<sup>74</sup> Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

<sup>75</sup> Una de las labores más importantes que se han realizado en nuestro país en relación al cambio climático son los llamados estudios de vulnerabilidad. Estos estudios de vulnerabilidad han sido llevados a cabo—con apoyo de expertos internacionales—por científicos de la UNAM y por expertos del Instituto Nacional de Ecología, cuyo trabajo se presenta en el documento: *México cuarta comunicación nacional ante la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático*, 2009, SEMARNAT e INE, México. Véase <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/download/615.pdf>

reducciones moderadas en la aptitud para el cultivo de maíz de temporal e incrementos en la superficie no apta de hasta 4.2%.

Por su parte, el estudio *Vulnerabilidad y adaptación regional ante el cambio climático y sus impactos ambiental, social y económico*<sup>76</sup>, expone que el aumento de la temperatura del planeta afectaría la agricultura de temporal en áreas que ahora son aptas para el cultivo del maíz, impactando a millones de personas que subsisten gracias a ese grano en México, a consecuencia de sequías en diversas zonas y precipitaciones más torrenciales en otras. La incidencia de algunas enfermedades transmitidas por vector podría incrementarse, como fiebre amarilla, dengue, malaria, además de los males gastrointestinales; mientras que la mala adaptación al problema del agua, con gente almacenando ese recurso en botes o tambos, podría inducir brotes de paludismo (Schoijet, 2008).

En el país, más de 15 mil km<sup>2</sup> de litorales podrían verse amenazados por la elevación del nivel del mar, afectando por igual los ecosistemas, la ganadería y la agricultura. La disminución en la producción agrícola y ganadera, la incidencia de males como dengue, paludismo, malaria y fiebre amarilla, son fenómenos que podría provocar el cambio climático. Las zonas que requieren especial atención son las desembocaduras del Río Bravo, en Tamaulipas; del Usumacinta y del Grijalva, en Tabasco; y las lagunas costeras en Veracruz, entre otras, porque en algunos lugares el agua de mar puede introducirse más de 40 kilómetros tierra adentro. En cuanto a erosión, el país presenta una tendencia a la desertificación (erosión), que se agravaría, por lo que se tendrá que revertir al menos en lo que toca al desordenado cambio al uso del suelo. Muchos ecosistemas se verían amenazados porque 50% de la vegetación cambiaría sus características biológicas con un calentamiento de 3 a 4 °C, sobre todo los bosques templados de pino y encino, y con ellos la fauna y flora asociadas (Magaña, V. y García, C., 2002). Los bosques son factor clave en la mitigación del cambio climático, sin embargo, pueden ser afectados al presentarse aumento de la temperatura, cambios el ciclo hidrológico y en la frecuencia e intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos, producto de su vulnerabilidad (INE y SEMARNAT, 2009).

---

<sup>76</sup> Estudio Realizado por Magaña Víctor. O. y García G. Carlos. , investigadores del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM para el INE.

El cambio en el clima modificará los patrones de flujo de agua y aire, es posible que la composición, erosión y deterioro de los suelos pueda aumentar. El estudio indica que 96.9% del territorio nacional es susceptible en grado moderado y alto a estos cambios. Se ha estimado que un 70% del territorio mexicano tiene vulnerabilidad alta y muy alta a las sequías. Igualmente, los impactos sociales de la desertificación serían muy altos debido a que las zonas que presentan una mayor vulnerabilidad coinciden con los sitios en donde se concentra la población y las actividades económicas como los casos de diversas zonas metropolitanas: Valle de Mexico, Monterrey, Guadalajara, Toluca, entre otras. Los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos depende de los cambios en volumen y calidad de los flujos de agua superficial y subterránea, de las descargas de agua de dichas corrientes, así como de la demanda y nivel de extracción para uso humano (INE y SEMARNAT, 2009). De acuerdo a éste mismo trabajo, las zonas con recursos hídricos más vulnerables al cambio climático son la región centro del país, la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago, la región de Baja California entre otras.

La globalización económica, la industrialización como motor del desarrollo económico, las transiciones económicas que han adoptado la mayoría de los gobiernos en todo el mundo hacia el neoliberalismo, las relaciones sociales del modo de producción capitalista, han puesto en evidencia una problemática inminente generada por el ser humano con respecto a la afectación del medio ambiente. Los crecimientos exponenciales de la población, la depredación de los elementos naturales renovables y no renovables, el uso irracional de fuentes energéticas, la falta de consenso en materia ambiental para reestructurar un orden social, nos ponen en una faceta de riesgo y vulnerabilidad socioambiental, lo que a su vez, exige que la sociedad y particularmente la economía mundial se atenga a unos límites ambientales y a una nueva comprensión de las necesidades de la supervivencia humana (Shiva, 2001).

Hablar de deterioro ambiental es referirse a la afectación de uno o varios de los componentes de la naturaleza: el aire, el suelo, el agua, etc., situación que afecta en forma negativa a los organismos vivos. Asimismo, es la afectación al ambiente causada como consecuencia de los actos u omisiones humanas en la realización de las actividades con incidencia en las relaciones ecológicas de la naturaleza. El efecto de los cambios al uso del

suelo y el incremento de asentamientos humanos en áreas con valor ambiental, no se puede atribuir solamente a su expansión física en el territorio o al incremento demográfico, sino a la forma de apropiación del suelo, de los ecosistemas por parte del ser humano para la generación de sus propios satisfactores. El crecimiento urbano ampliamente ligado al desarrollo industrial, la pérdida de ecosistemas, el aumento de la pobreza, la contaminación de elementos como suelo, agua y aire, y la pérdida de la biodiversidad son diferentes aspectos de una misma crisis de la relación naturaleza-sociedad<sup>77</sup>. Asimismo, las actividades agrícolas, pecuarias, forestales, pesqueras, etc., características de muchas regiones del país, son parte de un proceso de apropiación y transformación de ecosistemas por parte del ser humano, volviéndolos parte de una naturaleza modificada.

Elementos como desarrollo socioambiental y bioentrismo adquieren relevancia en cuanto a la capacidad racional del ser humano de poder lograr nuevos esquemas de organización sociales alternos al actual modelo económico que rige las formas de producción capitalistas imperantes en la mayoría del planeta, lo que pone de manifiesto la necesidad de adoptar nuevos regímenes de aprovechamiento, uso de la naturaleza, pero también nuevas lógicas de preservación, conservación de los distintos ambientes en beneficio no sólo de los seres humanos, sino también de los demás seres vivos, sobre ámbitos de acción y práctica desterritorializados y más bien biorregionales..

### **1.8 Territorio y sus tipos de propiedad**

El territorio constituye la transformación de la dimensión del espacio, es decir, es el espacio transformado, construido, delimitado política-administrativamente por el hombre. Constituye la base fundamental para las relaciones sociales de producción capitalistas y para los procesos de gestión, administración, diseño y ejecución de proyectos políticos. A su vez, es la demarcación de un elemento natural como el suelo y/o la tierra. La tierra es un elemento natural, el suelo es su concepto territorilizado, mismo que es parte elemental para el desarrollo de todas las formas de vida en el planeta. Jurídicamente, la tenencia de la tierra/suelo queda establecida a través de la propiedad. Si bien en México la ley reconoce

---

<sup>77</sup> Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberón, J., Dirzo, R., Llorente, J., Halffter, G., González, R., March, I., Mohar, A., Anta, S. and de la Maza, J. 2009. *Capital natural de México. Síntesis. Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. CONABIO, México.



tanto la pública, social y privada, básicamente sólo existen dos tipos de propiedad: pública, que corresponde a la Nación y privada, que está asociada a la apropiación que por derecho pertenece a los particulares, sean individuales (privados) ó colectivos (comunales ó ejidales).

La delimitación del territorio requiere de planeación y de sus instrumentos de ordenamiento regional, urbano, rural y ambiental, mismo que han inventariado y zonificado la tierra para ordenar los diversos usos y actividades socioeconómicas útiles para el desarrollo de las relaciones de producción capitalistas. En este mismo sentido, también es cierto, que dentro de esta visión territorial, encontramos no sólo espacios transformados y modificados por el hombre como las ciudades o el campo, sino también se delimita administrativa y jurídicamente a los ecosistemas, al grado que sus elementos naturales, muchas veces sirven para determinar las actividades productivas por medio de una especialización y de las llamadas ventajas comparativas (Barkin y King, 1970). De esta manera, los parteaguas de los ríos, las características topográficas, los bosques, las selvas, la fauna, importan por su capacidad de inserción como materias primas e insumos al modo de producción capitalista pero también como elementos de delimitación administrativa.

La definición de territorio queda establecida en el artículo 27 de la constitución mexicana, en donde su propiedad corresponde a la "Nación", la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir su dominio a los particulares, constituyendo así la propiedad privada; a su vez, el Estado tiene en todo momento el derecho de imponer las modalidades que dicte el interés público "expropiación". La propiedad privada se basa en el derecho de un individuo de excluir a otro de los beneficios de algo. Sin embargo, no puede ser entendida al margen del poder del Estado, ya que bajo el concepto de interés público, el Estado imprime un carácter subordinado y débil a la propiedad individual, en virtud de sus facultades regulatorias para restringir los derechos del aprovechamiento de la tierra (Azuela y Peter, 1993).

El concepto de la propiedad de la tierra en la legislación mexicana hace énfasis en el papel del suelo como un "recurso" natural y en el hecho de que su utilización debe beneficiar al conjunto de la sociedad. La concentración que ejerce el Poder Estatal y la ausencia de un derecho de propiedad han ocasionado que los beneficios asociados la apropiación de la

tierra-naturaleza se relacionen con vínculos políticos, administrativos, económicos o extrajurídicos entre los propietarios y el aparato estatal, sin dejar de lado la lucha y conflictos socioculturales por la tierra.

Ante el fortalecimiento de la propiedad privada en el territorio (incluidos los núcleos agrarios), la aplicación de políticas ambientales enfrenta enormes retos para la instrumentación de ordenamientos ecológicos, debido a que la territorialización del suelo por medio del diseño de límites político-administrativos tiende a “descomponer en partes” la naturaleza y los diversos procesos sociales que se despliegan sobre ésta como los procesos urbanos-metropolitanos (Barrera, 2012a).

### **1.8.1 Territorios rurales y urbanos-metropolitanos**

Existen diferentes enfoques teóricos para estudiar los fenómenos sociales y ambientales expresados en el territorio. Entre los principales enfoques teóricos se encuentran los que parten de la distinción entre los asentamientos humanos rurales y urbanos. Estos enfoques plantean la existencia de dos tipos de sociedades, una tradicional y otra urbana; cada una caracterizada por una serie de abstracciones lógicas, absolutas y excluyentes que conducen a la formación de un esquema teórico correspondiente a una sociedad dicotómica (Trejo, 2006).

De esta última categoría, se desprenden los grandes asentamientos humanos, que más que describirse como localidades únicamente urbanas, presentan ciertas características que permiten considerarlos como metropolitanos. Para Unikel “el fenómeno metropolitano puede presentarse en cualquier tamaño de ciudad, siempre y cuando ésta genere suficiente actividad económica como para integrar social y económicamente sus áreas circundantes” (Unikel, 1976: 124), de modo que las economías diversificadas de la ciudad central y periféricas satisfagan las necesidades de su población en los distintos órdenes jerárquicos traducidos en una contiguidad<sup>78</sup> que se puede visualizar por medio de contornos en que

---

<sup>78</sup> La contiguidad es un criterio que utiliza a las UPA como parte de una ZM siempre que sean contiguos al municipio en donde se ubica la CC ó a otro municipio que sea metropolitano (ya sea del segundo ó tercer contorno) pero con características urbanas y que tenga una parte importante del AU de la ciudad (Unikel, 1976).

están constituidas diversas metrópolis<sup>79</sup> como Valle de México, Guadalajara, Monterrey, Toluca entre otras.

De acuerdo a INEGI y su Marco Geoestadístico Nacional (MGN) una localidad urbana “es aquella que tiene una población igual o mayor a 2500 habitantes o es cabecera municipal, independientemente del número de habitantes registrado en el último Censo o Censo Nacional de Población y Vivienda”, definición muy vaga si consideramos que existen muchas más variables para lograr diferenciar un territorio de otro (urbano-rural). Asimismo, el MGN define a una localidad rural cuando tienen menos de 2500 habitantes y no son cabeceras municipales (MGN, 2006).

Por su parte, cuando se habla de rural se define como el territorio determinado por las relaciones de producción y las interacciones de una población con otros espacios territoriales, cuyas actividades principales son las elementales, consistentes en la explotación de productos agropecuarios, muchas veces para autoconsumo, pero también para la venta a otros centros de población o regiones, con los cuales se tiene una permanente interacción ya sea con el medio urbano o núcleos centrales a los que van dirigidos dichos productos “tocándole al medio rural el papel de sumisión dentro de este ciclo de interdependencia (Guzmán; 1991: 16)”.

Asimismo en el ámbito rural la densidad poblacional es menor que en las ciudades, la presencia de actividades agrícolas es predominante, no así la cobertura de ciertas infraestructuras y equipamientos (que en las ciudades su presencia es casi total) que comprenden a los llamados equipos colectivos de servicios públicos. De allí que el predominio de la actividad agrícola no sólo es lo que caracteriza a la comunidad rural, además, la magnitud de la población de la localidad y la densidad de población son variables que pueden definirla, mismas que guardan relación directa con ciertos patrones

---

<sup>79</sup> Por zona metropolitana (ZM) se entiende la extensión territorial que incluye a la unidad político administrativa (municipio o delegación, según sea su caso) que contiene a la ciudad central y a las unidades político administrativas contiguas a ésta que tienen características urbanas, tales como sitios de trabajo, o lugares de residencia de trabajadores dedicados a actividades no-agrícolas, y que mantienen una interacción socioeconómica directa, constante e intensa con la ciudad central y viceversa (Unikel, 1976).

socioambientales, de ubicación geográfica y también de ciertos quipos de servicios públicos (Ramos, 1972).

En la sociedad rural encontramos diversos actores/agentes sociales definidos por las familias de campesinos<sup>8</sup> y su modo de producción y de vida; los núcleos agrarios, ejidos y comunidades agrícolas, ganaderas y forestales; los jornaleros agrícolas sin predio; las organizaciones e instituciones agrarias; los propietarios privados; los productores transnacionales; las empresas agropecuarias; y los profesionistas ligados al campo. Asimismo involucra presencia de instituciones, clases y mercado.

Una de la problemáticas en relación al campesinado en México tiene que ver con que no se explica a los campesinos en términos de una clase social, tal y como se hace con el trabajador asalariado que puede ser entendido en relación con el capital, ni tampoco da cuenta de la complejidad y diversidad de situaciones que actualmente viven los campesinos y que están directamente relacionadas con las especificidades de cada país y región, de acuerdo a su propia evolución social e histórica (Redfield, 1956). Además, habría que aclarar que gran parte de la producción agropecuaria de la sociedad rural de un país, como el caso de México es para autoconsumo y no comercial.

El territorio rural (por su carácter y su dedicación a la agricultura, entre otras actividades) sufren una serie de condicionantes ecológicas; ya que no todos los climas, ni todos los suelos son aptos para cualquier tipo, ni técnica de cultivo. Además, tienen unos condicionamientos demográficos. A medida que la población rural aumenta la dependencia del ser humano con su naturaleza y elementos inmediatos como la tierra, el agua, selvas, etc., es más notable. En las situaciones más graves se puede pasar de una agricultura intensiva a una agricultura extensiva: intensificar el uso del suelo e incluso cambiar su uso, roturar territorio de bosque o selva, requerir más cantidad de agua e, incluso se podría reorganizar la estructura social; o se asumirá una nueva tecnología de cultivo, lo que indiscutiblemente incidirá de manera negativa en los elementos naturales existentes.

### **Reestructuración económica: neoliberalismo y problemática agraria**

En 1976, ante la recesión económica, el pago de la deuda externa y devaluación monetaria, el Fondo Monetario Internacional presionó al gobierno mexicano para que reemplazara su política keynesiana proteccionista por una de corte monetarista, cuestión que no ocurrió del todo, debido al *boom* de las rentas petroleras y el crecimiento de la economía registrado en esos años, y que se sustentó en la explotación de la fuerza de trabajo, al estar el salario nominal por debajo de la inflación (Pradilla, 1993).

Es en la década de los ochenta, cuando se da el paso total de un modelo proteccionista a uno neoliberal, a causa de diversos factores como: el estancamiento y envejecimiento de la planta productiva y su baja productividad; el estancamiento del sector agrario; en términos internacionales la profunda recesión que también contagio a los países avanzados, disminuyendo su capacidad de adquirir productos de otros países; la agudización de la contradicción estructural de la balanza comercial, que en México se reflejó en una menor exportación de sus productos lo que derivó en la imposibilidad de adquirir bienes de capital necesarios para el sector productivo interno; la caída de los precios del petróleo y de materias primas; el incremento de las tasas de interés; la fuga de capitales, cuestiones que fueron detonante del agotamiento y crisis que obligaron al gobierno mexicano a realizar el ajuste del modelo económico (Pradilla, 1993; Hiernaux, 1998).

La crisis, bajo sus distintas expresiones sociales y económicas, contribuyó a acrecentar el proceso de urbanización en muchas de las ciudades del país. La expropiación de tierras agrarias por caciques, burócratas, terratenientes; la proletarización de permanente o temporal de la población campesina; el crecimiento demográfico que no podía ser absorbido por la pequeña propiedad transformándose en población excedente; la fragmentación del ejido y la pauperización del campesinado parcelario, derivó en una continua expulsión de población del campo a las ciudades, no solo mexicanas también norteamericanas (Pradilla, 1993).

Con la modificación del artículo 27 y Ley de Reforma Agraria a fines de 1991, dichas políticas han permitido la enajenación legal de tierras en los núcleos agrarios y aperturar las puertas al mercado del suelo urbano (Pradilla, 1993; García M., 1993; Hiernaux, 1998; Calva, 2004). A su vez, la firma del Tratado de Libre Comercio con América del Norte

(TLCAN), ha agravado la problemática en el campo, abandonado los objetivos de seguridad alimentaria y la autosuficiencia, así como la protección estatal hacia los productores que desde hace décadas regulaba las políticas agrícolas (García Z., 2002).

Los núcleos agrarios, los cuales representan más del 50% del territorio con poco más de 1 millón de km<sup>2</sup>, se han visto rebasados por las necesidades de supervivencia, por la especulación inmobiliaria, la incursión de las actividades agroindustriales, el aumento de la actividad pecuaria, el avance urbano-metropolitano consistente en el incremento de asentamientos humanos, actividades comerciales y de servicios, así como industriales. A inicios de 2010, de los 112 322 757 habitantes que hay en México, el 22.2% se encuentra en zonas rurales, mientras que el 77.8% en ciudades o en zonas que anteriormente eran poblados rurales, esta última, es una tendencia que sigue incrementándose (Barrera, 2013a). En México es algo evidente la incursión del sistema de mercado bajo las formas capitalistas de producción en el campo. Esto ha llevado a su heterogeneidad productiva que distingue por un lado, la producción agroindustrial, y por el otro a las formas de organización agrícola tradicional, mismas que pierden terreno en términos físicos y jurídicos. Asimismo, la riqueza natural se ha puesto en bandeja de oro al capital privado nacional y extranjero, incluyendo estas formas parcelarias de producción (ejido y comunidades agrarias<sup>80</sup>).

Como se ha dicho, desde principios de 1980 el sector agropecuario ha estado sujeto a una política de ajuste económico que ha significado: la reducción de la participación del Estado en la promoción del desarrollo económico sectorial; la apertura comercial unilateral y abrupta que fue lograda mediante la inclusión completa del sector agropecuario en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN); la reforma de la legislación agraria que suprimió el carácter inalienable, inembargable e imprescindible de la propiedad campesina ejidal y comunal, lo cual resulta en contra de los postulados básicos de la revolución mexicana, abriendo múltiples vías para la inserción del capital privado nacional y extranjero en el ámbito rural caracterizado por los núcleos agrarios.

---

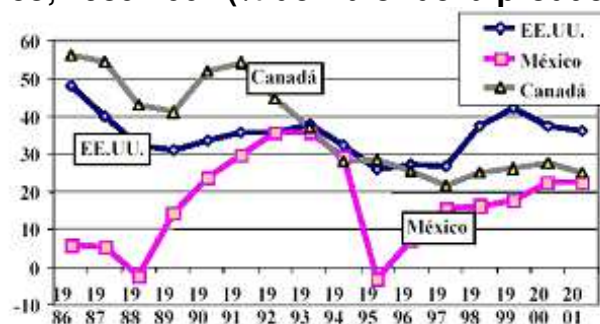
<sup>80</sup> De acuerdo al Registro Agrario Nacional (RAN) constituyen poco más de la mitad del territorio mexicano. De acuerdo a la Comisión Nacional Campesina (CNC) en México existen 31 480 ejidos y comunidades agrarias pertenecientes a 3,100,000 sujetos agrarios mismos que poseen 103,000,000 de hectáreas, lo que representa el 53 por ciento del territorio nacional (CNC, 2009).

Uno de los instrumentos para insertar las tierras agrarias al modelo neoliberal y privatizador es empobreciendo a sus poseedores y convencerlos de que se deshagan de sus tierras (Pradilla, 1993; García M., 1993; Gómez y Schwentesius, 2002; Calva, 2004). Por ese motivo se suprimieron los apoyos productivos, se les endeudó y crearon subsidios de hambre; mientras tanto se establecieron líneas de crédito blandas para los agricultores que quisieran comprar o rentar tierras (Gómez y Schwentesius, 2002).

La nueva institucionalidad neoliberal forma parte de un trabajo dirigido a modernizar la agroindustria capitalista, para dejar al margen la agricultura tradicional campesina. Con la firma del TLCAN (1994) se ha profundizado la crisis de la economía mexicana y ha crecido la pobreza en el campesinado, en gran medida, por las disparidades en la dotación de recursos naturales, niveles tecnológicos, capitalización de productores, apoyos y subsidios, etc., entre Estados Unidos (E.U.) Canadá y México; los costos de producción no competitivos en el país, por precios mayores de insumos: diesel, energía eléctrica, costos financieros, etc.; los mayores costos de transacción por la deficiente y mala infraestructura de carreteras y de almacenamiento, falta de información, etc.; la desigualdad jurídica y mala negociación para México debido a que E.U. dispone de mayor capacidad y poder de negociación, así como éste último firmó un Free Trade Agreement, es decir un: Acuerdo, mientras que México firmo un: Tratado (con carácter de ley), de ello se derivan márgenes jurídicos para la revisión del TLCAN (Gómez y Schwentesius, 2002; Calva, 2004).

Antes del TLCAN los niveles de apoyo en E.U. y Canadá fueron mucho mayores que en México, y hasta el 2001, el 33% del valor de la producción agropecuaria de E.U. fue subsidiada y en México solamente el 16%, asimismo, la productividad de un trabajador agrícola de E.U. es 18 veces mayor (US\$39,000) que la de un trabajador mexicano (U\$2,164) de acuerdo al Banco Mundial (Gómez y Schwentesius, 2002).

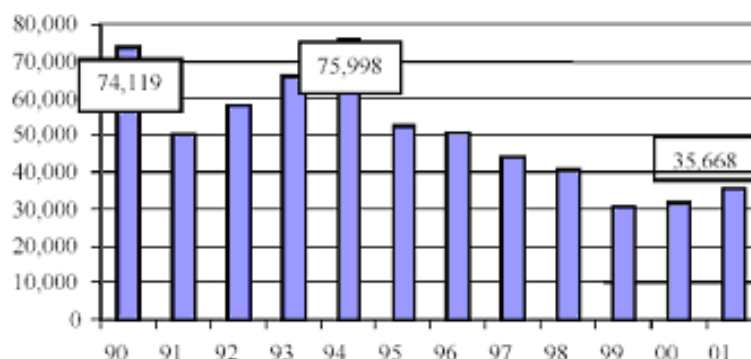
**Grafico \_ . Estimación de los apoyos a la agricultura en Estados Unidos, Canadá y México, 1986-2001 (% del valor de la producción)**



Fuente: Tabla elaborada por Gómez Cruz, Manuel Ángel y Schwentesius Rindermann, Rita (2002: 5), por medio de datos de la OECD, 2000.

Para el Consejo Nacional Agropecuario (CNA), los resultados del impacto del TLCAN son más dramáticos de lo previsto. El presupuesto al sector agropecuario y pesca se redujo, en números reales, continuamente en el periodo 1990-2002 de 75,998 millones de pesos en 1994, año de inicio del Tratado, a menos de 50% en el año 2001.

**Grafico \_ . Presupuesto real para el desarrollo rural, 1990-2002 (millones de pesos de 2001)**



Fuente: Grafico tomado de Gómez Cruz, Manuel Ángel y Schwentesius Rindermann, Rita (2002), por medio de datos del Consejo Nacional Agropecuario (CNA), octubre 2000.

El sector agroalimentario en su conjunto tiene una competitividad negativa en la región del TLCAN. Definitivamente la desigual competencia de dos economías con presupuestos y estructuras productivas totalmente dispares, se ha traducido en un aumento de las importaciones de diversos productos agrícolas lo que a su vez se ha reflejado en el desplazamiento de los productores nacionales, desempleo en el campo, propiciando a su vez, la desaparición de los pequeños productores (Gómez y Schwentesius, 2002).



De acuerdo a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el campo mexicano se encuentra en una “crisis” desde 1988, a consecuencia de las políticas agropecuarias impuestas a partir de entonces, pues dieron una “variación radical” a su antiguo rumbo. Para este organismo, con dichas políticas se abandonaron los objetivos de seguridad alimentaria y la autosuficiencia, así como la protección estatal hacia los productores que desde hace décadas regulaba las políticas agrícolas (Calva, 2004).

La CEPAL destaca entre los principales ejes sobre los que giró esa reforma fueron la reestructuración del crédito rural; la privatización de las empresas productoras de insumos; la eliminación de los subsidios por la vía de los créditos y de los insumos; la supresión de los precios de garantía; el retiro de la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO) como principal instrumento de comercialización y aprovisionamiento a bajo precio de materias primas a la industria agroalimentaria y bienes de consumo básico para los sectores mayoritarios, la eliminación de los permisos de importación, con la reducción de los aranceles y la creación del Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO).

El campo mexicano ha sido objeto de una serie de políticas que lo han llevado a ser un sector económico diferenciado entre quienes tienen los apoyos y la capacidad productiva económica para poder competir con los mercados, y quienes han sido relegados, saqueados, desterrados y que se sumen en la pauperización de sus condiciones y formas de vida, sin la capacidad de poder sobrevivir en un sector manejado bajo una lógica de desarrollo agropecuario inequitativo. De acuerdo a Pradilla (1993: 47) “la tendencia al sometimiento de las condiciones generales de la reproducción de la población a un “libre” mercado controlado hegemónicamente por los grandes monopolios, particularmente transnacionales, significa que solo quienes constituyan demanda solvente para los bienes y servicios podrán acceder a ellos, lo cual excluye a aquellos cuya capacidad de compra resulte insuficiente”.

La desigual competencia de la oferta, calidad y precios de productos extranjeros, la infertilidad de la tierra, el retiro de apoyos del estado y el privilegio de éste para con los grupos privados y organizaciones campesinas cooptadas políticamente, las afectaciones ambientales y sociales ocasionados en los últimos años por los modelos de crecimiento

económico insostenibles desde el punto de vista ambiental y desventajosos para la población campesina, los bajos rendimientos en la producción, el empobrecimiento de los campesinos, han propiciado su descomposición, que finalmente se traduce en la desatención y abandono, dejando libre tránsito a la agricultura capitalista subsidiada, tecnificada y gozosa de apoyos por parte del estado.

### **La contra-reforma al artículo 27º constitucional, el PROCEDE y FANAR**

En México existen 31,480<sup>81</sup> núcleos agrarios (NA): ejidos y comunidades agrarias<sup>82</sup>, los cuales poseen una superficie superior al 50% del territorio con poco más de 1 millón de km<sup>2</sup> (El Financiero, 2009), mismos que han estado expuestos a una constante presión, ya sea por sus necesidades de supervivencia (ante la falta de apoyos al campo y su empobrecimiento), por la especulación inmobiliaria e invasiones, la incursión de las actividades agroindustriales, el avance urbano-metropolitano, así como por políticas diseñadas para su privatización.

El cambio de modelo económico de corte neoliberal a partir de los ochentas, significó el diseño de políticas con miras a privatizar y desregular las instituciones, paraestatales, infraestructuras y liberalizar la economía. Las reformas al Artículo 27<sup>83</sup> constitucional que significaron la cancelación del contrato social agrario signado por la Revolución Mexicana y que va en contra de los postulados básicos de dicho movimiento social (Pradilla, 1993: 64), derivaron en la reforma a la Ley Agraria de 1992.

Esto a su vez, significó en los hechos: “1) El fin de todo reparto o dotación agraria; 2) la apertura al mercado, de las tierras de propiedad social -ejidal o comunal- quitándoles su carácter de invendibles, inembargables, e imprescriptibles; permitiendo y fomentando su conversión a

---

<sup>81</sup> Periódico *El Financiero*, 15/12/2009.

<sup>82</sup> De acuerdo al Registro Agrario Nacional (RAN) constituyen poco más de la mitad del territorio mexicano. De acuerdo a la Comisión Nacional Campesina (CNC) en México existen 31 480 ejidos y comunidades agrarias pertenecientes a 3,100,000 sujetos agrarios mismos que poseen 103,000,000 de hectáreas, lo que representa el 53 por ciento del territorio nacional (CNC, 2009).

<sup>83</sup> El texto original del artículo 27 contenía como principio básico, la patrimonialidad de los recursos naturales, otorgándole a la Nación el carácter de propietaria originaria de las tierras y aguas, del subsuelo y de los mares, bajo una intuitiva perspectiva ecológica (Toledo V., 1994). El artículo 27º producto del movimiento revolucionario de 1910-1920 impulsado por miles de indígenas y campesinos que se levantaron en armas, respuesta al histórico despojo de tierras y territorios, sufrido por los pueblos desde la conquista española y que, el Estado mexicano independiente, no sólo no resolvió, sino lo agravó al decretar e instrumentar las Leyes de Desamortización (1856) y de Deslinde (1875) entre otras.

propiedad privada individual y su incorporación a sociedades mercantiles por acciones; 3) la creación de condiciones que fomentan la aparición de un neolatifundismo, al permitir legalmente, que las sociedades mercantiles por acciones puedan ser propietarias de predios y fomentar una inversión masiva de capital nacional y extranjero en el sector agropecuario (Pradilla, 1993: 65)".

Estas contrarreformas, concertadas por el gobierno de Salinas únicamente con las cúpulas de organizaciones campesinas oficialistas y de oposición cooptadas, aglutinadas entonces en el llamado Congreso Agrario Permanente (CAP)<sup>84</sup>, además de violar con ello los derechos de consulta y desinformación, han significado además de una violación a los derechos a la tierra, al territorio, a la propiedad y a la vida digna de los pueblos establecidos (García M., 2006).

A lo anterior, las reformas al artículo 27 constitucional y a la Ley Agraria derivaron en la creación de mecanismos institucionales de incorporación de tierras agrarias al mercado del suelo urbano como el diseño del Programa de Certificación de Derechos Ejidales (PROCEDE<sup>85</sup>), Programa de Incorporación de Suelo Social al Desarrollo Urbano (PISO) y más recientemente el Fondo de Apoyo para Núcleos Agrarios sin Regularizar (FANAR).

El PROCEDE, nació del artículo 56 de la Ley Agraria, programa que, desde la visión institucional, buscó dar certeza y seguridad jurídica en la tenencia de la tierra a los integrantes de los NA, mediante la entrega de certificados parcelarios y/o certificados de derechos sobre tierras de uso común, o ambos, según sea el caso, así como los títulos de solares urbanos, a favor de todos y cada uno de los individuos pertenecientes a un ejido (Olivera, 2005). Parte fundamental de este programa es otorgar título de propiedad de los terrenos a los ejidatarios, cuestión que ha legalizados los procesos de compra-venta de suelo agrario. De este modo, el PROCEDE es el

---

<sup>84</sup> Los días 25 y 26 de mayo de 1989 se constituyó formalmente el CAP, con la CNC, CCI, CAM, UGOCM-JL y con firmantes del CAU, como la CIOAC, UGOCP, UNTA, UNORCA, CODUC, M-400 Pueblos, CCC, y Alcano. Las integrantes del CAU que decidieron no participar fueron la CNPA, FDCCCh y CNPI.

<sup>85</sup> Entre los objetivos del PROCEDE es: 1) Dar certeza jurídica en el campo, que permita un desarrollo y productividad a partir de las premisas de libertad y justicia, llevando al campo los instrumentos que permitan garantizar la seguridad en la tenencia ejidal; 2) Es un Programa "totalmente voluntario y gratuito, que atiende a las comunidades y ejidos a solicitud de parte, bajo la premisa de estricto respeto a la voluntad de los núcleos agrarios"; 3. La operación del PROCEDE "se sustenta en la organización de ejidatarios y comuneros, lograda a través de asambleas, apegadas al marco jurídico establecido en la Ley Agraria (Art. 23) y en su reglamento (Título Segundo)".

primer paso para que los integrantes de un ejido pasen al denominado “régimen de dominio pleno” que es cuando legalmente los ejidatarios se convierten, ya en propietarios privados individuales de su parcela y de su terreno urbano (solar), muchos de estos vendiéndose e integrándose al desarrollo urbano y para actividades privadas (Pradilla, 1993; Gómez y Schwentesius, 2002; Calva, 2003; Olivera, 2005; García M., 2006). Si bien el PROCEDE era “voluntario” por ley, la Procuraduría Agraria (PA) con base en presiones, corrupción, chantajes y las mismas políticas económicas que han empobrecido aún más al campesinado el gobierno se encargó de imponerlo en la mayoría de los NA del país (García M., 2006).

El **PISO** que era el mecanismo subsecuente al PROCEDE por medio del cual, y una vez teniendo la certificación y el “título de propiedad de la tierra”, el campesino podía realizar los trámites para incorporar legalmente sus terrenos pertenecientes al régimen agrario al desarrollo urbano. Con esto se impulsa la venta de tierras de tenencia social al mercado del suelo urbano, por lo que las tierras ejidales que rodean a la mayor parte de las ciudades o poblados en México sólo podían incorporarse a estos mediante el mercado ilegal de suelo<sup>86</sup>. De este modo la reforma de la legislación agraria suprimió el carácter inalienable, inembargable e imprescindible de la propiedad campesina ejidal y comunal, a su vez va en contra de los postulados básicos de la revolución mexicana, abriendo múltiples vías para la inserción del capital privado nacional y extranjero en el ámbito agrario (Pradilla, 1993; Olivera, 2005<sup>87</sup>; García M., 2006). Asimismo, entre los mecanismos para insertar las tierras agrarias al modelo neoliberal y privatizador es empobreciendo a sus poseedores y convencerlos de que se deshagan de sus tierras; por ese motivo se suprimieron los apoyos productivos, se les endeudó y crearon subsidios paupérrimos (Pradilla, 1993; García M., 1993; Gómez y Schwentesius, 2002; Calva, 2004).

---

<sup>86</sup> Antes de la reforma de 1992, se utilizaba y aún se utiliza, la vía de la expropiación por conducto de la CORETT, básicamente como un proceso correctivo, para regularizar los asentamientos humanos constituidos de manera irregular en tierras de propiedad social.

<sup>87</sup> Guillermo Olivera, 2005. *La reforma al artículo 27 constitucional y la incorporación de las tierras ejidales al mercado legal del suelo urbano en México*, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM, Cuernavaca, Morelos, consultado en: <http://www.ub.edu>.

Después de catorce años, el 92% de los ejidos y comunidades agrarias del país se inscribieron al PROCEDE, por lo cual se consideró conveniente declarar su fin, al publicarlo en el Diario Oficial de la Federación el 17 de noviembre de 2006. El 8 % restante, es decir 2 mil cuatrocientos NA que lograron resistir a mentiras, presiones y chantajes, evitando que sus territorios se privatizaran, han visto el surgimiento de un nuevo programa: Fondo de Apoyo para Núcleos Agrarios sin Regularizar (FANAR). De este modo, la SRA busca dar continuidad a los trabajos de certificación y titulación, de acuerdo con lo dispuesto en la Ley Agraria y su Reglamento en Materia de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares. Este instrumento se fundamenta en las mismas leyes, reglamentos, objetivos y procedimientos (jurídicos y administrativos) que el PROCEDE, y su objetivo es aplicarse en los aproximadamente mil 200 NA que no fueron certificados (RAN, 2006).

La certificación tienen como dádiva la condonación de pago de derechos de dicho trámite, y la promoción de “beneficios” como el abatimiento a la incertidumbre sobre la legal posesión de la tierra agraria, así como la posibilidad de acceder a programas sociales, productivos y de fomento agropecuario, pese a que muchos de éstos son otorgados y/o condicionados con fines político-partidistas, y muchas veces los procesos de producción y fomento agropecuario se han traducido en un enorme deterioro de los ecosistemas por las tecnologías-insumos que conllevan (Olivera, 2005).

A lo anterior, los sistema productivos en el campo, también tienen consecuencias ambientales sobre los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren en la naturaleza. Estas alteraciones no se evidencian de manera local o regional como anteriormente sucedía, sino han adquirido una dimensión global, en donde el cambio climático ha ido modificando y afectando los ecosistemas en distintas latitudes (Shiva, 2001). Esto a su vez, se traduce en una alteración de territorios rurales y urbanos, en donde se dan en gran parte procesos socioeconómicos y en donde se genera, principalmente, la contaminación, degradación y erosión de suelos, modificación a los regímenes de precipitación, variabilidad de la temperatura, destrucción de la capa de ozono, etc.

A partir de la adopción del modelo económico neoliberal y a las reformas a la Ley Agraria las áreas rurales, han experimentado cada vez mas, la incursión del capital privado en los procesos de

producción agrícola, caracterizándose por una mayor tecnificación, misma que se traduce en el aumento de la producción, pero también de los efectos ambientales. De este modo, surge la necesidad de incorporar una visión de desarrollo sociambiental que no se supedita a hacer sostenibles los procesos económicos, sino más bien se logre contrarrestar los procesos de destrucción ecológica y degradación de la naturaleza. La comprensión de los fenómenos de la realidad rural conlleva el entendimiento de las características generales del ecosistema así como de los sistemas productivos en el campo, mismos que se fundamentan en la riqueza natural y en las formas de organización y producción de la sociedad que las practica. Desde el punto de vista de la producción, el analizarla requiere de una conceptualización de procesos íntegros en un sistema en donde las actividades humanas se desarrollen sobre una base de aprovechamiento natural racional y sostenible.

Los agrosistemas, agroecosistemas, sistemas de manejo, sistemas tecnológicos, etc., son una forma concreta de uso y transformación de un ecosistema, y junto a las actividades productivas, dadas en una temporalidad definida, distinguen un conjunto de factores inmodificables en el corto plazo, tanto de carácter ecológico, socioeconómico y cultural; estos factores inmodificables determinan la lógica y el funcionamiento de los sistemas y condicionan las posibilidades y potencialidades de aprovechamiento por lo que se pueden usar como factores de diagnóstico para definir y determinar los límites del sistema y su nivel de afectación.

Por otra parte, la incursión del sistema de mercado bajo las formas capitalistas de producción en el campo, es algo más que evidente en la actualidad en México. Esto ha llevado a una heterogeneidad productiva del campo que distingue por un lado, la producción agrícola capitalista, y por el otro a las formas de organización agrícolas tradicionales, mismas que han ido perdiendo terreno en términos físicos y jurídicos ante un mayor dinamismo socioeconómico secundario y terciario en muchas ciudades del país.

Como ya se ha visto, a inicios de 1980 con el cambio de modelo económico durante la gestión de Miguel de la Madrid (1982-1988) derivó en la privatización de empresas y entidades paraestatales, así como en la disminución de los aranceles al comercio exterior, iniciando una transición de una economía cerrada a una abierta y que repercutió en una grave crisis

socioambiental y empobrecimiento de la mayoría de la población: para diciembre de 1989 el valor real del salario mínimo era de solamente 42.6% del nivel alcanzado en 1976; el desempleo abierto casi se triplicó entre 1982 y 1987 pasando de 6.7% a 17.8% y el porcentaje de participación de los salarios de la economía disminuyó 9.3% en ese mismo periodo la reducción del gasto social agravó el deterioro del ingreso real; de 1986 a 1988 el gasto social descendió 28% (Castro, 2001).

Este cambio de modelo económico ha significado el diseño de políticas con miras a privatizar, desregular las instituciones, paraestatales, infraestructuras y liberalizar la economía. Asimismo, la biodiversidad natural se ha puesto en bandeja de oro al capital privado nacional y extranjero, incluyendo las formas parcelarias de producción campesinas de los NA, mismos que de acuerdo al Registro Agrario Nacional (RAN) constituyen poco más de la mitad de todo el territorio mexicano (1,900,000 km<sup>2</sup>). En este sentido y desde la visión capitalista-economicista, más de 1 millón de km<sup>2</sup> en donde existe *recursos* naturales (agua, madera, minerales, gravas, etc.) de gran valor para los procesos de producción del capital, no pueden estar en manos indígenas campesinas sino más bien deben ser usados, explotados y sus ecosistemas devastados, con el objetivo de lograr un desarrollo económico que beneficie a unos cuantos, como actualmente sucede en distintas regiones del país.

---

# CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SIERRA DE LAS CRUCES

## Introducción

La Sierra de las Cruces forma parte del Eje Volcánico Transversal (EVT) el cual atraviesa el centro del país desde el océano Pacífico hasta el Golfo de México. A su vez, la Sierra representa el parteaguas de tres cuencas hidrológicas distintas: Cuenca Río Lerma (CRL), Cuenca Río Balsas (CRB) y Cuenca del Valle de México (CVM).

En esta capítulo hemos decidido, antes de entrar directamente en la caracterización socioambiental de la Sierra, realizar una aproximación macrosistémica, es decir, desde una escala más amplia que describa las regiones y subregiones hidrológicas en donde se ubica y hacia donde se vierten sus aguas, los ecosistemas y su biodiversidad, entre otros elementos existentes en las regiones hidrológicas. Posteriormente, nos enfocaremos en describir los sistemas metropolitanos ubicados de manera periférica, para finalmente caracterizar sociocultural, económico, político, ambientalmente el ecosistema Sierra de las Cruces.

### 2.1. Regiones hidrológicas e hidrográficas

La comprensión de los diversos fenómenos sociales que derivan casi inevitablemente en el deterioro de los ecosistemas en cualquier región del país, a distintas escalas y magnitudes, debe traspasar las delimitaciones político-económicas, con la finalidad de entender los diversos fenómenos socioambientales desde una perspectiva geográfica como el enfoque por Cuencas Hidrológicas<sup>1</sup> o a un nivel un poco menor como el de las subregiones hidrológicas y el biorregionalismo.

---

<sup>1</sup> Una *Cuenca Hidrológica* es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas –aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad-, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en



Como unidad geográfica, la cuenca funciona como un sistema, dinámico y abierto; sin embargo, esta unidad no encierra la idea de homogeneidad, por lo que el gran reto para la caracterización del medio biofísico consiste en delimitar unidades ambientales homogéneas donde se pudiese realizar una caracterización integral de sus componentes naturales. Como ya se ha comentado la SC es un ecosistema que vierte sus aguas hacia tres cuencas: CRL, CVM y CRB, las dos primeras de tipo endorreico<sup>2</sup> y la última de tipo exorreico<sup>3</sup> (Barrera, 2012).



La información sobre el tipo de elementos naturales que caracterizan a las cuencas tiene un alto potencial para el apoyo de estrategias para su mejor aprovechamiento. La diversificación en el aprovechamiento de los beneficios que proveen los ecosistemas y un manejo adecuado de los “recursos” naturales, en teoría, permitirían detener el deterioro al que están sometidos sus ecosistemas y fortalecer así el funcionamiento de las regiones hidrológicas. Lamentablemente, pese a la gran información geográfica y ambiental

donde las aguas forman una unidad diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. Por otra parte, una *Cuenca Hidrográfica* es una unidad natural definida por la existencia de una división de las aguas en un territorio dado. Las cuencas hidrográficas son unidades morfológicas superficiales. Sus límites quedan establecidos por la división geográfica principal de las aguas de las precipitaciones pluviales; también conocido como “parteaguas”. El parteaguas, teóricamente, es una línea imaginaria que une los puntos de máximo valor de altura relativa entre dos laderas adyacentes pero de exposición opuesta; desde la parte más alta de la cuenca hasta su punto de emisión, en la zona hipsométricamente más baja. En el territorio nacional se han identificado 1,471 cuencas hidrográficas (INEGI-INE-Glosario-CONAGUA).

<sup>2</sup> Es un área en la que el agua no tiene salida fluvial hacia el mar (CONAGUA: [smn.cna.gob.mx/glosario](http://smn.cna.gob.mx/glosario))

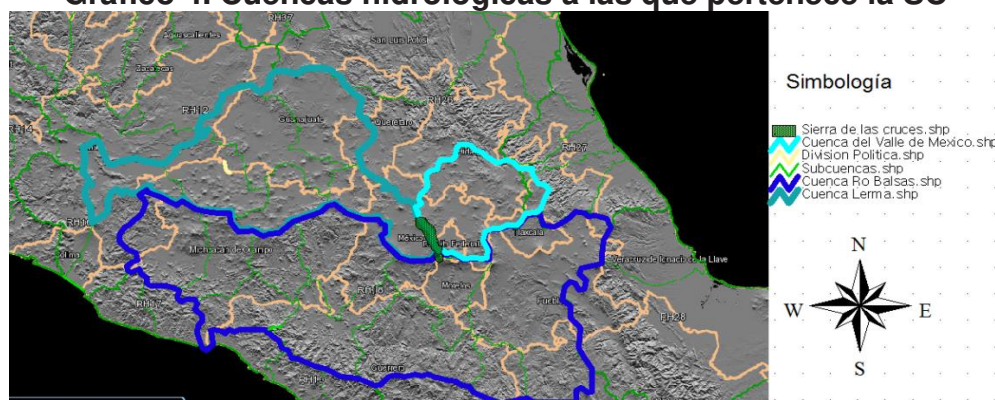
<sup>3</sup> Son regiones cuya cuenca hidrográfica se halla en comunicación con otra forma de agua continental, con algún mar, u océano (CONAGUA: [smn.cna.gob.mx/glosario](http://smn.cna.gob.mx/glosario)).

existente sobre diversos ecosistemas ubicados en diferentes cuencas y regiones hidrológicas, la tendencia sobre su deterioro e inadecuado aprovechamiento continúa agravándose.

En una cuenca podemos encontrar una gran diversidad de rasgos naturales y socio-culturales, en parte, al espacio geográfico tan amplio que representa. Lo que si permite el enfoque por cuencas hidrológicas, es identificar una variedad de elementos interrelacionados (naturales, topográficos, climáticos, poblacionales, culturales, económicos, etc.), y su relación con elementos endógenos y exógenos los cuales no se pueden comprender si la totalidad de sus partes. Este enfoque nos da la posibilidad de identificar ejes esenciales de investigación con los cuales se logre conocer y comprender problemáticas y procesos de transformación derivado de las diversas actividades socioeconomicas dadas a su interior.

A lo anterior, es que resulta muy importante conocer las cuencas hidrológicas en donde se encuentra situada geográficamente la SC, con el objeto de entender este ecosistema como parte de un sistema mayor compuesto por estructuras geo-hidrológicas. Como hemos dicho, la superficie de la SC se extiende sobre parte de las cuencas Lerma-Chapala, Valle de México-Tula y una mínima porción sobre la cuenca del Río Balsas<sup>4</sup> (CONAGUA, 2010; Barrera 2012).

**Grafico 4. Cuencas hidrológicas a las que pertenece la SC**



Fuente: elaboración propia con base en información consultada en INEGI: [http://antares.inegi.org.mx/analisis/red\\_hidro/SIATL/](http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/), 2011. INE: <http://cuencas.ine.gob.mx/cuenca/>

<sup>4</sup> La superficie total de estas 3 cuencas equivale al 9.8 % del territorio nacional es decir, cerca de 193,309 km<sup>2</sup>, abarcando porciones del territorio de entidades como Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Jalisco, Hidalgo, Guanajuato, Querétaro, Tlaxcala, Puebla, Veracruz, Morelos, EM y DF

### **2.1.1 Cuenca del Río Lerma**

La cuenca del Río Lerma (CRL) tiene un área de 53,591 km<sup>2</sup> de superficie distribuida sobre partes de los estados de México, Guanajuato, Querétaro, Michoacán y Jalisco, lo que representa poco más del 3% del territorio nacional y es considerada como una de las más importantes de México ya que, en 2010, dentro de su área se asienta cerca del 16% de la población del país y produce el 31% del valor agregado censal bruto de la industria, aunque al mismo tiempo mantiene un alto índice de marginación y densidades poblacionales fuertemente contrastantes (Dirección de Manejo Integral de Cuencas Hídricas-INE 2003) (**Véase gráfico Cuenca del Río Lerma**).

#### **Cuenca alta del río Lerma**

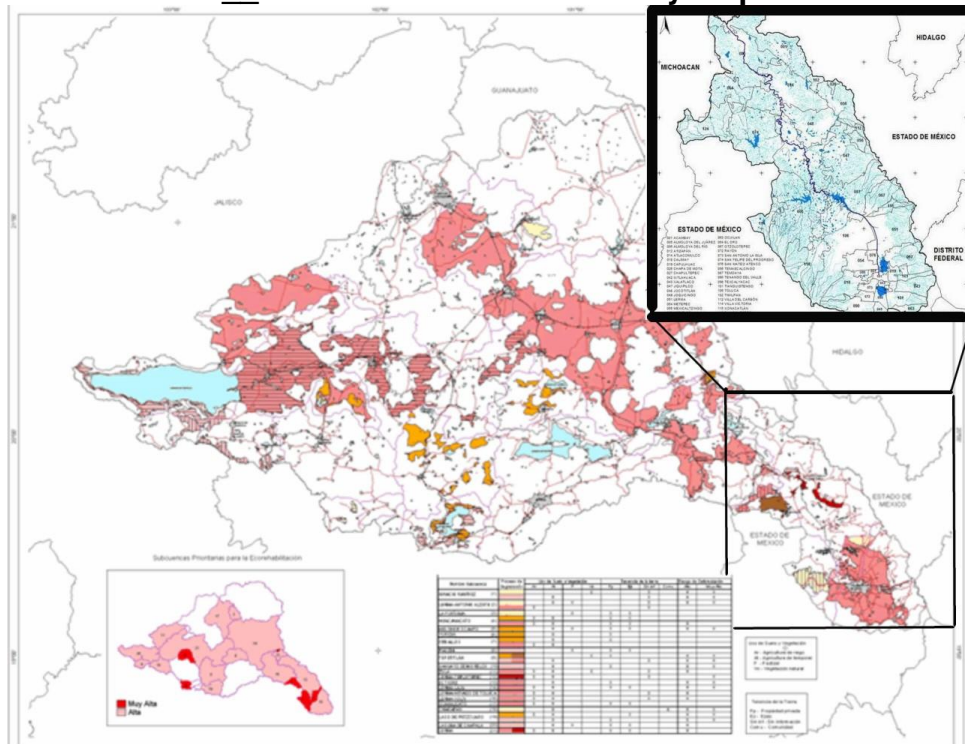
La cuenca alta del río Lerma es donde se localiza una porción de la SC; este territorio se divide en 5 subregiones: Río Lerma 1 (Alzate), Río La Gavia (Ramírez), Río Jaltepec (Tepetitlán), Lerma 2 (Tepuxtepec) y Río Lerma 3 (Solís) que se encuentran ubicadas en la región centro del país, y una de las zonas geográficas más elevadas en términos de altitud. Esta subregión se desarrolla desde el centro del territorio del Estado de México hasta el noroeste con los límites de Querétaro y Michoacán; comprende un área aproximada de 5,146 km<sup>2</sup> y una longitud del cauce de 177.8 km, la elevación sobre el nivel del mar (msnm) en el nacimiento es de 2,570 metros y en la salida del Estado es de 2,360 msnm (Red Lerma, 2011).

Desde la época prehispánica numerosas culturas han habitado esta subcuenca, desarrollando diversos sistemas de producción, y donde el agua ha jugado un papel primordial. Otomíes, mazahuas, matlazincas, nahuas han compartido su territorio realizando actividades agrícolas que podían comprender desde sistemas de policultivos de riego hasta una compleja ingeniería hidráulica lacustre (Sugiura et al. 1997).

El río Lerma es uno de los más importantes de la República Mexicana. Con una longitud de 705 km, nace en las Lagunas de Almoloya, llamadas también lagunas de Lerma, que son abastecidas por manantiales que descienden del Nevado de Toluca y de la SC que surten de agua al río Lerma; una vez que sale de las lagunas a 2 600 metros sobre el

nivel del mar (msnm), va cortando su curso a través de una serie de valles escalonados que cuentan con suelos para usos agrícolas. En el primer valle, que va desde las Lagunas de Almoloya pasando por Toluca, hasta el segundo valle (Ixtlahuaca), el río desciende de los 2 600 metros sobre el nivel del mar hasta la Boquilla de Espejel que está a 1 545 msnm.

**Grafico \_\_. La Cuenca del Río Lerma y su parte alta**



Fuente: elaboración propia con información tomada en Semarnat, Dirección General de Investigación en Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas y Dirección de Manejo Integral de Cuencas Hídricas. También consultar [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx). Secretaría del Medio Ambiente, (2010). Diagnóstico Ecosistémico. Documento en lenguaje ciudadano. Plan Maestro para la Restauración Ambiental de la Cuenca Alta del Río Lerma, Estado de México.

Asimismo, del Nevado de Toluca fluyen varios escurrimientos hacia el norte, noreste y oriente procedentes de los puntos más altos de la subregion como su cima (con una altura de 4690 msnm) y de otras zonas como la SC que en sus partes más altas sobrepasa los 3800msnm, destacando: el Ajusco con 3937 (aunque este desagua hacia la CVM), cerro El Muñeco (3860 msnm), El Gavilan (3810 msnm) entre otros. Estas montañas se pueden considerar como los principales formadores de los ríos Tejalpa, Verdiguél, Santiaguito, La Gavia, Otolotepec, Ocoyoacac, Temoaya y Sila, mismos que vierten sus aguas a la

presa Antonio Álzate misma que regulariza el régimen del río Lerma, río que vacía sus aguas en el Lago de Chapala en el estado de Jalisco (Gobierno del Estado de México, *Atlas Ecológico de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma*, 1993).

#### **2.1.1.1 Sobre-extracción del Alto Lerma**

El medio natural de esta subcuenca ha experimentado un marcado proceso de urbanización al grado que la ZMVT y su diversidad de actividades socioeconómicas, aunado a la sobreexplotación de sus recursos hídricos, la han puesto en una situación de vulnerabilidad ambiental como la mayoría de las cuencas mexicanas, por su intensivo crecimiento de la población y de las actividades económicas.

Paralelamente al desarrollo industrial, comercial y de servicios de la ZMVT, se produjo una importante expansión agrícola, la cual también utiliza una gran cantidad de agua. En zonas planas como Jiquipilco, Lerma, Oztolotepec, Almoloya del Río, se acumulan naturalmente los escurrimientos, los cuales se utilizan para mantener un nivel de humedad del suelo, entre otras ventajas agronómicas, para la siembra de diversas hortalizas (Velásquez et al. 2002: 21-37).

Aun así, uno de los mayores problemas ambientales de la cuenca Lerma-Chapala es el cambio en los patrones naturales de flujo del agua, ocasionado por las obras hidráulicas realizadas en la cuenca alta y media. Las presas, íconos del desarrollo económico y del progreso científico moderno (Toledo y Bozada 2002)<sup>5</sup> se instalan donde ya están fuertemente desarrolladas las relaciones sociales capitalistas, y su efecto es fortalecer aún más esas relaciones sociales en sus áreas de influencia (Schoijet, 1972), lo cual fragmentan la conectividad de los ecosistemas fluviales e interrumpen el flujo y los pulsos que mantienen a los ecosistemas circundantes mismos que renuevan y enriquecen las planicies, deltas y suelos de la cuenca, controlando y regulando las fluctuaciones hídricas extremas.

---

<sup>5</sup> Toledo A., y Bozada L., 2002. *El delta del río Balsas. Medio ambiente, pesquerías y sociedad*, Instituto Nacional de Ecología, México.

Asimismo, si le agregamos la cercanía de esta subcuenca con la ZMVM, que tiene una población estimada en 20,137,152 habitantes (INEGI, 2010) y la demanda de grandes cantidades de agua que requiere, misma que se extrae (en gran parte) de los acuíferos del Valle de Toluca y que es canalizada para ser suministrada por medio de una costosa infraestructura a la ZMVM, el resultado ha sido una creciente presión social, política y ambiental por la sobreexplotación de los recursos de la cuenca Alta del Río Lerma.

A lo anterior, en las últimas décadas, se ha acentuado el uso intensivo y extractivo de infraestructuras hidráulicas. Las políticas de desarrollo impulsaron la proliferación de perforaciones y la construcción de importantes obras hidráulicas, como la construcción de los acueductos del sistema Lerma inaugurado en 1951 y la puesta en funcionamiento del sistema Cutzamala, 1982 (Barrera, 2013c). Lo anterior coincidió con la instalación del corredor industrial Lerma-Toluca en 1940, cuyo mayor desarrollo ocurrió en la década de 1960-1970 ante un acelerado crecimiento industrial, mismo que desató el problema de la escasez del agua y de su contaminación.

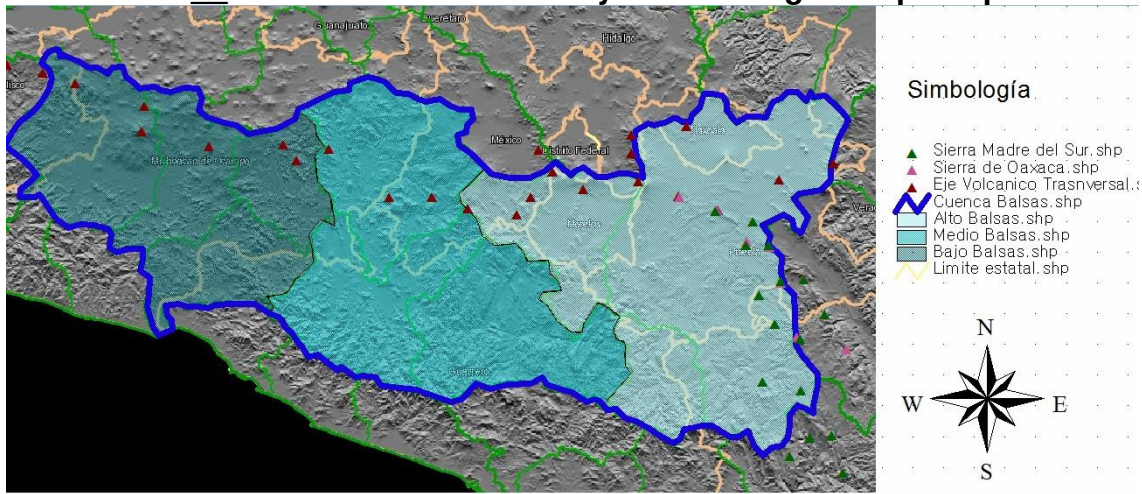
La introducción de estos cambios artificiales sobre el flujo natural del agua provoca el aislamiento e interrupción de las migraciones de ciertas especies de animales, modificando la calidad del agua en relación con los cambios de temperatura, cantidad de nutrientes, turbidez, gases disueltos, concentración de metales pesados y minerales. Entre otros impactos, también es relevante el cambio de la morfología del sistema hidrológico en cuanto a la variabilidad total de los flujos y del cambio estacional, sus fluctuaciones y extremos, a los que se han adaptado y dependen diversas especies de flora y fauna (Mc Cully, 2001). El represamiento de los cuerpos de agua, el crecimiento de los asentamientos urbanos y el desarrollo industrial en la subcuenca, sin una infraestructura de saneamiento acorde con los consumos y desechos de aguas residuales contaminadas, ha originado que muchos de los ríos se hayan convertido en canales conductores de aguas negras o residuales, causando un drástico deterioro y afectación a sus elementos hídricos.

### **2.1.2 Cuenca del Río Balsas (CRB)**

La CBR comprende el 6% de la masa continental del territorio mexicano y abarca

porciones de varias entidades. Incluye en su totalidad al estado de Morelos (100%) y parcialmente a los estados de Tlaxcala (75%), Puebla (55%), México (36%), Oaxaca (9%), Guerrero (63%), Michoacán (62%) y Jalisco (4%). Su superficie hidrológica total es de 117,406 km<sup>2</sup>, distribuida en tres subregiones: Alto Balsas 50,409 km<sup>2</sup>, Medio Balsas 31,951 km<sup>2</sup> y Bajo Balsas 35,046 km<sup>2</sup> (CONAGUA, 2011).

**Gráfico . Cuenca del Río Balsas y sus tres regiones principales**



Fuente: elaboración propia con base en información consultada en INEGI: [http://antares.inegi.org.mx/analisis/red\\_hidro/SIATL/](http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/), 2011.

Territorialmente se encuentra constituida por 421 municipios, de los cuales 332 se localizan en la subregión Alto Balsas (cuenca de los ríos Atoyac y Mixteco que se subdivide en siete subcuencas: las Cerradas orientales, Alto Atoyac, Bajo Atoyac, Nexapa, Amacuzac, Tlapaneco y Mixteco), 51 en el Medio Balsas (subcuenca del río Cutzamala) y 38 en el Bajo Balsas (que se subdivide, a su vez, en cinco subcuencas: Tepalcatepec, Cerrada Paracho-Nahuatzen, Cupatitzio, Tacámbaro y Bajo Balsas). De acuerdo a datos de CONAGUA la población total estimada en 1995 fue de 9.2 millones de habitantes, 65.7% era urbana y 34.3% rural. Para 2010, la población total estimada es de 11.6 millones (CONAGUA, 2000).

La depresión del río Balsas se encuentra delimitada por dos provincias fisiográficas o morfotectónicas: El Eje Volcánico Transversal (EVT) al norte y La Sierra Madre del Sur; y una subprovincia geológica: la Sierra Norte de Oaxaca al oriente. Un 67.8% de la superficie de la depresión se encuentra dentro de la provincia de la Sierra Madre del Sur y

el 32.2% restante se encuentra en el territorio cubierto por el EVT; en la subregión Alto Balsas, que representa el 35% de la superficie de la cuenca, se concentra casi el 70% de la población (CONAGUA, 2000).

### **2.1.2.1 Las regiones del río Balsas**

En las subcuenca alta, media y baja se distinguen diez corrientes principales que aportan el mayor volumen de sus escurrimientos totales. Su disponibilidad total anual de aguas superficiales se estima en 24,484 mm<sup>3</sup> de escurrimientos vírgenes y retornos. Constituidos por 6,851 mm<sup>3</sup> escurridos del Alto Balsas, 7,463 mm<sup>3</sup> del Medio Balsas y 9,959 mm<sup>3</sup> del Bajo Balsas, más un volumen de retornos estimado en 211 mm<sup>3</sup>.

De acuerdo con datos de la CONAGUA 2010, el volumen de precipitación anual en la cuenca del río Balsas alcanza los 108,370 mm<sup>3</sup>, con una lluvia media anual de 927 mm, que oscila entre 873 mm en el Bajo Balsas y 1,019 mm en el Medio Balsas. La mayor precipitación en la Sierra Madre del Sur, en Oaxaca y Guerrero, con 2,000 mm, y la menor en el valle de Apatzingán, Michoacán, con 600 mm.

La evaporación media anual alcanza los 1,750 mm. Las lluvias se concentran en el periodo comprendido entre junio y septiembre. El clima predominante de la región es de tipo semicálido y subhúmedo con temperatura media anual de 22°C.

La subregion del Alto Balsas cubre un área de cuenca de 50,408.7 km<sup>2</sup>, abarcando parte de los estados de Tlaxcala, Puebla, Morelos, Oaxaca y Guerrero. El río Atoyac está formado por varios escurrimientos que provienen de la vertiente sur de la EVT y que descienden del volcán Iztaccíhuatl, desde altitudes de 5,400 msnm, entre los estados centrales de México y Puebla. Recibe por su margen izquierda las aguas del río Mixteco y la confluencia de ambos crean el río Balsas. A partir de esta unión, el río Balsas recibe a lo largo de su recorrido los nombres de Poblano, Grande, Mezcala y Balsas. Aguas abajo de la confluencia del río Atoyac y el Mixteco, el Balsas recibe por su margen derecha las aguas del río Nexapa, afluente que descarga sus aguas (provenientes del volcán Popocatepetl a una altitud de 5400 msnm) en el río Balsas (INE, 2005).



Nueve kilómetros antes de su confluencia con el río Balsas, sobre su margen izquierda, recibe las aguas del río Tlapaneco, uno de los de mayor caudal del Alto Balsas. Este río se origina en la unión de dos corrientes: el Coicoyán o Salado que desciende de elevaciones de 1,750 msnm de la Sierra de Coicoyán en el estado de Oaxaca y el río Atencochayota, que desciende de elevaciones de 1,600 msnm de la Sierra de Malinaltepec en el estado de Guerrero.

En esta región, se encuentra la subcuenca Amacuzac, en donde una parte del territorio de la SC (su parte sur donde se localizan los municipios de Huitzilac, Cuernavaca, entre otros) desagua sus escurrimientos que paulatinamente llegan a tierras más bajas de esta cuenca, hacia la subregion Media del Balsas.

Esta subregión se inicia a una altura de 500 msnm, justo en la confluencia del río Amacuzac, cubriendo un área de cuenca de 31,951 km<sup>2</sup>. En este tramo de su recorrido, el Balsas recibe las descargas del río Tepecoacuilco hasta confluir en las aguas del río Cocula o Iguala. Después de recorrer unos 60 km, recibe las aguas del río Huautla o Tetela y mas abajo del río Poliuta. Varios ríos de pequeñas dimensiones incrementan su flujo por la margen izquierda: Ajuchitlán, Amuco y Cuirio, que descienden por los flancos de la Sierra Madre del Sur desde elevaciones de 3000 a 3500 msnm.

Unos kilómetros aguas abajo recibe por su derecha las corrientes del río Cutzamala. Este es uno de los más importantes aportadores del río Balsas en este tramo de su cuenca. A lo largo de sus 260 km de recorrido recibe varios nombres: Taximaroa, Turundeo, Río Grande, Tuxpan, Zitácuaro y, finalmente, Cutzamala. En su confluencia con el río Balsas, cerca de Ciudad Altamirano, en el estado de Guerrero, el río ya ha descendido hasta los 250 msnm. Hasta la estación hidrométrica La Caimanera, cubre un área de cuenca de 31,950.7 km<sup>2</sup> y recibe volúmenes medios anuales de 8,497 mm<sup>3</sup>.

Finalmente a la parte mas baja de esta cuenca se le denomina el Bajo Balsas, subregión que comprende el último tramo del río homónimo hasta la desembocadura en el océano Pacífico, y cubre los últimos 35,046 km<sup>2</sup> del área de CRB. Después de un recorrido de unos 40 km, y a alturas de entre 250 y 200 msnm, el río recibe las aguas del río del Oro, y las de los ríos San Lucas, Huetamo y Tacámbaro. La corriente principal formadora del río

Tacámbaro se origina en las estribaciones del EVT, a partir de las corrientes perennes que descienden desde alturas de 3,000 msnm, de los cerros Turicato, Taretio y El Perdido, que se sitúan a unos 40 km al suroeste de Morelia, Michoacán (INE, 2005).

Unos kilómetros más adelante de la confluencia del río Tacámbaro, el Balsas vierte sus aguas en la presa *El Infiernillo*. En este punto, a 176 msnm, que corresponde al nivel máximo de embalse del vaso de almacenamiento del embalse, la obra hidráulica inunda un área de 400 km<sup>2</sup>, almacena unos 12,000 millones de m<sup>3</sup> de las aguas y retiene unos cinco millones de m<sup>3</sup> de sedimentos del Balsas. En esta presa descargan varios antiguos ríos, riachuelos y arroyos como El Salitre, La Palma, La Virgen, el río San Antonio, el Pinzadarán y, especialmente el río Tepalcatepec. Este último se origina en el cerro de la Tinaja y tiene como principal formador al río Quitupan que nace a 2,000 msnm. La CRB cuenta con 40 acuíferos identificados: 16 en el Alto Balsas; 9 en el Medio Balsas y 15 en el Bajo Balsas, que cubren un área aproximada de 53,219 km<sup>2</sup> y permiten la recarga de 3,435.21 mm<sup>3</sup> (Semarnat, 2011).

#### **2.1.2.2 Flora y fauna en la CRB**

La vegetación de esta cuenca constituye una de las más ricas reservas de bosques y selvas tropicales subhúmedas de México, debido a su orografía y distintas altitudes, por lo que los servicios ecológicos que brinda son de vital importancia para el país. Su gran biodiversidad es producto de interacciones entre factores biofísicos, hidrológicos, biológicos y antropogénicos. De este modo, su alta diversidad, su riqueza de especies, su enorme biomasa y su complejidad estructural se encuentran estrechamente ligadas a la heterogeneidad de las condiciones que ofrecen los frágiles suelos y los microclimas de la cuenca (INE, 2005).

Sus bosques y selvas han sufrido procesos acelerados de deterioro y destrucción por actividades humanas ligadas a los aprovechamientos forestales irracionales, los incendios inducidos, los cambios al uso del suelo forestales en favor de actividades agrícolas y ganaderas de baja productividad (e incluso para la siembra de estupefacientes) y por supuesto para el crecimiento urbano. De acuerdo con cifras de Semarnat-INEGI, en sólo 15 años (entre 1980 y 1996) las selvas en buen estado de conservación vieron reducidas

su extensión de 960,340 ha a sólo 291,000 ha. Y los bosques con vegetación secundaria, esto es, perturbados, aumentaron de 932,558 a 1,610,408 ha, lo que da una idea del ritmo de destrucción de estas masas forestales.

La depresión del río Balsas, especialmente sus flancos de la EVT, la Sierra Madre del Sur y la Sierra Norte de Oaxaca, se consideran florísticamente como una de las regiones biológicamente más ricas del mundo (Rzedowski, 1986). Las Serranías meridionales que bordean la depresión del río Balsas forman parte del centro primario mundial de diversidad de los pinos (*Pinus* spp.) y del centro primario de diversidad del hemisferio occidental de los encinos (*Quercus* spp.). El EVT y la Sierra Madre del Sur han jugado un papel fundamental en la historia evolutiva de ambos géneros; la enorme variedad de microhábitat de estas cadenas montañosas ha permitido la adaptación de numerosas especies (Challenger 1998).

La diversidad de flora es importante, tan solo esta zona ecológica se encuentran de 135 a 173 especies de encinos de las 450 que se estima existen en el mundo, esto es del 30% al 38%; de las 173 especies de encinos identificadas en México, 115 son endémicas. La diversidad de los pinos mexicanos llega a 49 especies, la mayoría de ellas endémicas, lo que representa aproximadamente 50% de la diversidad mundial de este género. El endemismo de los bosques de pino y encino es también excepcional: las especies endémicas equivalen al 70% de la flora de esta zona ecológica (Rzedowski 1986).

Los bosques de pino y encino albergan más del 10% de las especies de la familia Asteraceae conocidas en el mundo, de las cuales más del 60% son endémicas. La región más importante de diversidad de estas especies es el centro-sur de México, especialmente la Sierra Madre del Sur (con unas 356 especies endémicas) y el EVT (con unas 377 especies endémicas).

Por otra parte, de las 312 especies de *Salvia* (más del 35% de todas las especies de este género en el mundo), cuya mayoría crece en el hábitat del bosque de pino y encino, 270 especies son endémicas (alrededor del 86%). Otra familia, la Agavaceae, especialmente el género *Agave*, y que es utilizada por diferentes poblaciones para elaborar bebidas tradicionales, alcanza su máxima diversidad en México.

La CRB es además el área de mayor concentración de especies del género *Bursera* dentro del territorio mexicano. De este género americano se han identificado cerca de 70-80 especies, de las cuales 51 se encuentran en México; de éstas, unas 34 habitan las diversas regiones del río Balsas, siendo 21 exclusivas de la misma (Rzedowski 1986). Este espectacular centro de diversificación presenta patrones de distribución no homogéneos al interior de esta depresión. Existen claramente tres áreas geográficas de distribución dentro de la depresión del río Balsas: la depresión Oriental, la depresión Occidental y los bordes de la depresión (INE, 2005).

Los bosques de pino y encino albergan igualmente una diversidad de vertebrados endémicos más importante que la de cualquier otro ecosistema terrestre de México. Rzedowski (1986) y Challenger (1998) han logrado identificar casi 200 especies en cada uno de estos tipos de bosques. Los bosques de pino y encino en el EVT, de la Sierra Madre del Sur y de la Sierra Norte de Oaxaca, constituyen también el hábitat preferido de una parte sustancial de los mamíferos de México y de la más alta diversidad de reptiles y anfibios entre todos los tipos de vegetación de México. El endemismo de las aves terrestres mexicanas también es muy alto en estas cadenas montañosas de la depresión del Balsas. Los bosques de pino y encino en el EVT, la Sierra Madre del Sur de Guerrero y la Sierra Norte de Oaxaca son el hábitat de 43 especies identificadas (INE, 2005).

Las selvas tropicales subhúmedas de la depresión del Balsas crecen sobre sustratos volcánicos y rocas metamórficas de sus serranías. La acción combinada de la fuerte radiación solar, la precipitación escasa y la poca capacidad de los suelos para retener la humedad, por lo general poco profundos y rocosos, a lo que hay que agregar una temporada prolongada de sequía de alrededor de ocho meses del año, hace que estas comunidades se encuentren sometidas a un profundo estrés hídrico. Las tormentas a las que se encuentran sometidas con frecuencia y los aguaceros intensos en cortos períodos, vuelven a estas selvas altamente sensibles a procesos erosivos, de ahí la importancia de la cubierta vegetal.

Las selvas subhúmedas de la CRB se incluyen en el mapa de las diez regiones con mayor diversidad de aves endémicas del mundo, y sus selvas medianas subcaducifolias

constituyen partes del hábitat más rico en cuanto a diversidad de aves de México, con 240 especies registradas. Hay que enfatizar que estas selvas subhúmedas son el hábitat preferido de 724 especies (29%) de los vertebrados terrestres de México, entre los cuales se encuentran 233 especies endémicas (Flores Villela y Gerez 1994).

De acuerdo a la Semarnat (2000) los bosques de coníferas cubren todavía la mayoría del manto vegetal de la cuenca. Estos bosques ocupaban hacia 1996 una superficie estimada en 2,897,426.45 ha, a lo que habría que agregar otra extensión calculada en 1,610,408.98 ha de bosques con vegetación secundaria. De acuerdo con esta misma fuente, hacia 1996 las selvas tropicales primarias de la cuenca se habían reducido, a sólo 291,355.14 ha. El grueso de las selvas existentes en el área (1,125, 388.54 ha) fueron clasificadas como selvas con vegetación secundaria. Junto con la agricultura de temporal, los pastizales inducidos y cultivados y la agricultura de riego, bosques y selvas constituyeron el 94% de los usos del suelo de la cuenca, distribuidos del modo siguiente: 51% de bosques y selvas, 24% para agricultura de temporal, 11% de pastizales inducidos y cultivados y 8% para agricultura de riego.

Aunque la realidad muestra una transformación por la disminución de la cubierta vegetal de en la cuenca, principalmente, bosques y selvas, han sufrido un proceso acelerado de perturbación que se refleja en la dramática expansión de las superficies clasificadas como ocupadas por bosques y selvas con vegetación secundaria, lo que resulta más evidente cuando se examina lo acontecido durante el periodo de 1980-1999.

Lo que estas cifras muestran es que en sólo tres lustros, 960,340 ha de selvas en buen estado de conservación se vieron reducidas a sólo 291,355 ha. En el mismo lapso se experimentó un incremento de 646,744 ha de bosques con vegetación secundaria. Ambas cifras muestran, aunque de un modo indirecto, los altos grados de perturbación experimentados por ambas comunidades vegetales, las mayores fuentes de nutrientes y minerales de la cuenca, durante este breve periodo.

De las disponibilidades totales de aguas superficiales en la CRB estimadas en 24,484 mm<sup>3</sup>, se extraen o derivan para diferentes usos 7,210 mm<sup>3</sup>/año de los cauces, vasos y embalses, que se consideran los usos consuntivos de las aguas superficiales. A este total habrá que agregar los volúmenes que se evaporan, estimados en 1,189 mm<sup>3</sup> y los 629 mm<sup>3</sup> que se exportan a otras cuencas (472 a través del Sistema Cutzamala y 158 al distrito de riego del Alto Atoyac), para dar un total de 9,028 mm<sup>3</sup>, lo que genera un excedente bruto anual del orden de los 15,456 mm<sup>3</sup>. De este excedente se destinan a usos no consuntivos 12,669 mm<sup>3</sup> para la producción de energía en las plantas hidroeléctricas de El Infiernillo y La Villita, lo que reduce la disponibilidad en términos reales a sólo 2,757 mm<sup>3</sup>.

La potencia instalada en conjunto del Medio y el Bajo Balsas es de 2,330 MW, de los cuales 1,300 corresponden al sistema El Infiernillo-La Villita. Los montos generados abastecen las necesidades del complejo portuario-industrial de Ciudad Lázaro Cárdenas y partes del centro y occidente del país incluido la ZMVT. Lo que vuelve estratégico los volúmenes generados en la región.

De acuerdo al INE (2005) la producción agrícola en la cuenca consume 7,909.72 mm<sup>3</sup> de agua al año, de los cuales 5,961 mm<sup>3</sup> son superficiales y 1,948.72 mm<sup>3</sup> son subterráneas. Esta agua es abastecida mediante una infraestructura de presas y obras de alumbramiento (pozos); 25 presas constituyen la infraestructura hidráulica básica de la cuenca: cuatro en el Alto Balsas; 12 en el Medio Balsas y nueve en el Bajo Balsas. Estas obras abastecen a nueve distritos de riego: 16 de Morelos, 30 de Valsequillo, 45 de Tuxpan, 56 de Atoyac-Zahuapan, 57 de Amuco-Cutzamala, 68 de Tepecoacuilco, 97 de Lázaro Cárdenas, 98 de José Ma. Morelos y 99 de Quitupan. En total representan 174,089 ha regadas. A esta infraestructura se agregan 10,970 pozos, distribuidos en sus tres subcuencas del modo siguiente: 8,691 en el Alto Balsas, 272 en el Medio Balsas y 2,007 en el Bajo Balsas.

Los distritos de riego han cambiado en el transcurso del tiempo sus patrones de cultivo en favor de la producción de materias primas agroindustriales (caña de azúcar, sorgo, ajonjolí, etc.) cultivos perennes (limón, mango y otros frutales) y hacia los cultivos de

exportación (hortalizas). Los cambios en la legislación agraria, el escaso o nulo financiamiento a los cultivos básicos, la débil organización de los pequeños productores (siempre dependientes de los apoyos y subsidios gubernamentales), han permitido la venta de tierras y derechos a los grandes productores y a los consorcios privados, únicos beneficiarios de los actuales procesos de la transferencia de los distritos de riego a los usuarios y de la apertura de la economía hacia los mercados regionales e internacionales.

Sin embargo, los más graves problemas en términos ecológicos son los cambios a los regímenes de flujo y de sedimentación del río Balsas que las presas trajeron consigo. Tales cambios constituyen sin duda el problema ecológico más severo de la cuenca debido a la alteración de la evolución natural del sistema hidrológico que estas obras han significado. En cuanto a los balances geohidrológicos de aguas subterráneas, ellos muestran también una disponibilidad limitada y escasas reservas, que presentan a futuro serias restricciones para satisfacer sus diferentes usos. De la recarga de 3,435.21 mm<sup>3</sup> de sus 40 acuíferos se extraen 2,712.32 mm<sup>3</sup> a través de 10,970 pozos distribuidos en las tres subcuencas, lo que da una diferencia bruta entre recarga y extracción de 722.89 mm<sup>3</sup>. Pero por regiones la situación muestra considerables diferencias. El Alto Balsas presenta un ritmo de extracción que corresponde al 95% de su recarga renovable, lo que plantea serios límites a sus disponibilidades futuras.

El Bajo Balsas tiene un nivel de extracción de sus recursos del 66% y sólo el Medio Balsas muestra un menor índice de explotación que corresponde al 14% de su recarga. A ello hay que agregar otros problemas críticos: el elevado número de pozos clandestinos, los conflictos por el uso agrícola y urbano-industrial, la sobreexplotación de los acuíferos y la contaminación por el excesivo y no controlado empleo de sustancias tóxicas.

Para el abastecimiento de agua potable a las poblaciones de la cuenca se utilizan aproximadamente 664.81 mm<sup>3</sup> anuales, considerados como uso público urbano. Los requerimientos excesivos para satisfacer las necesidades siempre crecientes de las poblaciones urbanas, acentuados por el crecimiento desordenado de las ciudades grandes y medianas de la cuenca, la baja eficiencia de las redes de distribución que muchas veces redundan en fugas, y el elevado número de tomas clandestinas

conectadas a las líneas de conducción y a las redes de distribución, reducen dramáticamente los niveles de eficiencia de la oferta de agua potable para las poblaciones.

Esta incapacidad del sistema hidráulico para hacer frente a las necesidades de una población que se urbaniza acelerada y anárquicamente, junto a las de una población rural que ve cada vez más lejanas sus posibilidades de acceso a servicios básicos. Mientras que en las grandes ciudades la cobertura de agua potable alcanza niveles aceptables, en las medianas y pequeñas solo es de 62% y para las poblaciones rurales es de 48%. En las miles de rancherías y pequeñas comunidades rurales dispersas en la cuenca es prácticamente nula.

El uso industrial emplea volúmenes de 389 mm<sup>3</sup> por año. No obstante lo relativamente reducido de su demanda frente a otros usos, el sector industrial genera graves efectos sobre el agua de la cuenca. Por un lado, las actividades industriales se concentran en áreas ecológicamente críticas de las cuencas alta y baja: el corredor industrial de Puebla-Tlaxcala, la ZMC y la región de Lázaro Cárdenas en el delta, encontrándose en sus aguas residuos de plaguicidas organoclorados e hidrocarburos aromáticos polícíclicos, etc.

Otro uso crítico de las aguas de la cuenca es el que se refiere a los volúmenes exportados, 629 mm<sup>3</sup> al año, especialmente los que se destinan a abastecer las necesidades de la ZMVM a través del sistema Cutzamala. Este sistema está integrado por seis plantas con un total de 35 bombas, 29 de ellas con capacidad unitaria de cuatro m<sup>3</sup>/s y las otras seis de 1.7 m<sup>3</sup>/s cada una. Utiliza las aguas de las presas Villa Victoria, Valle de Bravo, El Bosque, Tuxpan, Ixtapan del Oro, Colorines y Chilesdo, con una capacidad global de 841 mm<sup>3</sup> (CONAGUA---CEntrogeo).

### **2.1.3 Cuenca del Valle de México (CVM)**

La CVM se extiende por un área de 16,424 km<sup>2</sup>, abarcando 100 municipios en las entidades de: México, Hidalgo, Tlaxcala y las 16 delegaciones del DF. Se compone de cuatro valles: al sur se ubica el Valle de México, al noroeste el Valle de Cuautitlán, al nororiente el Valle de Apan y al norte el valle de Tizayuca. Es de tipo endorreica (cerrada)



ya que a sus alrededores se encuentran diversas elevaciones: al sur la Sierra Ajusco-Chichinautzin-Tlaloc; al poniente Sierra de las Cruces; al oriente la Sierra Nevada, Sierra de Río Frio, Sierra de Calpulalpan; al norte Sierra de Tepozán, Sierra de Pachuca, Sierra de Tezontlalpan, Sierra de Tepotzotlán y Sierra de Monte Bajo.

De acuerdo al Consejo Consultivo del Valle de México (2005)<sup>6</sup>, la CVM hidrológicamente, se compone de las subregiones: Valle de México (CVM) y Tula (CT<sup>7</sup>). La primera es una cuenca cerrada (endorreica), que ha sido conectada, artificialmente con la segunda (río Tula) misma que sus obras de drenaje trasladan las aguas al Golfo de México. Asimismo, es importante comentar que esta última a su vez, pertenece a la región hidrológica Río Panuco.

La CVM abarca desde su nacimiento en la sierra de Chichinautzin, en el sur del DF, hasta el túnel de Tequixquiac en el EM. Esta cuenca no tiene una línea de drenaje general debido a que, originalmente, la mayoría de los ríos descargaban en los lagos y en la actualidad están canalizados o entubados hacia un sistema de drenaje artificial. Hidrológicamente, esta subregión se divide en once zonas: Xochimilco, Churubusco, valle de México, Cuautitlán, Pachuca, Teotihuacán, Texcoco, Chalco, Apan, Tochac y Tecocomulco. Las últimas tres zonas constituyen todavía una cuenca cerrada dentro de la subregión.

Internamente el Valle de México y el Valle de Cuautitlan son divididos por la Sierra de Guadalupe, entre el valle de Cuautitlan y el valle de Apan se ubica la sierra de Patlachique, entre el valle de Apan y el valle de Pachuca la sierra de Chichicautla, mientras entre el valle de Cuautitlan y el Valle de Pachuca no existen elevaciones importantes (Castro, 1999). Es de notar que las sierras que los dividen son discontinuas y nunca cierran los valles por completo, además dentro de estos valles se ubican pequeños

---

<sup>6</sup> Documento Ejecutivo del Consejo de cuenca de Valle de México, CONAGUA y SEMARNAT, 2005

<sup>7</sup> La Cuenca de Tula comprende la cuenca que se forma desde el túnel de Tequixquiac hasta la confluencia de los ríos Moctezuma y Tula, en el estado de Hidalgo. De acuerdo a su sistema de drenaje se subdivide en las subcuencas de El Salto, El Salado, Alfajayucan e Ixmiquilpan y es de tipo exorreico.

sistemas montañosos siendo el más notable por la elevación la Sierra de Guadalupe en el Valle de México.

La zona del parteaguas de toda la CVM presenta alturas muy variadas, desde valles al noroeste con alturas no mayores a 2900 msnm como en la Sierra de Hidalgo hasta los 5,500 msnm del volcán Popocatepetl, Iztaccihuatl (5200) cerro Tlaloc (en el EM con 4100) Telapón (4090) todos parte de la sierra nevada al oriente. Asimismo, al sur encontramos elevaciones importantes como el volcán Tlaloc (en el DF 3560 msnm) Chichinautzin (3450 msnm) Volcán Pelado (3600 msnm) y al poniente elevaciones importantes pertenecientes a la SC como el Ajusco (3937), El Muñeco (3850), La Gachupina (3800), El Triángulo (3811), La Palma (3790), San Miguel (3750), Salazar (3450), La Bufa (3650), La Catedral (3700), entre otros (García P., et. al., 2008; Barrera, 2012a).

### **2.1.3 1 Flora y Fauna**

El tipo de bosque típico de la CVM es el bosque mixto de pino-encino-oyamel, y en zonas muy altas la cobertura de zacatonal (una variedad de pasto local) generalmente por encima de los 3000 msnm. Entre las especies de flora que encontramos en la cuenca se encuentran además del bosque mixto, aile, cedro, sauces, ahuehuetes (Velázquez A., y Romero F., 1999).

En los pocos cuerpos de agua que actualmente quedan en la cuenca encontramos peces y anfibios, especialmente boquerones y ajolotes. El lago de Texcoco continúa siendo destino de numerosas aves migratorias, como la gallareta, patos, garzas, charadiformes de varias clases. Sin embargo, la desecación de los lagos puso fin a la presencia de la mayor parte de estas especies. Las aves migratorias se alejaron de los lagos del centro de México, o fueron exterminadas, como los mamíferos, por la cacería indiscriminada y por supuesto, por el crecimiento del AU de la ZMVM.

A partir de la puesta en marcha del *Proyecto Lago de Texcoco* ha sido posible restaurar en parte los ecosistemas nativos. Al recuperarse mínimamente la extensión del lago de Texcoco, éste se ha convertido nuevamente en destino de la fauna migratoria. Asociado a ello, existe un plan para restaurar la vegetación, pero ello no ha sido posible por causa de

la falta de recursos económicos, y por la presión de la urbe sobre las áreas baldías del antiguo lago. Al mismo tiempo, la agricultura (que había sido durante mucho tiempo la actividad principal en localidades ribereñas como Atenco y Texcoco) ha venido decayendo, razón por la cual las extensiones sin cubierta vegetal se han ampliado (Cosío, 2001). Esta situación y las características del suelo del vaso han contribuido a que en el oriente y noreste del mismo las partículas suspendidas por acción del viento hayan deteriorado la calidad del aire del noreste de la ZMVM.

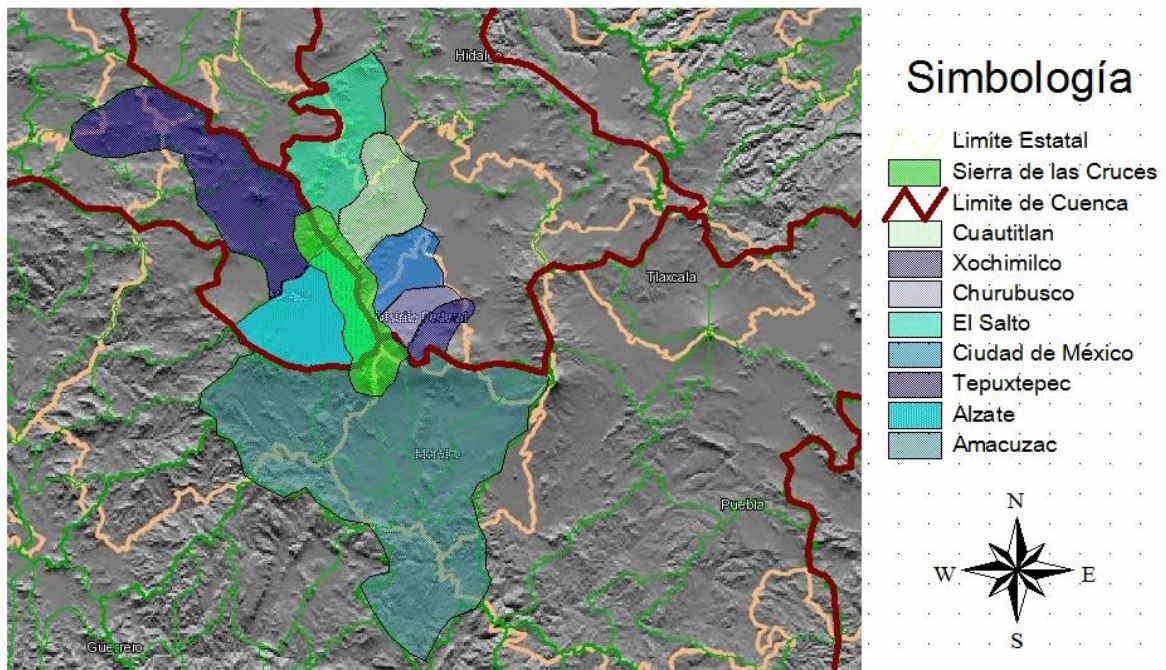
Es importante mencionar, que en las partes altas de la cuenca, sobre altitudes de 2800 msnm, donde se desarrollan los ecosistemas de bosque mixto, existe todavía una gran biodiversidad de especies vegetales y animales, por ser las zonas menos densamente pobladas. En la sierra fría, por ejemplo, hay registro de venado cola blanca, zorros, puma, lince, teporingos, diversas especies de aves. De igual forma, en las SC, Ajusco, Chichinautzin, Tlaloc, existe una variedad de pequeños mamíferos, reptiles y aves (Velásquez y Romero, 1999) y avistamientos de venados de acuerdo a pobladores de Xalatlaco y Tiangusitenco.

#### **2.1.4 Subregiones y subcuencas donde se sitúa la Sierra de las Cruces (SC)**

---

Es necesario recalcar, que así como la SC forma el límite de tres cuencas hidrológicas (CVM, CRB, CRL), a su vez su superficie se extiende sobre diferentes subregiones y subcuencas, mismas que son parte de las tres regiones hidrológicas comentadas. Para esto, presentamos un gráfico que permita identificarlas en el territorio, con la finalidad de conocer con mayor precisión las subcuencas en donde se sitúa la SC.

#### **Grafico \_\_. Subcuencas en donde se sitúa la SC**



Fuente: Elaboración propia con información consultada en los cuadernos de los Consejos de Cuencas “Rio Lerma”, “Balsas” y “Valle de México y Tula”. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2009). *Estrategia general para el rescate ambiental y sustentabilidad de la cuenca Lerma-Chapala*, Informe final. México.

Como se puede apreciar en el gráfico anterior, el parteaguas de la Sierra se encuentra dentro de 8 subcuencas. Dos de éstas: Alzate y Tepuxtepec se ubican dentro de la CRL; Cuautitlan, Xochimilco (una mínima porción), Churubusco, El Salto y Ciudad de México en la CVM; y finalmente la subcuenca Amacuzac forma parte de la CRB.

Tanto las subcuencas Alzate y Tepuxtepec, pertenecen a la subregión Lerma-Estado de México, que a su vez, la complementan dos más: La Gavia y Jaltepec. Estas subcuencas representa aproximadamente el 10% del territorio de la CRL, y se localizan básicamente en los municipios del EM: Almoloya de Juárez, Toluca, Temascalcingo, San Felipe del Progreso, Ixtlahuaca, Morelos, Jiquipilco, Temoaya, Oztolotepec, Xonacatlan, Lerma, Ocoyoacac, Tianguistenco y Ocuilan (IMTA, 2009).

A nivel poblacional la subregión Alta del Lerma, en el 2005, era la segunda más poblada dentro del territorio de la CRL considerando que el 23% de su población habitaba en ella. De los 39 municipios que comprende esta subregión sólo 30 tienen más del 70% de su población asentada dentro de la cuenca, población que en conjunto representa alrededor del 96% de la total de la subregión. A lo anterior, los municipios de: Toluca, Metepec,

Zinacantepec, Ixtlahuaca, Almoloya de Juárez, Lerma y San Felipe del Progreso sobresalen por su dinámica poblacional y económica.

De acuerdo con el censo de población y vivienda INEGI (2005) el 86% de las localidades que se ubican dentro de la subregión son rurales y el 73% de su población es urbana. Es importante señalar que 49 localidades (30,721 habitantes) de esta subregión se localizan en la subcuenca Solís (IMTA, 2009) por lo que salen fuera del análisis por subcuenca de este apartado.

En la mayoría de las localidades rurales de estas subcuencas (Alzate y Tepuxtepec), la cobertura de drenaje conectada a la red pública para las zonas rurales siguen estando rezagadas, lo que implica que las descargas directas de aguas residuales se viertan en ríos, barrancas o a través de la utilización de fosas sépticas. Datos de la CONAGUA (2008) estiman que la demanda total anual de agua superficial concesionada en las subregiones es de 380 hm<sup>3</sup> (total de demanda por subcuenca con datos del *DOF*, 2006). De este volumen el 93% corresponde al uso agrícola, el suministro de agua a la población (público urbano) le sigue con un 4% y, el resto es utilizado por el uso pecuario.

La actividad económica que más destaca continúa siendo la industria manufacturera (cerca del 60%), siguiéndole en importancia el comercio con el 17% y los servicios con el 11 %. De acuerdo con el censo económico 2004, al realizar el conteo de las diferentes actividades productivas de la subregión se registraron alrededor de 315,804 personas ocupadas en ellas. En los sectores comercial (33%) e industrial manufacturero (31%) es donde existe mayor personal laborando, siguiéndoles en importancia los servicios (27%). Mientras que actividades como la agricultura y la minería no llegan ni al uno por ciento (IMTA, 2009). Dichas actividades requieren importantes volúmenes de agua así como vierten diversos químicos al drenaje, ríos y barrancas, aunado a un déficit de infraestructura de saneamiento de agua, han contaminado considerablemente los afluentes, ejemplo de esto es el Río Lerma.

Este río, como ya se ha comentado, se forma en las faldas del Nevado de Toluca y de la SC, donde muchos escurrimientos lo van alimentando como: Río Verdiguél que atraviesa Toluca y descarga finalmente en el Lerma junto con las aguas residuales de la ciudad; río

Tejalpa; Ocoyoacac y otros arroyos como el Mayorazgo, Oztolotepec, Temoaya (CONAGUA, 2009).

Por otro lado, y en el caso de la CVM, encontramos las subregiones: Xochimilco, Churubusco, Cd. de México, Cuautitlán y El Salto, mismas que forman parte de la SC. En la parte de la subregión del Tula comprende la cuenca que se forma desde el túnel de Tequixquiac hasta la confluencia de los ríos Moctezuma y Tula, en el estado de Hidalgo. De acuerdo a su sistema de drenaje se subdivide en las subcuencas de El Salto, El Salado, Alfajayucan e Ixmiquilpan. El Salto (subregión perteneciente a la SC) descarga sus agua hacia la cuenca de Tula, a diferencia de las subregiones Xochimilco, Churubusco, Mexico y Cuautitlan que vierten sus aguas directamente en la CVM.

En el caso de la CRB, como anteriormente se ha comentado, se divide en tres regiones: Alto, Medio y Bajo. Solo una porción del área de la SC drena sus aguas hacia la región del Alto Balsas (al sur donde se localiza la ZMC), específicamente a la subcuenca hidrológica del río Amacuzac. Esta subcuenca (Amacuzac) comprende desde el nacimiento del Río homónimo en las faldas de la SC hasta la estación hidrométrica Atenango del Río.

Tiene una superficie de aportación de 8,903.16 km<sup>2</sup>, y se encuentra delimitada por las siguientes regiones y cuencas hidrológicas: al norte por las regiones hidrológicas números 26 Pánuco y 12 Lerma-Santiago; al Sur por la cuenca hidrológica Río Bajo Atoyac; al Oeste por las cuencas hidrológicas Río Cutzamala y Río Medio Balsas; y al Este por la cuenca hidrológica Río Nexapa.

En la porción central de la cuenca del río Amacuzac se incluye el acuífero Cuernavaca; la superficie de drenaje de dicha cuenca es de 9,470 km<sup>2</sup> de los cuales 4,392 km<sup>2</sup> se localizan en Morelos. Las subcuencas de los ríos que se incluyen en esta cuenca hidrográfica son: Chontalcuatlán, San Jerónimo, Chalma, Tembembe, Apatlaco, Yautepec y Cuautla. El acuífero Cuernavaca incluye parcialmente a las subcuencas de los ríos Tembembe, Apatlaco y Yautepec. La primera se ubica en la porción occidental del valle, la segunda en la porción central y la tercera subcuenca en la porción oriental del valle. La subcuenca del río Tembembe se origina de los escurrimientos de la Sierra de las Cruces

(de Zempoala) que drena en dirección sur y traspasa la sierra de Xochicalco, que funciona como barrera al acuífero Cuernavaca. La subcuenca del río Apatlaco se origina de una serie de manantiales que afloran en los límites de los municipios de Huitzilac y Cuernavaca que drenan con dirección sur y al cual se le suman la descarga del manantial de Chapultepec y de un gran número de barrancas localizadas al centro y poniente de la ZMC (CONAGUA, 2009).

Finalmente, estas 8 subcuencas: Cuautitlán, Tepuxtepec, Churubusco, el Salto, Ciudad de México, Alzate, Amacuzac y Xochimilco comparten una geografía muy similar. Su altura varía de los 1100 msnm en parte de Tepuxtepec (perteneciente a la CRB) donde se encuentra la ZMC (1500 msnm), hasta valles como los de Toluca (2600 msnm) y el Valle de México a 2250 msnm.

La biodiversidad de flora y fauna de estas 8 subcuencas resultan similares, conformado por bosques mixtos (pinos-aires-encinos) a partir de los 2200 msnm hasta los 2700 msnm, en donde la vegetación se torna de pinos, encinos y oyameles acostumbrados a climas fríos. A excepción de la subcuenca Amacuzac, donde su topografía suele bajar hasta los 1100 msnm (e incluso menos) en donde encontramos matorrales de clima cálido y selvas caducifolias de clima calido-humedo, mientras que en las partes más altas (por Huitzilac) el ecosistema se adapta a climas frescos como los del resto de las subcuencas sobrepasando los 2500 msnm.

#### **2.1.4.1 Problemáticas socioambientales en las subregiones**

Es evidente que cada geografía del país manifiesta problemáticas sociales y ambientales específicas, pero algunas de estas, desde un enfoque amplio, se pueden percibir y englobar como cuestiones redundantes. El crecimiento urbano-metropolitano de sus poblaciones, de las actividades socioeconómicas son elementos demandantes de grandes cantidades de elementos naturales (agua, madera, minerales, etc.) que han puesto en riesgo a las diferentes regiones hidrológicas y sus diversos ecosistemas. Las formas de apropiación de la naturaleza, determinadas por el modelo de desarrollo neoliberal, y la implementación fragmentada de políticas públicas han representado un alto impacto en la naturaleza, y en el caso de la SC y sus subcuencas hidrológicas, esto

ha derivado en la pérdida de la cobertura vegetal y la reducción significativa de afluentes y cuerpos de agua, entre muchas otras cuestiones.

A su vez, la alteración del régimen hídrico natural de la zona (y de su naturaleza en general) afecta a las poblaciones de distintas formas, incluyendo las inundaciones que recurrentemente provocan graves pérdidas económicas en todos los sectores. La erosión de suelo, riesgos a la salud, hundimientos de suelo, escasez de agua, riesgo de conflictos sociales derivados de la competencia por el agua, son entre otros los problemas que caracterizan la situación actual en estas regiones.

La disponibilidad de agua así como su calidad son cruciales para las poblaciones que habitan en las cuencas. Las descargas de aguas residuales (domésticas, industriales y de retornos agrícolas) y la disposición de desechos sólidos y peligrosos, constituyen problemas de vastas dimensiones ambientales, económicas y sociales.

El acelerado crecimiento demográfico e industrial, el intenso flujo de actividades comerciales y agrícolas (y el consecuente cambio al uso del suelo para cada caso), aunado a la exportación de importantes volúmenes de agua en las cuencas en cuestión para las actividades socioeconómicas de las metrópolis inmediatas: ZMVM, ZMVT y ZMC y muchas otras localidades, han propiciado una situación hídrica en crisis traducida en un agotamiento de los acuíferos de la región centro del país, en gran medida, a que ha sido escenario de un intenso crecimiento socioeconómico, generando un proceso de deterioro acelerado y progresivo de sus ecosistemas.

---

## **2.2 Sistemas metropolitanos periféricos a la Sierra**

Como hemos visto, la SC conforma el parteaguas de tres cuencas hidrológicas con características ambientales de relevancia en el país. Además de encontrar en estas regiones hidrológicas una gran variedad de ecosistemas, también encontramos sistemas metropolitanos, mismos que han incidido en la configuración de las actividades socioeconómicas y en la transformación ambiental de la región centro de México.



A lo anterior, la Sierra está rodeada por tres grandes zonas metropolitanas<sup>8</sup>: Toluca al oeste con casi 2 millones de habitantes; Valle de México al este con más de 20 millones; y Cuernavaca al sureste con cerca del millón (INEGI, 2010). La superficie estimada del área urbana (AU)<sup>9</sup> de estas tres metrópolis es de casi 3 mil km<sup>2</sup>. En suma, representan una población estimada en 22,859,352 habitantes mismos que están distribuidos en un sistema megalopolitano de forma heterogénea, y básicamente, es en el centro de éste, donde encontramos geográficamente enclavada a SC (Barrera, 2012a).

**Cuadro \_\_. Crecimiento histórico poblacional de las Zonas Metropolitanas: ZMVM, ZMVT y ZMC**

Población Zonas Metropolitanas (número de habitantes)			
Año	ZMVM	ZMVT	ZMC
2010	20,137,152	1,846,602	875,598
2000	17,968,895	1,410,870	659,762
1995	16,898,316	992,081	605,147
1990	15,226,800	827,163	483,951
1980	12,994,450	597,350**	347,189***
1970	8,623,157	149,750	134,117
1960	4,993,871	89,396	77,484
1950	2,872,334*	53,481	43,309
1940	1,559,782	43,429	-
1930	1,048,970	41,234	-
1921	661,708	34,265	-
1910	471,066	31,023	-
1900	344,721	25,940	-

Fuente: Barrera, Herman (2012a), "Deterioro socioambiental en la Sierra de las Cruces", pag. 43, *Diseño y Sociedad*, num 32, Mexico.

\* Se da el fenómeno de la conurbación de su área urbana sobre municipios de la entidad del Estado de México adquiriendo se carácter metropolitano. \*\* Adquiere su carácter metropolitano al integrarse como un subsistema urbano con sede en la ZMVM, por el impulso al desarrollo industrial. \*\*\* Adquiere su carácter metropolitano al integrarse como un subsistema urbano con sede en la ZMVM, en gran medida por el impulso a las actividades terciarias.

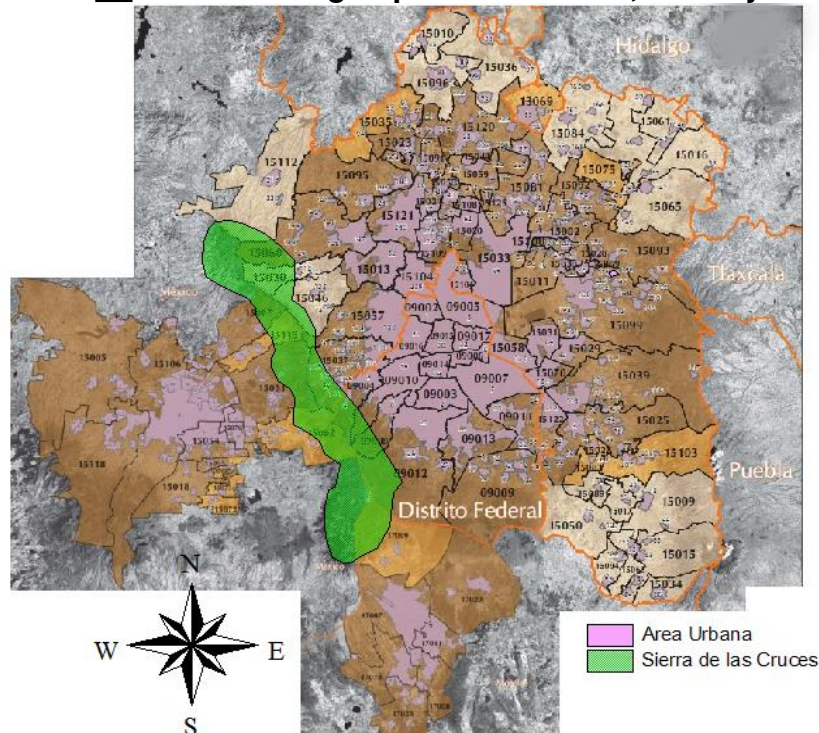
<sup>8</sup> Por zona metropolitana se entiende la "extensión territorial que incluye a la unidad político administrativa que contiene a la ciudad central y a las unidades político administrativas contiguas a ésta que tienen características urbanas, tales como sitios de trabajo, o lugares de residencia de trabajadores dedicados a actividades no agrícolas, y que mantienen una interacción socioeconómica directa, constante e intensa con la ciudad central y viceversa" (1976: 118). Para Unikel "el fenómeno metropolitano puede presentarse en cualquier tamaño de ciudad, siempre y cuando ésta genere suficiente actividad económica como para integrar social y económicamente sus áreas circundantes" (1976: 124).

<sup>9</sup> Por Área Urbana (AU) se entiende: "la ciudad misma, más el área contigua edificada, habitada o urbanizada con usos del suelo de naturaleza no-agrícola y que partiendo de un núcleo, presenta continuidad física en todas direcciones hasta que sea interrumpida en forma notoria por terrenos de uso no-urbano, como bosques, sembradíos o cuerpos de agua" (Unikel, 1976: 118).

La interacción entre estas tres metrópolis aunado a otros centros urbanos de carácter metropolitano como Puebla-Tlaxcala, Pachuca, Querétaro (donde el polo dominante es la ZMVM), en conjunto forman un sistema de ciudades ubicadas en la región del altiplano central, que en términos territoriales se le denomina megalópolis.

De acuerdo a Pradilla (1998: 40) la megalópolis resulta de la formación de grandes sistemas urbanos uni o multicéntricos, tramas densas de población, actividades económicas, políticas, culturales, administrativas y de gestión, infraestructura, servicios e inmuebles, con diversos polos de concentración, resultantes de la expansión centrífuga de varias ciudades o metrópolis cercanas, que atrapan en su interior a múltiples centros de población menores y áreas rurales cuya complejidad también crece, lo cual da lugar a tramas construidas discontinuas pero estrechamente articuladas por múltiples flujos y relaciones, interdependientes económicamente, con alta densidad de infraestructura y servicios, donde la localización de actividades es relativamente indiferente en la medida que comparten economías de aglomeración, externalidades y ventajas comparativas.

**Grafico \_\_. Sistema megalopolitano: ZMVM, ZMVT y ZMC**



Fuente: Elaboración propia con información tomada de CONAPO:  
*Delimitación de las zonas metropolitanas de México, 2005*

A lo anterior, la megalópolis de la región centro del país está conformada por las metrópolis: Valle de Toluca, Cuernavaca, Puebla-Tlaxcala, Pachuca, Querétaro y Valle de México, esta última, es el punto neurálgico del sistema megalopolitano (Pradilla, 1998). En nuestro caso, basados en una escala de estudio biorregional menor, nos referiremos como *megalópolis* a la relación constituida por la ZMVM, ZMVT y ZMC, mismas que son las metrópolis inmediatas a nuestro ecosistema de estudio (Barrera, 2012a).

#### **MEGALOPOLIS:**

En 2010 las Zonas Metropolitanas que rodean a la SC (ZMVT, ZMVM y ZMC) suman una población cercana a los 23 millones de habitantes. Con una superficie de su área urbana (AU) cercana a los 3,000 km<sup>2</sup>, forman parte de la megalópolis del centro y la región económica más importante del país. Aportan más del 35% del PIB nacional, por su concentración de actividades comerciales, de servicios, financieras, industriales, políticas, mismas que ligadas con los requerimientos de sus habitantes consumen grandes cantidades de elementos naturales e insumos como agua, alimentos, materias primas, energía eléctrica, así como generan importantes cantidades de desechos y contaminantes.

Sus 30 Parques Industriales (PI) concentran miles de industrias y empresas que han ido empleando a muchos pobladores de la Sierra, incidiendo en la modificación socioambiental. La presión de muchos de los asentamientos periféricos sobre áreas agrícolas y forestales, ha ido configurando un territorio disforme y fragmentando el socio-ecosistema, así como deteriorando y contaminado la naturaleza. Las muchas vías de comunicación que convergen desde diferentes partes del país hacia esta región, han ido alentando no solo las relaciones económicas fundadas en la producción, intercambio y distribución de mercancías producidas en los PI, sino también la paulatina integración del AU de las metrópolis con poblados periféricos ubicados en la Sierra. - Página de la tesis: 199.

### **2.2.1 Problemáticas Metropolitanas**

Desde la década de 1940 a la fecha, el crecimiento poblacional de la ZMVM ha sido constante y muy superior al resto de las ciudades del país al concentrar, a principios del año 2010, más de 20 millones de habitantes, muy por arriba de la segunda y tercera zonas metropolitanas en importancia: Guadalajara y Monterrey con 4.3 y 3.7 millones respectivamente.

Es a partir de 1950 cuando la Ciudad de México experimenta un proceso de expansión de su AU sobre zonas pertenecientes al EM. En esos años, su población alcanza cerca de 3 millones de habitantes lo que a la postre detonaría en el incremento de actividades socioeconómicas, derivando en una continua expansión urbana sobre municipios del EM, en gran medida, por la consolidación de diversos factores: vías de comunicación, incursión del transporte, implantación industrial, cobertura de servicios públicos y

equipamientos en áreas periféricas, etc. (Delgado, 1988; Legorreta, 1989; Garza y Damian, 1991; Terrazas, 1995; Duhau, 1998).

Aunado a esto, las políticas de concentración económica, y centralidad de las actividades de gestión, las crecientes migraciones campo ciudad, el crecimiento físico y normal de los poblados periféricos, y sobre todo una ausencia en cuanto a legislación y planeación ambiental incentivaron la expansión física de la ciudad (Unikel, 1976; Delgado, 1988; Garza y Damian, 1991), en buena parte, hacia áreas forestales y lacustres como el suelo de conservación (Castro, 1999) tanto del DF, EM y Morelos.

Por su parte, la ZMVT a inicios de esta década se consolida como la quinta ciudad con mayor población con 1 410 870 habitantes (CONAPO, 2010) crecimiento asociado en gran medida a las actividades industriales (Garza, 2003), conllevando el crecimiento urbano de la capital mexiquense, que a su vez ha integrado poblados periféricos.

No ajeno a estas cuestiones, la ZMC también ejerce una presión sobre las áreas naturales de la SC. Invasiones, ventas de terrenos ejidales, apertura de caminos, actividades “ecoturísticas”, el aumento de asentamientos humanos, proyectos carreteros, implantación de corredores industriales, etc., han conllevado una deforestación y transformación del ambiente en la parte sur de la Sierra (Barrera, 2012a).

De este modo, la consolidación industrial en la megalopolis, la interacción socioeconómica por medio de canales de comunicación como las carreteras, los cambios al uso del suelo, la constante presión que ejercen sobre la naturaleza, conlleva transformaciones socioambientales que ponen en riesgo las relaciones ecológicas de la Sierra.

### **2.2.2 Zona Metropolitana del Valle de México**

La ZMVM<sup>10</sup> se localiza dentro de la Cuenca del mismo nombre (CVM); en 2010, está conformada por la 16 delegaciones del DF y 60 municipios conurbados; uno de ellos del Estado de Hidalgo, los restantes del EM (Barrea y Pino (Pradilla coord), 2014).

De acuerdo a los resultados del censo 2010 del INEGI, cuenta con una población de poco más de 20 millones de habitantes, de los cuales 8.873.017 están dentro del territorio del DF y el resto se encuentra distribuido en los municipios conurbados. Un informe sobre las ciudades más pobladas del mundo elaborado por la ONU<sup>11</sup>, coloca a la ZMVM como la tercera en el mundo, solo por detrás de Tokio y Seúl.

El fenómeno metropolitano que ha experimentado a partir de mitad de siglo XX tiene diversos factores como detonantes del crecimiento de la población así como de su expansión urbana sobre diversos municipios o unidades político administrativas (UPA) y entidades como es el caso del DF, EM e Hidalgo. La ubicación de los principales poderes políticos administrativos a nivel federal al interior del DF, puede ser una explicación para entender su crecimiento. Asimismo, la implantación industrial resultado de un modelo económico Benefactor iniciado durante los años 40-50, y modificado durante los 80-90 del siglo XX, se tradujo en una dinámica socioeconómica altamente redituable para la ciudad y que ocupó territorios principalmente al norte y oriente de la metrópoli para la manufactura (Unikel, 1976).

La cobertura de infraestructuras y servicios: vialidades, agua potable, energía eléctrica, así como de equipamientos para satisfacer la demanda de las actividades socioeconómicas, el crecimiento de asentamientos humanos regulares e irregulares en diversas partes de la ciudad fueron configurando un AU, que a partir de 1950, comienza a

---

<sup>10</sup> En 2010 la ZMVM es por mucho la ciudad con mayor población de México con 20,137,152 habitantes. La superficie de su área urbana es de aproximadamente 2,120 km<sup>2</sup>, lo que la convierte en la mayor urbe en términos físicos pero también económicos. Aporta 29% del PIB nacional, por su concentración de actividades comerciales, de servicios, financieras, industriales, políticas, mismas que ligadas con los requerimientos de sus habitantes consumen grandes cantidades de recursos naturales e insumos como agua, alimentos, materias primas, energía eléctrica, así como generan importantes cantidades de desechos (Garza, 2003). La presión de muchos de los asentamientos periféricos sobre áreas agrícolas y forestales, ha ido desatando procesos de fragmentación del ecosistema, así como deteriorando y contaminado el ambiente. Las muchas vías de comunicación que convergen desde diferentes partes del país hacia la metrópoli, han ido alentando no solo las relaciones económicas fundada en la producción, intercambio y distribución de mercancías, sino también la paulatina integración del AU central con poblados periféricos ubicados en ambientes de montaña, (Terrazas, 1995; Barrera, 2012).

<sup>11</sup> Reporte urbanístico de las Naciones Unidas, 2005 (pp. 132-133).

desbordarse hacia el EM, y en los 60s, es mucho mas evidente con la consolidación de industrias, asentamientos y colonias en municipios como Naucalpan, Tlalnepantla, Ecatepec, principalmente (Delgado, 1988).

El proceso de crecimiento de la ZMVM durante el siglo XX significó el aumento extraordinario de su población y la expansión física del AU sobre el territorio de otras entidades como el EM y más recientemente sobre el municipio de Tizayuca en Hidalgo. Este proceso de crecimiento ha estado ligado a etapas caracterizadas por la presencia de diversos factores que han alentado su crecimiento destacando el aumento exponencial de la población, las migraciones campo-ciudad, las cambiantes estructuras económicas, las formas de ocupación y especulación del suelo y producción de vivienda (Duhau, 1998), la implantación industrial, los distintos proyectos de infraestructuras y obras públicas y servicios de transporte (Unikel, 1976; Delgado, 1988; Legorreta, 1989), la cuestión política y de grupos como impulsora de asentamientos periféricos (Garza y Damian, 1991; Duahu, 1998), las características edafológicas e incluso orográficas, mismas que han condicionado los procesos de expansión urbana (Terrazas, 1995), entre otros aspectos que sin ellos no se podría lograr un entendimiento del fenómeno metropolitano.

De 1940 a 1960 se da el crecimiento industrial hacia el norte del DF el cual conllevó economías de aglomeración, que incrementaron la localización de más fabricas (y por consiguiente requirieron una demanda de fuerza de trabajo) así como de usos del suelo habitacionales en la periferia (Unikel, 1976). En 1940 se iniciaron nuevas obras de captación y distribución de agua aumentando su flujo en la ciudad. En 1942 se inició un proyecto hidráulico para suministrar agua del río Lerma a la Ciudad de México por medio del túnel Atarasquillo-Dos Ríos (que atraviesa a la SC), y fue hasta 1951 cuando entro en operación; en 1976, ante una creciente demanda de agua en la ZMVM, se inicia la segunda etapa consistente en un sistema hidráulico conformado por una serie de presas interconectadas, algunas ubicadas dentro de la CRL y otras en la Cuenca Río Balsas (CRB), proyecto que se denomino el Sistema Cutzamala (Barrera, 2013c).

Por otro lado, el aprovechamiento de antiguos causes dio origen a nuevas avenidas, y a inicios de esta década se contaban con arterias como: Chapultepec, Reforma, Á. Obregón, Insurgentes, Revolución, Cuauhtémoc y Baja California. De 1930 a 1950 la red vial se extendió para comunicar las diversas zonas de la ciudad y los centros fabriles que después de 1950 comenzarían a consolidarse en algunos municipios del EM (Garza y Damián, 1991: 26).

Asimismo, el proceso de urbanización, que cobró fuerza a partir de 1940, se da en gran medida sobre suelo de tenencia ejidal y comunal lo que ha originado que la tierra urbanizable haya dependido de las condiciones impuestas por el sector agrario, ya sean sus núcleos agrarios, las organizaciones campesinas y las autoridades agrarias (Duhau, 1998: 133).

Entre 1950 y 1970, es evidente el fenómeno de conurbación al sobrepasar el AU los límites del DF e introducirse en municipios del EM, en gran medida por la ampliación y consolidación de la industria sobre municipios como Tlalnepantla, Ecatepec y Naucalpan, tanto por el bajo valor de la tierra y una mayor disponibilidad de extensiones de suelo (a diferencia del centro), así como las facilidades (principalmente en el EM) para obtener crédito gubernamental para industrias garantizándoles exenciones fiscales, así como para la población con necesidad de adquirir viviendas.

La industria permitió que una buena parte de la fuerza de trabajo que anteriormente se dirigía a las zonas centrales de la ciudad, fuera captada por empresas ubicadas en los municipios del norte del EM o Azcapotzalco en el caso del DF, garantizando un despliegue sobre la periferia inmediata, ocasionando la primera conurbación y la primera modificación de límites administrativos como resultado de este crecimiento, impulsado también, por la construcción del periférico (Delgado, 1988: 111), Ciudad Universitaria y Circuito Interior hacia el sur del DF (Garza y Damián, 1991: 37) conllevando la incursión del AU sobre Tlalpan, Xochimilco y Magdalena Contreras así como Naucalpan y Nezahualcóyotl al noroeste y noreste del EM respectivamente, pasando el AU de 29 000 ha a casi 69 000 ha. (Delgado, 1988: 112).

Entre 1950 y 1960 hubo un incremento poblacional que se intensificó principalmente en municipios del EM como: Chimalhuacán, Cuautitlán, La Paz, Coacalco y Huixquilucan sobre tierras de tenencia ejidal y comunal, como fue el caso de este último municipio. Desde 1960 se observa una disminución drástica de la densidad en las áreas centrales debido a la expulsión de población “por la sustitución del uso del suelo habitacional que se transforman en otros más rentables, como el comercial y servicios” (Delgado, 1988: 125). Dicho crecimiento urbano se produjo sobre terrenos de conservación del DF y rurales del EM, perjudicando áreas de valor ambiental para el equilibrio ecológico de la CVM (Castro, 1999). De 1952 a 1964 hay un aumento de los transportes particulares que pasa de 72 mil a 320 mil unidades lo que originó una mayor congestión en la CM, sin dejar de lado las repercusiones ambientales atmosféricas (Legorreta, 1989). A fines de esta década se inaugura la primera línea del metro para 1970 se contaba con 40.8 km. de vías, en 1988 141 km. y en 1991 158 km. (Garza y Damián, 1991: 38).

Durante el Periodo 1970-2005, la implantación industrial en el norte, principalmente en Izcalli y Tultitlan, aunado a la imposibilidad de fraccionamientos en el DF, aumentaron la población de la ciudad y expandieron su AU en la periferia, integrándose varios municipios más, lo que originó la toma de conciencia, por primera vez en la historia de la planeación urbana, de una política de contención formal de la expansión física horizontal (Delgado, 1988).

En 1970 el crecimiento del AU se da en gran medida por los asentamientos populares irregulares a través de 3 mecanismos: “1) El fraccionamiento y venta no autorizados de grandes predios y propiedades, cuya cercanía con las áreas urbanas consolidadas les otorgaba un repentino valor de mercado. 2) Las invasiones de predios sin propiedad definida o aparente propiciadas y promovidas por líderes diversos (grupos o partidos políticos). 3) La enajenación de lotes en los poblados tradicionales fuera del área urbana” (Duhau, 1998: 151). Durante esta etapa la ciudad incorporo grandes extensiones de tierra de uso agrícola al igual que fue integrando, pequeñas localidades así como terrenos para uso habitacional e industrial. Desde 1970, determinantes como un mayor control gubernamental con respecto a la expansión de los asentamientos populares, la saturación de tierras en delegaciones como G. A. Madero e Iztapalapa y a la



imposibilidad de asentarse en suelo de conservación ecológica al sur del DF, orientaron la expansión urbana hacia el suroriente y en menor medida surponiente sobre terrenos que principalmente eran agrícolas ejidales y en ciertos casos privados.

Durante 1980, pese a una reducción considerable de la tasa de crecimiento poblacional, no así el proceso de expansión del AU continua a través de la formación de nuevas colonias populares mediante la incorporación del uso del suelo habitacional en tierras de propiedad privada dedicadas para la agricultura ubicadas en municipios como Cuautitlán Izcalli, Cuautitlán de Romero Rubio, Tecámac, Chalco, Ixtapaluca Chimalhuacán, Chicoloapan, Nicolás Romero, Tultepec, Melchor Ocampo, Acolman, entre otros (Duhau, 1998: 136), sumando el AU de la ZMVM una superficie total del 113 999.27 ha. (Castro, 1999).

En años recientes es visible que la expansión del AU se ha dirigido al oriente, hacia municipios como Ixtapaluca, Chalco, Chicoloapan, Atenco, Texcoco, Chiconcuac y Chiautla, mientras en el norte el crecimiento se ha dado sobre Ecatepec, Cuautitlán, Jaltenco, Atizapán, Acolman, Coacalco, Tultepec, Nextlalpan, Melchor Ocampo, Zumpango, Teoloyucan y Tecámac, incluso el municipio de Tizayuca (Hidalgo) también han experimentado una expansión de su cabecera municipal, integrándose al AU de la ZMVM (Barrera, 2011).

En ciertas zonas se ha mantenido un menor crecimiento del AU como en el vaso de Texcoco o al sur y poniente de la ciudad donde hay pendientes naturales (Terrazas, 1995). Este autor considera el factor topográfico como un determinante natural que condiciona las formas de apropiación y utilización del suelo para el desarrollo urbano y como factor de contención del crecimiento de la ZMVM. Asimismo resalta el aspecto de las principales vías de comunicación de la ciudad hacia el exterior, constituidos por las carreteras federales y de cuota y por las líneas de ferrocarril que unen la CM con Cuernavaca, Oaxtepec, Amecameca, Puebla, Texcoco, Tulancingo, Pachuca, Querétaro, Villa del Carbón y Toluca, como lo ejes de la metropolización, mismos en donde se ubican los equipamientos y actividades urbanas más intensas como son el comercio, los servicios y la industria.

Aun así, en el caso del poniente de la ZMVM, pese a presentar características topográficas que han complicado la expansión del AU, también ha experimentado un proceso de transformación territorial evidente. La barrera natural que ha representado las sierras del poniente y sur, sin duda han incidido en un patrón de crecimiento menos acelerado que en el resto de la metrópoli, sin embargo, la existencia de importantes infraestructuras de comunicación que conectan a la ZMVM con el resto de la megalópolis, aunado a la consolidación de asentamientos residenciales ubicados en las laderas (en el caso de la SC) como Chiluca, Condados de Sayavedra, Lomas Verdes, Interlomas, Huixquilucan, Villa alpina, entre otras, así como los procesos de cambios al uso del suelo y de actividad económica de una buena parte de la población residente en zonas a pie de monte, ha llevado a un deterioro ecológico progresivo, mismo que se traduce en una disminución de áreas boscosas, hundimientos del subsuelo, menor recarga de acuíferos, calentamiento por las superficies pavimentadas y cimentadas, rompimiento de ciclos ecológicos y destrucción de hábitats naturales, contaminación atmosférica, generación de desechos, y en consecuencia en deterioro de la calidad de vida de los habitantes etc.

Es evidente que el carácter y escala metropolitana se ve rebasada por un despliegue sobre un ámbito regional dominado por las relaciones territoriales y económicas que definen a la megalópolis. Así como lo estimaron Garza y Damián (1991) la ZMVM se ha interconectado en términos comerciales, de servicios, industriales y de gestión con ciudades como Toluca, Querétaro, Pachuca, Puebla, Cuernavaca significando procesos de transformación de ecosistemas mismos que han perdido terreno ante el avance de las actividades socioeconómicas.

De este modo la expansión de la ZMVM es resultado de distintos factores que han originado una configuración territorial heterogénea con usos del suelo y actividades económicas diversificadas que paulatinamente han ido conformando una de las metrópolis más grandes y complejas del mundo, desbordando su AU más allá de los límites del DF, complicando la toma de decisiones, la coordinación de los distintos gobiernos, las políticas de acción y desarrollo en el territorio urbano-metropolitano, la nula y complicada aplicación de la legislación existente, el financiamiento inequitativo para

obras públicas y proyectos para la ciudad, y dejando de lado o minimizando la cuestión ambiental (Garza y Damian, 1991; Eibenshultz, Pradilla, 2009).

En términos nacionales, se constituye como la urbe más importante por su número de población, sus actividades financieras, político-administrativas, comerciales, así como por la enorme distribución de gasto público, servicios, infraestructuras y equipamientos (Hiernoux, 1998). El 73% del PIB de la ZMVM lo provee el DF, destacando las delegaciones Miguel Hidalgo, Benito Juárez, Álvaro Obregón, Coyoacán y Cuauhtémoc mismas que aportan el 51% del PIB del DF.

### **2.2.3 Zona Metropolitana del Valle de Toluca**

La ZMVT<sup>12</sup> es otro subsistema megalopolitano que se encuentra dentro de la CRL, específicamente en la subregión Lerma-Estado de México y en la subcuenca Álzate. Su crecimiento ha sido constante, y en 2010, es la quinta más grande a nivel nacional, después de la ZMVM, Monterrey, Guadalajara y Puebla (INEGI, 2010).

En las últimas décadas, ha experimentado un proceso de crecimiento poblacional que se ha traducido en el incremento de su AU, al integrar paulatinamente a varios poblados periféricos mismos que han ido experimentando procesos físicos y jurídicos de cambios al uso del suelo y a su vez de actividad económica de su población. De acuerdo a CONAPO, en 2010, la ZMVT se compone de 14 municipios (Almoloya de Juárez, Calimaya, Chapultepec, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Otzolotepec, Rayón, San Antonio la Isla, San Mateo Atenco, Toluca, Xonacatlán, Zinacantepec) que albergan poco más de 1.800 000 habitantes. La creación de parques industriales en la ZMVT y en otras zonas cercanas como Atlacomulco, ha sido un factor esencial para poder entender el aumento de la población y la expansión física de la metrópoli.

#### **Cuadro--. PEA de la ZMVT en 2010**

---

<sup>12</sup> La ZMVT es la quinta ciudad con mayor población de México con 1,846,602 habitantes (INEGI, 2010). Con una superficie de su área urbana de aproximadamente 420 km<sup>2</sup>, es una urbe que urbe en términos físicos está aumentando considerablemente por factores económicos. La industria y el comercio-servicios son el principal motor de su economía, mismas que consumen grandes cantidades de recursos naturales e insumos como agua, alimentos, materias primas, energía eléctrica, así como generan importantes cantidades de desechos. La metrópoli ha perdido muchas de sus áreas agrícolas y forestales, por el crecimiento de su área urbana, así como los parques industriales que posee mantienen una constante presión y deterioro sobre la naturaleza.

Municipio	Población Ocupada	Sector Primario	Sector Secundario	Sector Terciario	No Especificado
Almoloya de Juárez	28 897	5 211	11 680	11 067	939
Almoloya del Río	2 946	180	1 467	1 253	46
Calimaya	10 953	2 206	3 613	4 698	436
Chapultepec	1 987	264	764	909	50
Metepec	72 668	1 288	21 587	46 677	3 116
Mexicaltzingo	3 343	240	737	2 286	80
Rayón	3 037	384	1 322	1 256	75
San Antonio la Isla	3 344	573	1 451	1 223	97
Tenango del Valle	19 848	6 245	4 928	8 227	448
Texcalyacac	1 310	202	433	602	73
Xonacatlan	7348	948	2459	11560	392
San Mateo Atenco	12340	5650	4570	1859	231
Toluca	232 761	5 055	75 850	142 749	9 107
Zinacantepec	35 386	3 115	13 943	17 003	1 325
ZMVT	540,380	31329	142660	250978	2244

Fuente: elaboración propia con datos tomados de Conapo 2010.

En 1970 la ciudad de Toluca tenía 149,750 habitantes, pero la industrialización detonada a partir de los años 50s, el desarrollo de las actividades terciarias en los 80s, y por supuesto, su cercanía a un mercado gigantesco como es la ZMVM (la cual es el epicentro del sistema megalopolitano) son factores para explicar su crecimiento demográfico vertiginoso durante las últimas décadas.

En 2010 tiene 1,846,602 habitantes, de los cuales 540,380 es decir el 30% corresponde a la Población Económicamente Activa (PEA), misma que se encuentra insertada principalmente en las actividades secundarias y terciarias.

#### 2.2.4 Zona Metropolitana de Cuernavaca

El INEGI, CONAPO y la Secretaría de Desarrollo Social ha reconocido la existencia de 2 zonas metropolitanas en Morelos (ZMC<sup>13</sup> y ZM de Cuautla). En el caso de la primera, está

<sup>13</sup> La ZMC tiene una población de 875,598 habitantes (INEGI, 2010) y una superficie de su AU de aproximadamente 242km<sup>2</sup>. La industria, el comercio-servicios son el principal motor de su economía. Asimismo, se ha dado un fenómeno de migración especialmente de población de niveles medios altos provenientes de la ZMVM, que han cambiado su residencia y a su vez han consolidado su crecimiento urbano, auspiciado por diversas empresas desarrolladoras inmobiliarias que han ido ganándole terreno a las áreas naturales y agrícolas. Por otro lado se ha dado un incremento de parques industriales. La industria y el comercio-servicios son el principal motor de su economía, mismas que

constituida por los municipios de Cuernavaca, Emiliano Zapata, Huitzilac, Jiutepec, Temixco, Tepoztlan y Xochitepec.

Cuernavaca es el municipio central de la ciudad (capital del estado de Morelos). De acuerdo con cifras del Segundo Censo de Población y Vivienda del INEGI 2005, el municipio tenía 349.102 habitantes, y la ciudad 332.197. Sin embargo, en 2010, su AU se desborda a otros municipios cercanos como Jiutepec, Huitzilac, Temixco, Tepoztlan, Xochitepec y Emiliano Zapata, conurbando varias de sus localidades, constituyendo un área metropolitana de 875,598 habitantes.

La tasa de crecimiento anual de la ciudad entre 2000 y 2005 fue muy baja (0,27%), debido a que todo el municipio de Cuernavaca está prácticamente urbanizado, mientras que la zona metropolitana, durante el mismo periodo, tuvo una tasa de 1,12% (ligeramente mayor que la media nacional).

**Cuadro---. Zona Metropolitana de Cuernavaca: Población 1990-2005**

Municipio	Población			
	1990	1995	2000	2005
28. ZMC	549 998	685 896	753 510	802 371
Cuernavaca	281 294	316 782	338 706	349 102
Emiliano Zapata	33 646	49 773	57 617	69 064
Huitzilac	10 573	13 589	15 184	14 815
Jiutepec	101 275	150 625	170 589	181 317
Temixco	67 736	87 967	92 850	98 560
Tepoztlán	27 646	26 503	32 921	36 145
Xochitepec	27 828	40 657	45 643	53 368

Fuente: Elaborado por el Grupo Interinstitucional con base en los Censos Generales de Población y Vivienda de 1990 y 2000, y los Censos de Población y Vivienda de 1995 y 2005.

Por otra parte, la ZMC cuenta con espacios destinados a la actividad industrial donde están establecidas importantes empresas como NISSAN MEXICANA, UNILEVER, NEC,

---

consumen grandes cantidades de recursos naturales e insumos como agua, alimentos, materias primas, energía eléctrica, así como generan importantes cantidades de desechos.

ALUCAPS MEXICANA, SYNTEX, BERU, BAXTER, SINTENOVO entre otras. Tanto los servicios, manufactura y comercio tienen una participación importante en el PIB estatal.

Entre las ramas manufactureras, destacan la industria automotriz-autopartes, la industria químico-farmacéutica, la industria de alimentos y bebidas y la de fabricación de productos a base de minerales no metálicos, las cuales están integradas principalmente por empresas grandes y medianas, que en su mayoría son de capital extranjero.

### **2.2.5 Problemáticas del proceso de metropolización**

Una de las problemáticas del fenómeno metropolitano tiene que ver con la importancia que adquiere el aspecto político-administrativo- presupuestal respecto al crecimiento de la ciudad y su conurbación, ya que complica la gestión entre distintas entidades federativas como el caso del DF y el EM, e incluso la inminente integración del AU de las zonas metropolitanas del Valle de México y Toluca.

Para Delgado (1988), sería necesario articular la inminente expansión metropolitana sobre la CVM con una reorganización de sus economías locales. Asimismo la dimensión metropolitana y megalopolitana exige la formulación de nuevas formas de ocupación colectiva del suelo, y exigiría la formulación de un gobierno metropolitano así como la redefinición de los límites jurídicos delegacionales, municipales y estatales (Delgado, 1988; Legorreta, 1989).

Con el crecimiento del AU de cada una de las zonas metropolitanas, la dotación de infraestructuras es más compleja debido a la burocratización. La atribución de este tipo de condiciones se reparte por diversas instituciones de distintos órdenes de gobierno y colores políticos, sin olvidar que muchas veces existe un carácter elitista en la dotación servicios públicos principalmente en las colonias populares y responde a procesos de patrocinios políticos. Asimismo, la Ciudad de México constituye un freno para el desarrollo económico ya que directa e indirectamente el grueso de la inversión pública federal se orienta a satisfacer las necesidades de la urbe, lo que genera una inadecuada asignación de recursos financieros públicos a nivel nacional (Garza y Damián, 1991).

El transporte público como un elemento dinámico de urbanización también ha experimentado ciertas problemáticas debido a la desmedida concentración de población y sus consecuentes necesidades de desplazamiento entre una zona y otra. Las vías de comunicación que incentivan el uso del automóvil particular, han evidenciado sus fallas, ineficiencia y desarticulación en la ciudad, aunado a las deficientes políticas de vialidad que promueven su uso en vez de invertir en transporte público eficaz, eficiente y económico para los usuarios (Legorreta, 1989).

De igual importancia es el crecimiento demográfico y sus diversas necesidades de suelo, servicios, infraestructuras, abasto, empleo, etc., que inciden en las relaciones socioambientales visibles en el deterioro de suelos y vegetación, alteración del clima, actividades agropecuarias, desecación de ríos, erosión de suelo, contaminación de aire, agua, etc. Para Castro (1999), las presiones sobre la metrópoli (en el caso de la ZMVM) más evidentes son: el crecimiento demográfico y migratorio hacia los municipios conurbados, la ubicación de las industrias detonadoras de la urbanización, el transporte y la red de vías que enlazaron polos urbanos, propiciando la urbanización particularmente sobre suelos rurales de conservación en el DF como en el EM.

Resalta entre las principales deficiencias: la falta de aplicación de planes y programas de desarrollo urbano metropolitano y megalopolitano, de un análisis integrado de la región ecológica de la CVM y los impactos intrarregionales hacia otras regiones como en el caso de las cuencas hidrológicas aledañas, de integración, interpretación e interpolación interdisciplinaria y transdisciplinaria del fenómeno urbano-ambiental y regional ambiental. Asimismo destaca el papel jugado por los fraccionadores privados y de suelo irregular, y el hecho de que el gobierno del EM presente un rezago en materia de políticas y planeación urbana con respecto a la del gobierno del DF, lo que ha originado un crecimiento urbano sin control, sin fijar claramente cuáles serían las superficies de conservación y cuales las superficies de reserva urbanizables ni su caracterización, y el hecho de que las investigaciones institucionales sobre el fenómeno metropolitano de la CM no trabajen la dimensión territorio–ambiente integralmente (Castro, 1999).

La disminución de áreas agrícolas, de conservación especial y en términos generales de áreas naturales por la presión urbana y el inminente deterioro ambiental que representan diversos ecosistemas cercanos a estas tres metrópolis, son síntomas evidentes de que el sistema megalopolitano está llegando a un límite y que la apropiación, uso, sobreexplotación de su naturaleza es insostenible.

Como se ha visto, aspectos como el sociodemográfico y económico son factores relevantes para entender el crecimiento urbano y sus patrones de ocupación del suelo en la megalopolis. Los subsistemas metropolitanos que la conforman, su expansión y su configuración territorial, esta intrínsecamente asociada a condiciones políticas, económicas, sociales, tecnológicas, naturales-topográficas y en correspondencia también con las interrelaciones con otros territorios, lo que ha generado una dinámica megalopolitana insostenible para los ecosistemas cercanos, que es de donde se extraen diversos elementos naturales, mismos que son utilizados como “recursos” y materia prima para los procesos productivos de las grandes ciudades.

A lo anterior, la SC queda inmersa en estos procesos, por lo cual resulta un ecosistema de gran importancia en términos sociales y ambientales, que hacen voltear nuestra mirada para estudiarlo, con la finalidad de comprender los fenómenos de transformación biofísica y sociocultural, como causa de factores específicos. De este modo, en el próximo apartado, caracterizaremos geográfica, ambiental, cultural, política y económicamente a la Sierra, para identificar los principales elementos que la constituyen, y con base en estos, hacer aportaciones traducidas en información actualizada por medio de un diagnóstico, de una modelación sistémica de los elementos que la conforman, de reconocer sus principales problemáticas, y de diseñar propuestas que permitan revertir la situación actual de deterioro ecológico.



## 2.3 Caracterización geográfica de la Sierra de las Cruces

La Sierra de las Cruces (SC) forma parte del Eje Volcánico Transversal (EVT<sup>1</sup>) mismo que es una faja volcánica que atraviesa el centro del país desde el océano Pacífico al Golfo de México. Como hemos visto, su superficie se desborda sobre tres diferentes cuencas: CRL, CRB y CVM (Barrera, 2012<sup>a</sup>). A su vez, y como hemos visto, se ubica sobre las subcuencas: Cuautitlán, Xochimilco, Churubusco, El Salto, Ciudad de México, Tepuxtepec, Álzate y Amacuzac.

**Grafico \_\_. Ubicación de la SC en el EVT en México**



Fuente: elaboración propia.

La Sierra esta rodeada por tres zonas metropolitanas: ZMVT, ZMVM y ZMC mismas que ejercen una presión constante sobre su naturaleza, incluidas las poblaciones ubicadas al interior de este ecosistema. Uno de los grandes problemas tiene que ver con enorme dinámica socioeconomica generada en la megalópolis y sus procesos de expansión urbana incontrolada sobre espacios agrícolas y forestales (Barrera, 2012). Evidentemente que esta dinámica ha derivado en problemáticas tan diversas que enumerarlas seria básicamente imposible, en parte por la complejidad de los fenómenos que se dan en una escala

<sup>1</sup> El EVT es una cadena de volcanes que atraviesa el centro de México desde el Océano Pacífico hasta el golfo de México. Pasando por los estados de Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, México, Hidalgo, Distrito Federal, Morelos, Tlaxcala, Puebla y Veracruz. Entre los principales volcanes se encuentran: Ceborroco, Nevado de Colima, Paricutin, Nevado de Toluca, Ajusco, Popocatepetl, Malinche, Pico de Orizaba y Chichonal.

territorial tan amplia. Lo que a nuestro juicio es posible (y buscamos hacer énfasis en este trabajo) es delimitar y entender a la SC desde una visión biorregional y ecosistémica, por encima de la visión territorialista, debido a su importancia ambiental y sociocultural, como se verá más adelante.

La falta de instrumentos de política ambiental que permitan su comprensión como biorregión para generar procesos de conservación a cabalidad en toda su superficie aunado a la fragmentación sociocultural de las comunidades originarias, ha derivado en aumento de cambios al uso del suelo y de asentamientos humanos irregulares sobre superficies agrícolas y forestales; incremento de magno proyectos metropolitanos conformados por fraccionamientos residenciales, centros comerciales, clubes campestres, proyectos carreteros; expropiación de tierras para la construcción de centros académicos<sup>2</sup>; descomposición de las estructuras rurales tradicionales derivando en la pérdida del régimen de tenencia agrario; lo que ha generado áreas difusas y heterogéneas con usos de suelo diversos (agrícolas y no agrícolas) que han fragmentado a la Sierra, ocasionando la deforestación de importantes áreas de bosque, y a su vez, debilitando las interrelaciones biológicas del ecosistema, así como el quebrantamiento de la cultura y tradiciones de las comunidades autóctonas (Barrera, 2012a).

El aumento de asentamientos humanos, los cambios al uso del suelo y las consecuencias que tiene sobre el medio ambiente, aunado a las deficientes políticas ambientales de los órganos competentes y su ineficacia en cuanto a su operatividad y manejo, la poca información territorial actualizada respecto a la zona de estudio, así como la ignorancia, desinterés y falta de consenso, por parte de ciertas poblaciones ubicadas en dichas áreas forestales o en las zonas periféricas de la Sierra, así como de las dependencias competentes en materia ambiental, han dado como resultado el agotamiento y deterioro cada vez más severo y crítico de su naturaleza.

El deterioro ambiental ha incidido de forma directa en la pérdida de escurrimientos superficiales, pérdidas de flora y fauna, fragmentación de bosques, fragmentación, erosión,

---

<sup>2</sup> Entre estos centros académicos están la UAM-Lerma y la construcción de un plantel de la Universidad Bicentenario.

contaminación, degradación del suelo, aumento descontrolado de construcciones para actividades humanas, etc. En la medida en que las áreas de asentamientos humanos se expanden sobre las rurales, las áreas agrícolas lo hacen sobre los espacios forestales o agroforestales, lo que genera no sólo la modificación del ambiente, sino también en los usos y aprovechamientos del suelo, esto se traduce en la reducción sustancial de la vocación y capacidad productiva del campo, dando como resultado la expansión física de una localidad por el abandono gradual de la agricultura y por el aumento de los cambios al uso del suelo para actividades urbanas.

El abandono del campo por la sociedad rural ha dado paso a nuevas formas de organización socioeconómicas que han ido relegando las actividades primarias y de conservación ecológica por otras de carácter terciario y secundario en la Sierra. Ante el avance del capital privado y de las actividades socioeconómicas que ponen en riesgo los sistemas productivos rurales, se agrava el deterioro de los elementos naturales así como la fragmentación de importantes coberturas vegetales y los beneficios ambientales esenciales para el desarrollo de las actividades de montaña, pero también metropolitanas.

### **2.3.3 La Sierra de las Cruces entendida como Biorregión**

El punto de partida para la delimitación de un sistema complejo está dado por el marco epistémico que establece el tipo de pregunta y los alcances de la investigación (García R., 2006). Así dentro de nuestra definición del sistema complejo a investigar, es fundamental identificar los aspectos y elementos esenciales que lo constituyen. De igual forma, resulta imprescindible su delimitación, así como el conocimiento de los diversos fenómenos y problemáticas que lo modifican (Herrer, 2010).

De acuerdo a García R. (2006: 48) los sistemas complejos reales “carecen de límites precisos, ni física ni teóricamente pueden delimitarse a profundidad, por eso los recortes son inevitables...” de este modo, resulta imprescindible aclarar los criterios que nos llevan a delimitar y a entender el ecosistema SC como una Biorregión. Como se ha visto en el Capítulo I, el biorregionalismo forma parte de un sistema político, cultural y ambiental basado en la distinción de las áreas naturales como Biorregión. Estas se definen a través de características físicas y ambientales de áreas en específico, incluyendo límites de

cuencas, características del suelo, tipos de vegetación, tipos de poblaciones locales y su cultura, incluyendo sus conocimientos y soluciones para la preservación de la naturaleza (Alexander D., 1996).

Es la ausencia de una delimitación clara de la Sierra en diversos trabajos (muchos de ellos instrumentos de política ambiental), lo que pone en evidencia una falta de practicidad al investigar una zona geográfica tan importante por sus rasgos naturales, climáticos, sociales, culturales, económicos, políticos, etc.; esto nos conduce por un lado, a destacar y familiarizarnos con la delimitación que hace García P. (y otros, 2008)<sup>3</sup> de la Sierra, y por el otro, a entenderla como un sistema complejo biorregional, el cual además de ser una escala de estudio, se vuelve un enfoque metodológico para la aproximación de los fenómenos sociales y ambientales, y que es un aporte del presente trabajo; pero también el entendimiento de sus interrelaciones entre sus componentes, tanto a un nivel endógeno como exógeno, es decir, con otros sistemas periféricos que de igual forma, resultan importantes para su comprensión (Barrera, 2012).

Además del criterio geomorfológico, la biodiversidad (que se describe mas adelante) de flora y fauna existente en este ecosistema es otro parámetro para delimitarla, esto debido a que podemos encontrar las mismas especies de manera homogénea en casi toda la Sierra, pese a que esta se ha visto fragmentada tanto por el avance urbano como por las vías de comunicación. Asimismo, las características climáticas y meteorológicas, pese a variar de acuerdo a la altitud del ecosistema, se presenta muy similares en su superficie total.

Por otro lado, la cuestión étnica, y en el caso particular de la SC, de los grupos indígenas autóctonos es otro criterio para estudiar este sistema complejo desde un marco biorregional, debido a que existen poblaciones de origen otomíes, prácticamente en toda la Sierra. Estas comunidades la han habitado durante siglos, y se han ido adaptando generacionalmente a su naturaleza por medio de sistemas productivos tradicionales y

---

<sup>3</sup> En este mismo estudio, el pie de monte aparece desde la cota 2800 msnm, lo cual para efectos de esta investigación resulta una delimitación de tipo biofísica pertinente, y que se enriquece con una diversidad de elementos sociales y ambientales identificados a su interior. En este sentido, la cuestión geomorfológica nos ha facilitado la delimitación, pero no es el único criterio para su entendimiento como biorregión.

cosmovisiones-ideológicas muy particulares (Barrera, 2012). De este modo, tanto los límites y componentes de un sistema no son sólo físicos si no también subjetivos.

A lo anterior, los componentes pueden ser constructos y no solo físicos, y a su vez tienen un peso específico y funciones distintas dentro del sistema. A su vez, existen elementos muy peculiares dados al interior del mismo que podrían definirse como subsistemas o variables los cuales están en completa interrelación los unos con los otros (García R., 2000). En el caso de este trabajo, destacan 6 subsistemas como ejes centrales de investigación: agua, industria, actividades agropecuarias, infraestructuras de comunicación, crecimiento urbano y deforestación como componentes fundamentales para comprender a la Sierra, mas no son los únicos como se verá más adelante.

### **2.3.3.1 Límites de la Biorregión SC**

Como hemos visto, uno de los grandes problemas que existen actualmente en el abordaje y estudio de la Sierra (más allá de la problemática socioambiental), es que no hay una delimitación clara y homologada para distinguir a cabalidad a este ecosistema. Existen una diversidad de trabajos asociados a programas de manejo ecológicos, ambientales elaborados en el DF, EM y Morelos<sup>4</sup>, que sin duda distinguen a la SC como un área prioritaria para el equilibrio ecológico y la protección del ambiente, pero que de manera contradictoria no especifican los límites biofísicos, morfológicos, territoriales o administrativos. Resulta verdaderamente inverosímil creer un discurso que vea por preservar y cuidar el ambiente, cuando se desconoce a plenitud los límites del ecosistema que se pretende conservar (Barrera, 2012a).

Asimismo, destacamos que la Biorregión SC, al no tener una definición y delimitación clara, carece a su vez de interés en las políticas ambientales de las entidades en donde se ubica. Es decir, la planeación ambiental no ha logrado proponer una zonificación geográficamente clara y ni siquiera existe un decreto a cabalidad de Área Natural Protegida (ANP), solo

---

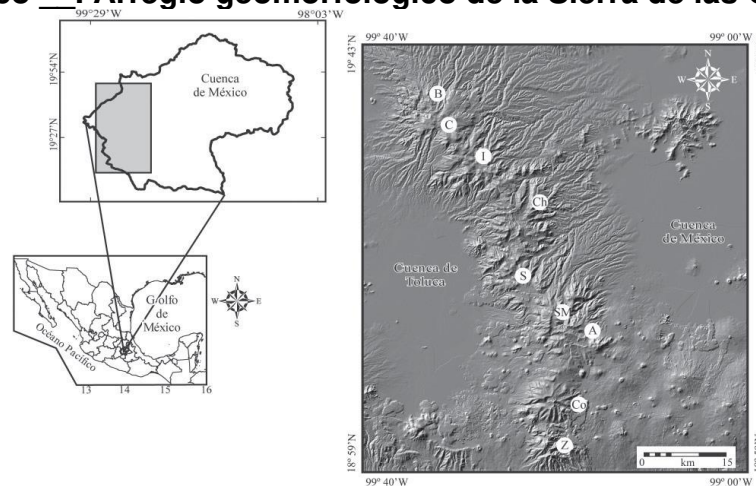
<sup>4</sup> Entre estos trabajos que hablan de manera superficial y poco clara sobre la SC encontramos: Ley Ambiental del Distrito Federal, Programa General de Ordenamiento Ecológico del D.F., Ley de Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable del Estado de México, Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Morelos, entre otros.

existiendo reducidos decretos para un ecosistema tan importante en términos ecológicos, mismo que se ha “repartido en piezas” su administración y ordenación en las tres entidades ya citadas sin que haya una unificación de criterios para su conservación (Barrera, 2012a).

A lo anterior, retomamos el trabajo elaborado por García P. (et. al., 2008) como base para comprender a cabalidad los límites de la SC. Dicho estudio la caracteriza desde una perspectiva geomorfológica mediante una delimitación geofísica, y que a nuestro parecer resulta pertinente como base geográfica para investigar los fenómenos socioambientales

De acuerdo a este trabajo la SC está conformada por 9 volcanes principales (**véase gráfico: Relieve de la SC**) mismos que han configurado morfológicamente un relieve y orografía sinuosa que han dado forma a la Sierra. De acuerdo a García P. (y otros, 2008) distinguen dos unidades geomorfológicas: el pie de monte y el relieve de montaña, siendo la principal característica, además de los afloramientos rocosos, la cota de 3000 msnm en donde comienza el relieve de montaña. En este trabajo, delimitamos a la Sierra desde la cota 2800msnm, ya que para efectos prácticos donde utilizamos criterios no solo morfoestructurales, sino socioambientales, resulta más pertinente debido a que nos permite integrar a muchas de las poblaciones que mantienen relaciones ecológicas con la Sierra, y que de otra manera, quedarían fuera (Barrera, 2012a).

### Grafico \_\_. Arreglo geomorfológico de la Sierra de las Cruces



Localización de la Sierra de las Cruces en la parte central de México. Se muestran también los principales rasgos geográficos; los círculos blancos indican la localización de los principales volcanes A: Ajusco, B: La Bufa, C: La Catedral, Ch: Chimalpa, Co: La Corona, I: Iturbide, SM: San Miguel, S: Salazar, Z: Zempoala. Fuente: El arreglo morfoestructural de la Sierra de las Cruces, México central. García-Palomo, A., et. al. 2008.

La SC tiene una longitud de 110 km de norte a sur y un ancho (de este a oeste) de 47km a 27 km en la parte norte y sur respectivamente (García, P., y otros, 2008). De acuerdo a la cuantificación-medición de nuestro SIG: nos dan la siguientes dimensiones: 87 km de sur a norte y un promedio de 14 km de este a oeste, por lo que su superficie aproximada es de 1,121 km<sup>2</sup> desbordados sobre 21 municipios de tres entidades distintas del país (Barrera, 2012a).

### **2.3.3.2 Zonas de conservación**

La Sierra en términos territoriales se desborda sobre tres entidades: DF, EM y Morelos, mismas que cuentan con una legislación ambiental consistente en decretos de áreas naturales protegidas (ANP) y programas de manejo especiales a cargo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y de organismos e instituciones locales. Asimismo, existen decretos estatales (de cada entidad) en relación a la conservación de ciertas áreas de su territorio poco claros.

En el caso del EM, en 1980 se publicó un decreto mediante el cual se manifiesta la protección de ciertas áreas naturales ubicadas dentro de los límites territoriales de esta entidad bajo la figura del Parque Otomí-Mexica el cual cubre una área importante de la SC, pero también deja fuera otras áreas conformadas por los mismos bosques (del estado de Morelos y el DF) al no estar dentro de sus límites territoriales. Esto resulta uno de los principales problemas que buscamos hacer notar, debido a que no es posible llevar a cabo los procesos de conservación de los ecosistemas y consolidar los ciclos de vida de diferentes especies que se llevan a cabo en su interior, sin entender las relaciones ecológicas desde una visión limitada con tendencia a la disyunción de la naturaleza (Barrera, 2012a).

En este sentido, y bajo un enfoque biorregional, nuestro ecosistema de estudio es más amplio al no circunscribirse únicamente a los límites político-administrativos como el caso del Parque Estatal Otomí-Mexica, como se verá más adelante. A inicios del 2000, dicha zonificación que alentaba la protección de una buena parte de la SC sería modificada por la

planeación ambiental del EM, misma que se tradujo en la ordenación ecológica de zonas específicas de su territorio (Barrera, 2013b).

En los casos de las entidades del EM, Morelos y el DF, los decretos de creación de parque nacionales pertenecientes al Sistema Nacional de ANP, datan desde 1935. Para el EM, encontramos los Parques Nacionales: “Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla-La Marqueza”, “Lagunas de Zempoala”, y “Los Remedios” (Atlas Ecológico EM, 2000).

En el caso del DF posee el suelo de conservación el cual comprende el área rural localizada al sur y surponiente del DF, donde se encuentran las Sierras de Chichinautzin, de las Cruces y Ajusco; al oriente el Cerro de la Estrella y la Sierra de Santa Catarina, así como las planicies lacustres de Xochimilco, Tlahuac y Chalco; y al norte, la Sierra de Guadalupe y el Cerro del Tepeyac (Castelán Enrique y Mejía Adolfo, 2011: p. 253). El 9.3% del suelo de conservación<sup>5</sup> corresponde a ANP. Estas se dividen en cuatro categorías: Zona Sujeta a Conservación Ecológica, Parque Nacional, Zona Protectora Forestal y Corredor Biológico. Dentro de las ANP ubicadas en la biorregión encontramos los Parques Nacionales: Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, el Desierto de los Leones, las Cumbres del Ajusco, COBIO Chichinautzin, y como zona protectora forestal a los Bosques de la Cañada de Contreras-Los Dinamos, estos últimos representan cerca del 2.2% del suelo de conservación del DF (PGOEDF, 2001).

Morelos por su parte, cuenta con 1,195.9 km<sup>2</sup> de ANP en todo su territorio consistentes en: El Tepozteco, Chichinautzin y Sierra de Huautla categorizadas como Parque Nacional, Área de protección de flora y fauna y Reserva de la Biosfera respectivamente, de los cuales sólo una porción del COBIO Chichinautzin y del Tepozteco se encuentran dentro de la SC.

---

<sup>5</sup> El Suelo de Conservación del DF se ubica principalmente en el sur de la entidad tiene una superficie de 87 422.7 hectáreas (ha). El balance hidrológico realizado indica que el Suelo de Conservación recibe en promedio un volumen de lluvia de 1 674 millones de metros cúbicos anualmente (Mm/año). La superficie de propiedad social (ejidal y comunal) es predominantemente de bosques (56%) y de labor (23%), con un 14% de pastos naturales, agostadero. El resto (7%) se encuentra dedicada a otros usos. El Suelo de Conservación cuenta con 36 poblados rurales tradicionales, a los que se agregaron 559 asentamientos. Hasta 1997, el 30% (168) había sido regularizado bajo la forma de Zonas Especiales de Desarrollo Controlado (ZEDEC), otro 47% (261) eran factibles de consolidar y 130 estaban propuestos para ser reubicados o desalojados por encontrarse en zonas de alta vulnerabilidad (PGOEDF, 2000).



**Cuadro--. ANP en las entidades de Morelos, EM y DF**

Áreas Naturales Protegidas					
No .	Entidad	Entidad compartida	Nombre	Superficie (Ha)	Categoría
1	Estado de México	Michoacán	Mariposa Monarca	56259.05	Reserva de la Biosfera
2			Molino de Flores	45.66	Parque Nacional
3		Puebla	Iztazihuatl y Popocatepetl	25679	Parque Nacional
4			Sacromonte	45.3	Parque Nacional
5			Los Remedios	468.07	Parque Nacional
6			Cienegas de Lerma	3023.96	Área de Protección de Flora y fauna
7		Morelos	<b>Lagunas de Zempoala</b>	4790	Parque Nacional
8			Desierto del Carmen	529	Parque Nacional
9			Nevado de Toluca	53987.54	Parque Nacional
10		Michoacán	Cuenca de los rios Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc, Temascaltepec	172879.37	Área de Protección de los Recursos Naturales
11		D.F.	<b>Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla</b>	1920.46	Parque Nacional
12	Distrito Federal		<b>Desierto de los Leones</b>	1529	Parque Nacional
13			Lomas de Padierna	1161.19	Parque Nacional
14			Cerro de la Estrella	1183.34	Parque Nacional
			<b>Los Dinamos</b>	567	Parque Nacional
15			<b>Cumbres del Ajusco</b>	920	Parque Nacional
16			El Tepeyac	1500	Parque Nacional
17			El Historico Coyoacan	39.77	Parque Nacional
18	Morelos	D.F.	<b>COBIO Chichinautzin</b>	37302.41	Área de Protección de Flora y Fauna
19		D.F.	Tepozteco	23258.73	Parque Nacional
20		Puebla, Guerrero	Sierra de Huautla	59030.94	Reserva de la Biosfera

Fuente: Barrera, Herman (2012a), "Deterioro socioambiental en la Sierra de las Cruces", pag. 42, *Diseño y Sociedad*, num 32, México.

En el cuadro anterior podemos ver sombreadas las ANP ubicadas al interior de la Sierra. Es interesante distinguir que de los 1,121 km<sup>2</sup> de superficie que tiene la Biorregión, es decir 112,100 ha, únicamente una porción de menos de 13,195 Ha. se encuentra bajo resguardo nacional (de la CONANP) consistentes en 6 ANP: Lagunas de Zempoala, Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, Desierto de los Leones, Cumbres del Ajusco, COBIO Chichinautzin y Los Bosques de la Cañada de Contreras - Los Dinamos (Barrera, 2012a).

A lo anterior, la superficie total de estas seis ANP es de 47,941 ha., pero reiteramos, no toda su superficie se ubican dentro de la Sierra, como en el caso de la área del COBIO-Chichinautzin donde su poligonal sobrepasa los límites de la Biorregión (**Véase mapa----. Ubicación de Áreas de Conservación en la Sierra**). El resto de su área, aproximadamente 102 mil ha., se encuentran bajo programas de conservación y resguardo poco claros, por lo que es en estas zonas, donde los procesos de transformación de su naturaleza por las actividades humanas son evidentes y están poniendo en riesgo las relaciones ecológicas. A continuación, describimos brevemente, algunas de las características más relevantes de las ANP en cuestión.

### **Lagunas de Zempoala,**

Este parque nacional fue decretado como tal el 27 de noviembre de 1936, publicado en el diario oficial de la federación, y forma parte del sistema nacional de áreas protegidas. Se ubica en la parte sur de la Sierra, en porciones territoriales de los municipios de Huitzilac y Ocuilan de Arteaga.

La superficie total del parque es de 4,790 ha., de las cuales 3965 ha. corresponden al Estado de Morelos y 825 ha. se encuentran dentro del EM. Asimismo, este Parque se ubica geográficamente en la provincia fisiográfica del EVT, en la subprovincia de lagos y volcanes de Anáhuac. El terreno del parque presenta una topografía muy accidentada está rodeado y cruzado por pequeñas serranías de altitudes superiores a los 3,000 msnm.

Longitudinalmente es posible dividir el parque en dos zonas, la primera con altitudes que van de los 2,400 a 2,800 msnm. que ocupa los alrededores del poblado de Huitzilac y que penetra al parque formando una pequeña cuenca donde se encuentran las lagunas de: Zempoala, Compila, Tonatiahua, Seca y Prieta, así como la joya de Atexcapa. La segunda zona rodeada a esta pequeña cuenca con altitudes que van de los 2,800 a los 3,700 msnm y ocupa más de la mitad del área total del parque.

### **Parque Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla**

Este parque se ubica entre los límites del EM y DF. Su superficie total es de 1920.46 Ha, misma que se encuentra a cargo de la Coordinación General de Conservación Ecológica del EM. Alberga poco más de 100 especies de fauna silvestre, la mayoría en las partes más altas de los bosques; existen aves como el azulejo, búho llanero, calandria, halcón cola roja, gavilán, lechuza, paloma, golondrina, codorniz y colibrí, coyote, gato montés, zorra gris, conejo teporingo, tlacuache, tuza, ardilla, ratón y liebre. Entre los reptiles y anfibios destacan la víbora de cascabel, cencuate, lagartijas, salamandra, rana, sapo y camaleón.

Con relación a la flora, existe el bosque de encino y oyamel, ubicado en las partes altas, en las que se identifican 8 especies de quercus; el matorral xerófilo, representado por huizache, palo dulce y retama, las cáctaceas y suculentas, entre las que destacan biznaga y nopal, y finalmente los pastizales, que cubre las partes bajas y lomeríos, representado por diversos pastos como el bouteloua, arístida y nulhembergia (Velásquez y Romero, 1999).

Sus bosques y parte de la extensión de este parque se encuentran amenazados por el incremento de asentamientos humanos irregulares como La Marquesa, Salazar, El Laurel así como ha visto su paisaje fragmentado por la carretera y autopista México-Toluca.

### **Desierto de los Leones**

Este Parque Nacional está ubicado únicamente dentro de los límites del DF, y simultáneamente forma parte del Suelo de Conservación en la misma entidad. El Desierto de los Leones tiene una extensión de 1,529 Ha. donde se encuentran una amplia variedad de flora y fauna, así como escurrimientos que proveen de agua a las poblaciones cercanas.

Predominan los bosques de oyamel, pino, encino y pastizal halófilo. Las superficies que ocupan los tipos de usos del suelo y el porcentaje que representan respecto a la superficie total de esta área son: agricultura 33 800 ha (38.2%), pastizal 11,400 ha (12.9%), forestal 39 000 ha (44.0%) y urbano 4,300 ha (4.9%). Los tres tipos de cuerpos de agua son: presas y bordos, lagos y ríos.

El crecimiento de la población y los cambios al uso del suelo generan procesos de deterioro que se reflejan en la fragmentación de hábitat y la reducción de superficies cubiertas con vegetación natural. La deforestación de las zonas de recarga natural de los mantos acuíferos propicia condiciones estructurales y climáticas poco favorables para las actividades agropecuarias. En las subcuencas, sobre todo en las áreas de humedales y chinampas, los desequilibrios son más marcados por la sobreexplotación de los mantos acuíferos.

Entre los asentamientos humanos irregulares que amenazan este parque destacan: La Pila, San Lorenzo Acopilco, Las Lajas, e igualmente, a carretera y Autopista México-Toluca, ha detonado su deterioro, fragmentación y avance de asentamientos.

### **Corredor Biológico Chichinautzin**

El COBIO- Chichinautzin comparte relaciones ecológicas con El Ajusco y la zona del volcán Tlaloc (sureste del DF). Se encuentra en la zona noroeste del estado de Morelos, y en su territorio se incluyen los municipios de Cuernavaca, Huitzilac, Jiutepec, Tepoztlán, Tlalnepantla, Tlayacapan, Yautepec, así como la parte del sur del DF. Pese a tener una superficie de 37,302 hectáreas, únicamente 1636 se ubican en la Biorregión.

En la Sierra del Chichinautzín los escurrimientos superficiales son de menor cuantía, siendo de alrededor de 1 mm/año, pero las recargas a los sistemas de agua subterránea son de mayor importancia con valores de aproximadamente 161 Mm/año. La porción poniente del Suelo de Conservación (en el DF) almacena una cantidad importante de agua, de la cual una parte descarga a través de los manantiales perennes e intermitentes que, por las estimaciones antes señaladas, alcanzan valores de hasta 73 Mm/año.

### **Cumbres del Ajusco**

Este Parque Nacional se ubica al sur del DF, a una altura de 3000 msnm aunque en su parte más alta (La Cruz del Márquez) llega a los 3930 msnm. Posee una superficie de 920 ha distribuida sobre la delegación Tlalpan. La fecha del decreto de creación del Parque

Nacional fue el 23 de septiembre de 1936. Un decreto publicado el 19 de mayo de 1937 modificó su extensión original reduciéndola considerablemente.

Dentro de sus límites se encuentran zonas boscosas compuestas por especies de pino y encino y algunas zonas cubiertas por pastizales de alta montaña de gran importancia ecológica, por captar grandes volúmenes de CO<sup>2</sup>, atraer precipitaciones, recargar acuíferos, etc.; al poseer montañas con alturas considerables (volcán Ajusco) en época de invierno se suelen presentar ligeras nevadas.

Sus bosques y parte de la extensión de este parque se encuentran amenazados por el incremento de asentamientos humanos irregulares como Lomas de Tepemecatl, Héroes de 1910, Lomas de Padierna, San Miguel Ajusco, mismos que se han expandido sin control sobre las partes bajas cercanas al parque, fenómeno que se ha presentado desde mediados del siglo XX.

El área que comprende el parque se encuentra ubicado dentro del sistema montañoso conocido comúnmente como la Sierra de Ajusco-Chichinauhtzin, que delimita una enorme porción de la parte Sur de la CVM, limitando con la SC al Oeste, y al Este con la Sierra Nevada. Todos estos sistemas de montañas forman parte del Eje Neovolcánico que atraviesa la parte central del país.

Las lluvias que se presentan en sus zonas medias y altas no forman ríos, ya que las corrientes generadas por estas mismas precipitaciones son atrapadas a través de la roca volcánica que es muy común en la zona y que forma ríos subterráneos, mismos que alimentan algunos manantiales en las partes bajas de la Sierra. Los más conocidos de estos manantiales son el de Xochimilco (que alimenta al mismo lago y también a la Ciudad de México), el de Nativitas y el del parque de las Fuentes Brotantes en Tlalpan (éstos dos últimos han desaparecido).

## **Los Dinamos**

Este parque nacional forma parte de los Bosques de la Cañada de Contreras que son bienes de la comunidad de La Magdalena ubicada en el DF. Tiene una extensión de más

de 2 400 ha. en donde se encuentran una serie de cañadas que conforma una red fluvial a través de la cual escurren arroyos intermitentes y perennes que vierten sus aguas al río Magdalena, uno de los pocos ríos que aun surten agua pura a la ZMVM.

Existe una camino que comienza en Periférico a 2400 msnm y que sube por el camino a Santa Teresa, pasando por la comunidad de La Magdalena hasta cruzar los 4 dinamos a más de 3000 msnm, donde en épocas anteriores se producía energía eléctrica para fábricas de papel que ahí se ubicaban. Se encuentran densas zonas boscosas compuestas por especies de pino y encino que son muy visitados entre los fines de semana debido a los diferentes servicios ecoturísticos como renta de caballos, escalada, montañismo, venta de trucha arcoíris, etc.

### **Parque estatal Otomí-Mexica**

El 4 de enero de 1980, el Poder Ejecutivo del EM emitió un Decreto por el que se crea el Parque Otomí-Mexica del EM, consistente en la conservación y manejo de la naturaleza de la sierra Zempoala-La Bufa<sup>6</sup>, publicado el 8 del mismo mes y año en la "GACETA DEL GOBIERNO", Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del EM.

En dicho decreto menciona en sus considerandos, entre otras cosas, que dicho Parque (delimitado a partir de la cota 2800 msnm) era para responder a las necesidades de recreo y combate a la contaminación. El Parque Otomí-Mexica de acuerdo a este decreto “debía permitir la integración de una infraestructura turística para servir fundamentalmente a los habitantes de las ZMVM y ZMVT, donde encontrarían las condiciones más propicias de pureza atmosférica y de esparcimiento”. También consideraba que el desarrollo de la infraestructura turística habría de beneficiar y arraigar a los habitantes de éstas montañas y áreas circunvecinas que hasta el presente han padecido escasez de medios de subsistencia y atenciones por lo que se refiere a los servicios indispensables que exigía la dignidad humana, además de carecer de fuentes de trabajo suficientes y remunerativas.

---

<sup>6</sup> De acuerdo al Programa de Conservación y Manejo del Parque Otomí-Mexica, la cadena de montañas que comprende el Macizo de Zempoala y La Sierra de la Bufa, que de acuerdo al trabajo morfoestructural de Palomo (et. al., 2008) vendría siendo la Sierra de las Cruces. Asimismo, reiteramos que uno de los errores de este trabajo es circunscribirse únicamente a la naturaleza ubicada dentro de los límites del Estado de México y no ampliar la visión de protección y conservación del programa a las porciones ecológicas intrínsecas a la SC ubicadas en las entidades de Morelos y DF.

Este parque comprende parte de los municipios de Ocuilan, Tianguistenco, Capulhuac, Jalatlaco, Ocoyoacac, Lerma, Huixquilucan, Naucalpan, Oztolotepec, Xonacatlán, Isidro Fabela, Temoaya, Jiquipilco, Jilotzingo, Villa Nicolás Romero, Villa del Carbón y Morelos. Considera una superficie de 105,875 hectáreas por arriba de la cota de 2,800 msnm, y una longitud de 85 kilómetros, que abarcaba a partir del Macizo de Zempoala: La Sierra de Ocuilan, Xalatlaco, Estribaciones del Ajusco, Las Cruces, Sierra de Monte Alto y Sierra de la Bufa, que en este trabajo, se consideran todas en su conjunto como la SC. De acuerdo al decreto de 1980, este parque es considerado como territorio y asiento de las comunidades de los Pueblos Ñätho Ñähñu (Otomí) y Náhuatl (Mexica).

Entre la justificación de la creación del parque, estaban la forestación y reforestación, control de corrientes pluviales, absorción de aguas, prevención de inundaciones y erosiones, mejoramiento y bonificación de suelos, desarrollo de programas silvícolas y ganaderos de montaña, infraestructura turística, prohibición de construcciones que dificulten su buen funcionamiento y restricción de asentamientos humanos. En el año de 2009, se crea el decreto, por medio del cual se zonifica en áreas de protección dicho parque “basadas en criterios claros y acordes a los requerimientos particulares de protección, debido a que la zonificación hace más efectiva la conservación sin disminuir el potencial de aprovechamiento sustentable de los recursos existentes en el área”<sup>7</sup>.

La zonificación para el Parque Estatal se fundamenta en los lineamientos señalados en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de ANP. Asimismo la planeación ambiental y el ordenamiento territorial en el EM (y también el DF) forman parte de un nuevo enfoque y visión para aprovechar mejor los elementos naturales al míralos como recursos e insumos principalmente para las actividades socioeconómicas. Aunado al diseño de instrumentos como el PROCEDE que busca incorporar tierras de propiedad ejidal y comunal al mercado, el fin es poner en *bandeja de plata* la naturaleza, incluidas las poblaciones y su cultura, al servicio de las relaciones económicas de las metrópolis. De este modo, no solo se integran

---

<sup>7</sup> Vease: Resumen Ejecutivo del Programa de Conservación y Manejo del Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala-La Bufa, denominado Parque Estatal “Otomi-Mexica”, gaceta de Gobierno del Estado de México, martes 07 de abril de 2009.

áreas naturales a los procesos de expansión del modo de producción capitalista, sino también se proletariza a las comunidades (Schoijet, 1992).

### 2.3.3.3 Aspectos naturales y socioculturales

#### Biodiversidad

La Biorregión cuenta con importantes elementos y una riqueza natural constituida, en el caso de la *flora*, por una franja extensa de bosques de coníferas, bosques de latifoliadas, bosques mixtos y mesófilos de montaña, con coberturas homogéneas a partir de los 2800 hasta los 3600 msnm; a partir de esta última altura, el bosque se vuelve más heterogéneo dando paso a grandes superficies de zacate de montaña.

#### FLORA:

Entre las especies de flora destaca la vegetación comprendida por pastizales como el zacatonal subalpino, encinos, oyamel y coníferas como pinos entre los que destacan: *pinus Hartwegii*, *pinus Montezumae*, *pinus quadridentata*, *abies religiosa*, *pinus alnus*, *quercus crassipes*, *quercus obtusata* (Velázquez A., y Romero, F., 1999: 74), los cuales dependen los unos de los otros por las sombras de sus coberturas que impiden la pérdida de humedad, regulan la temperatura, permiten el paso exacto de los rayos solares al suelo, atraen lluvias, etc., asimismo dependen de la fauna para sus procesos de polinización o de distribución de sus semillas en la montaña. Lamentablemente las actividades humanas y su necesidad de abrir nuevos territorios para las actividades económicas han ido fragmentando y ganándole terreno al ecosistema de bosque.

Las especies de encino y oyamel son muy características en toda la Sierra por presentar una gran cobertura, que aun siendo de día, suelen generar importantes sombras lo que a su vez mantiene humectada la tierra, fundamental para el sistema hídrico del bosque. El encino suele desarrollarse a alturas que van de los 2600 a 2800 msnm, mientras que el oyamel hasta los 3500 msnm. Por otra parte, la existencia del pino es mas específica, encontrándose de manera heterogenea en la Sierra a alturas superiores a los 3000 msnm.

#### Imágenes---. Bosque de oyamel y encino en San Bernabé Ocoatepec y Cuajimalpa



Fuente: Archivo personal



La fauna cada vez más se ha visto reducida debido al crecimiento urbano. Entre las principales especies podemos destacar: coyotes, cacomixtles, mapaches, víboras de cascabel, ardillas, lechuzas, colibríes, armadillos, tuzas, liebres, halcón, águila, tecolotes, calandrias, gorriones, jilgueros, canarios, hurracas, patos, pájaro carpintero, zopilote, garzas, entre otros. El lince al parecer esta extinto, mientras que el venado todavía se ha avistado en las zonas boscosas más densas y menos pobladas, como la parte sur de la Biorregión.

---

### Zopilote sobrevolando el Valle de la Cantimplora en el ANP Cumbres del Ajusco y venado cola blanca, especie en peligro en la SC



Fuente: Imagen izquierda es de archivo personal; imagen derecha tomada de la página web del Parque Ecoturístico “Los Laureles”, Cuajimalpa DF: <http://www.comunidadsanmateo.com.mx>

De acuerdo a entrevistas realizadas a pobladores de Xalatlaco y de San Gregorio Atlapulco, el venado cola blanca *Odocoileus virginianus mexicanus*<sup>8</sup> que se creía extinto, continua habitando diversas partes del sur de la Sierra, en donde la naturaleza se mantiene mejor conservada, a diferencia de la parte central, en donde su fragmentación ha conllevado la desaparición (en muchas áreas de la sierra) de diversas especies de *fauna* como el águila, venado, pájaro carpintero, etc.

---

<sup>8</sup> De acuerdo a Semarnat (2007), el venado cola blanca se clasifica en 14 subespecies que existen en el territorio mexicano. El *Odocoileus virginianus mexicanus*, una de las subespecies es la que podemos encontrar en los bosques de la Biorregion, además de otras zonas montañosas de la región centro del país como en los Estados de Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, Morelos, Michoacán, Guerrero, EM y DF. Véase documento: Plan de manejo tipo de venado cola blanca en zonas templadas y tropicales de México, Semarnat, 2007.

**FAUNA:**

Entre la fauna existente en la Sierra se encuentran una diversidad de especies que han visto alteradas sus ciclos de vida y de reproducción por la pérdida de sus hábitats como el cacomixtle, venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), coyote, gato montés, tlacuache, zorrillo, onza, hurón, ardilla, liebre, tejón, musarañas, tuza, teporingo, tigrillo, comadreja, ardillón, rata de campo, armadillo, víbora de cascabel, ratón de los volcanes, calandria, carpintero, gorrión, jilguero, lechuza, búho, zopilote (Velázquez A, y Romero F., 1999). De acuerdo a pobladores de la Biorregión, al parecer el lince (*lynx*) está extinto. Las diversas especies de animales de la Sierra mantienen dentro del ecosistema relaciones fundamentales para la supervivencia de los demás seres vivos. Entre los principales nichos ecológicos de la fauna se encuentra: la polinización de floras, la diseminación de frutos y semillas para los ciclos de reproducción también de la fauna, la biodegradación del suelo por medio de sus excrementos los cuales contienen nutrientes y las cadenas alimenticias que también son vitales para el desarrollo de otras especies. La falta de alguna especie (ya sea por su extinción) repercute significativamente en el ecosistema al desequilibrar su estructura.

Tanto la flora y fauna cobra importancia desde un enfoque ecológico al discernir sus funciones protectoras, reguladoras, y en ciertos casos, productivas para el ser humano, pero también de equilibrio y desarrollo para los demás seres vivos. El venado cola blanca ha sido avistado cuando baja en la noche a los valles El Silencio, El Conejo, El Potrero en etc., para lamer los saleros que quedan fuera de los comercios, debido a la necesidad de sal de su organismo. La fauna cobra una vital importancia desde un enfoque ecológico al discernir sus funciones protectoras, reguladoras y productivas dentro del ecosistema.

Por otra parte, la utilidad e importancia de los elementos naturales bióticos (flora, fauna) y *abióticos* no radica solo en los beneficios para el ser humano (ambientales y económicos) sino por el papel esencial que desempeñan en el funcionamiento y estabilidad del ecosistema.

**ELEMENTOS ABIOTICOS:**

La constituye una diversidad de elementos esenciales para el funcionamiento y ciclos de vida en la SC, tanto para la biodiversidad de flora y fauna, así como de las poblaciones ubicadas al interior del ecosistema y cercanas a este. Estos elementos podrían describirse como las características edafológicas de sus suelos: Andosol, Litosol, y Cambisol (Mollard E., et. al., 2005), mismos que permiten una buena filtración de agua al subsuelo, así como la roca caliza y volcánica le generan nutrientes como fósforo, calcio, nitrógeno y permiten el desarrollo de las especies arbóreas, arbustivas, etc. También consideramos diversos elementos como arenas, gravas, arcillas encontrados en diferentes partes de la Sierra, que incluso han sido extraídos de sobremano por las actividades mineras, ocasionando graves afectaciones ambientales.

**Clima**

El tipo de *clima* que predomina en la Biorregión es de tipo frío, subhúmedo. Su temperatura oscila entre 6 y 12 °C aunque en invierno (enero y febrero) puede bajar hasta los -14 °C, debido a las heladas y nevadas que se presentan en las partes más elevadas de la Sierra<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Véase: Neva en el Ajusco. Ciudad de México, México, enero. 10, 2004.- Una repentina nevada sorprendió este sábado a los habitantes del sur de la Ciudad de México, en la zona del Ajusco, en <http://i.esmas.com/img/spacer.gif>; Cae nieve en montañas del Valle de México. 27 – ENERO – 2007, Noticieros Televisa; “Nevada convierte al Ajusco en el Aspen

La precipitación pluvial anual va de 900 a 1,100 milímetros en la mayoría de los municipios en donde se ubica la Sierra. Las lluvias se presentan durante el verano, en los meses de junio y concluyen en septiembre casi para todo el sistema de montañas, que posee características naturales similares.

Las heladas en invierno, son fundamentales para el bosque, ya que el deshielo permite que todo el año haya ríos con agua permanente, vitales como arterias del ecosistema para el resto de la biodiversidad por lo que no solo la temporada de lluvia (verano) es importante en el ecosistema, también el invierno es crucial para el sistema hidrológico de la Sierra.

**CLIMA:**

El clima en la Biorregión es una condición natural a destacar para entender las relaciones ecológicas al interior de la Sierra. Por un lado, la temperatura fría que se registra durante todo el año, solo permite el desarrollo de organismos (biodiversidad) capaces de soportarla. Asimismo, las poblaciones ubicadas en este ambiente de montaña, durante largo tiempo y generacionalmente, se han ido adaptando a condiciones climáticas muchas veces adversas, donde sus formas de organización social-cultural les ha permitido conocer los ciclos y cuidados para la producción de sus alimentos (los cuales no son vastos, sino limitados en diversidad por la altura, temperatura y los fenómenos meteorológicos que la caracterizan) y conservación de la naturaleza. Creemos que dichas características (al igual que la orografía accidentada), han sido un factor de contención del avance y colonización de la Sierra.

**Imágenes---. Nevadas en la SC**



Fuente: imagen izquierda, Esmas: <http://i.esmas.com/img/spacer.gif>; imagen derecha, La Crónica de Hoy Online: <http://cronica.lacronicaonline.com>

Asimismo, la altitud que oscila entre los 2800 a 3800 msnm, aunque presenta zonas donde pueden rebasar los 3850 msnm, como son los casos de las elevaciones El Muñeco, El Triángulo y el Volcán Ajusco, este último cercano a los 4000 msnm. Las características

---

mexicano”, Viernes 4 de Enero, 2008, René Cruz González; Ciudad; 22 – Diciembre – 2009. México.- La carretera del Ajusco a la altura del kilómetro 42 fue cerrada tras congelarse el pavimento, después de que cayera aguanieve la noche del domingo; 08 – Enero – 2010 Cae nieve en el Ajusco y montañas del EM; “Cae nieve en el Ajusco, popo y Nevado de Toluca”, 25-12-2014, UNO-TV.

orográficas consistentes en una serie de montañas y volcanes con alturas considerables, han conformado un ecosistema de bosque frío, el cual resulta de vital importancia para las regiones cercanas, al ser una zona ambientalmente estratégica para las precipitaciones y recarga de los acuíferos existentes.

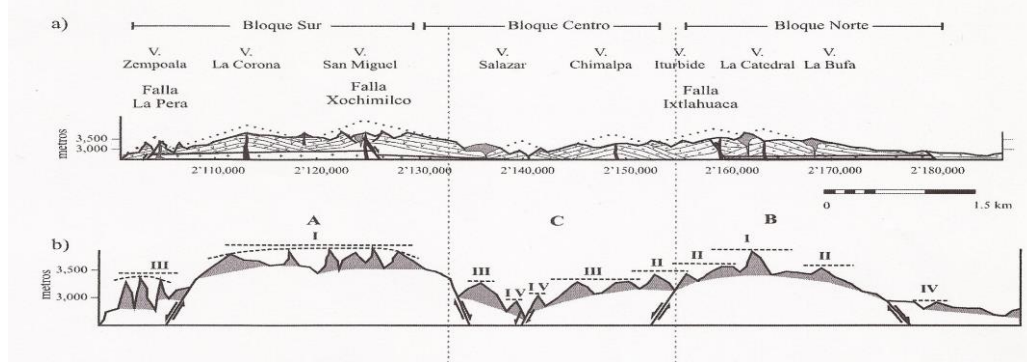
## **Orografía**

De acuerdo al estudio realizado por García P. (y otros, 2008), destaca 3 bloques que de acuerdo a criterios geomorfológicos que influyen en su la fisiografía de la Sierra, presentan características particulares, y que divide en: Norte, Centro y Sur.

El sector norte presenta relieves generales por debajo de los 3,600 m y sólo en pequeñas cimas se alcanzan los 3,600 m, como en el Cerro La Paloma (3,720), Las Navajas (3,710), Nepeni (3,770) y Las Cruces (3,660). Está constituido por los volcanes La Bufa, "Rehilete", Iturbide y La Catedral, que en conjunto con otras estructuras presentan una orientación N. En imágenes de satélite y fotografías aéreas se logra identificar importantes colapsos de los edificios volcánicos hacia el SE y una alineación de domos al NE. El emplazamiento de abanicos piroclásticos y lahares varía ampliamente, pero presentan su distribución hacia el NE y E, donde están influenciados de manera importante por estructuras volcánicas antiguas, así como por un control estructural como la caldera de Atizapán, la Sierra de La Muerta, Sierra de Guadalupe (García P., et. Al., 2008).

El bloque central está comprendido por dos regiones altimétricas. El extremo sur, constituido por las cimas más altas de la SC, las cuales están por encima de los 3,600 m, dentro de las que destacan el Muñeco (3,870 m) y el Gavilán (3,780 m). El extremo norte está delimitado por el cerro El Gavilán, límite en que comienza a descender la altura de los 3,780 a los 3,400 m, hasta El Coyote (3,520 m), lugar donde nuevamente se tiene un ascenso en el relieve. Las cimas en este extremo no sobrepasan los 3,300 m y su orientación en la porción meridional es NO. En general, el bloque muestra un hundimiento importante con respecto a los bloques norte y sur. La porción central la integran los volcanes Chimalpa, Salazar y parte del complejo San Miguel con importantes construcciones de domos alineados. La máxima distribución de sus productos piroclásticos es hacia el N (García P., et. Al., 2008).

### Gráfico--. 3 Bloques de la Sierra de las Cruces



Fuente: tomado en García P (et. al., 2008).

El Bloque Sur de la SC en su porción sur está caracterizada altimétricamente por las cimas de los volcanes La Corona (3,720 m) y Zempoala (3,780 m), cuyos picos presentan una alineación N-S y están separados por pequeñas depresiones con desniveles menores a los 200 m. Geológicamente está constituida por los volcanes La Corona, Zempoala y el complejo volcánico San Miguel, orientados en un eje N-S y caracterizados por colapsos de gran extensión dirigidos hacia el sur. La morfoestructura de la SC puede descomponerse en tres bloques. En primer lugar, su división en tres bloques principales se hace patente debido a las diferencias en altitud, pendientes, densidad de fracturamiento, patrones de drenaje, energía del relieve, profundidad de disección y orientación, aunado al complejo arreglo de fallas que la afectan (García P, y otros, 2008).

En segundo lugar, y en términos socioambientales, se destaca una transformación evidente del territorio natural por el crecimiento urbano, especialmente en su parte (bloque) central. Asimismo, mas allá de la *orografía* irregular consistentes en altas elevaciones entre los que destacan los volcanes principales que son la columna geomorfológica de la Sierra y que de acuerdo a Garcia P. (y otros, 2008) son: Ajusco, La Bufa, La Catedral, Chimalpa, La Corona, Iturbide, San Miguel, Salazar y Zempoala; elevaciones que resultan una base fundamental para este trabajo como delimitación y entendimiento del ecosistema. También existen otras montañas significativas, esenciales en términos ambientales por proveer de vastos manantiales y escurrimientos naturales, regular el clima de la Biorregión y por purificar el aire toxico proveniente de las zonas metropolitanas, destacando: El Triángulo, Volcán Jumento, La Palma, El Muñeco, El Gavilán, La Gachupina, El Caballete, El Coyote, Las Palomas, etc., las cuales complementan el relieve abrupto de la SC, mismas que

tienen importantes coberturas vegetales debido en gran parte, a sus elevaciones que sobrepasan los 3300 msnm, en algunos casos superan los 3800 msnm (Barrera, 2012a) y que funcionan como barreras naturales que han contenido el crecimiento de los asentamientos humanos (Terrazas, 1995).

#### **RELIEVE-ELEVACIONES:**

La morfoestructura de la SC es compleja. En primer lugar, su división en tres bloques principales se hace patente debido a las diferencias en altitud, pendientes, densidad de fracturamiento, patrones de drenaje, energía del relieve, profundidad de disección y orientación, aunado al complejo arreglo de fallas que la afectan. En segundo lugar, en términos socioambientales, se destaca una transformación evidente del territorio natural por el crecimiento urbano, especialmente en su parte (bloque) central.

Entre los volcanes principales que son la columna geomorfológica de la Sierra y que resultan una base fundamental para este trabajo como delimitación y entendimiento del socio-ecosistema se encuentran: *Ajusco, La Buña, La Catedral, Chimalpa, La Corona, Iturbide, San Miguel, Salazar y Zempoala* (Palomo, y otros, 2008). También destacan otras montañas significativas, esenciales en términos ambientales como *El Triángulo, Volcán Jumento, La Palma, El Muñeco, El Gavilán, La Gachupina, El Caballote, El Coyote, Las Palomas*, etc, mismas que mantienen importantes coberturas vegetales debido en gran parte, a sus elevaciones que sobrepasan los 3300 msnm y en algunos casos superan los 3800 msnm y que funcionan como barreras naturales que han contenido el crecimiento de los asentamientos humanos (Terrazas, 1995).

Debido a las características del relieve de la Sierra, las comunidades se localizan a alturas que van de los 2800 msnm como San Mateo Atarascuillo, San Fco. Xochicuautla, Santa Cruz Ayotuxco, San Fco. Chimalpa, San Luis Ayucan, etc., hasta pequeñas poblaciones entre las que destacan Las Palomas, Los Tachos, Valle de la Cantimplora, Villa alpina (esta última es un fraccionamiento residencial) que destacan por ubicarse a alturas mayores a los 3400 msnm (Barrera, 2012).

#### **Agua en la Biorregión**

La Biorregión posee una gran cantidad de *escurrimientos* (ojos de agua, manantiales, ríos) que proveen de agua al ecosistema y que bajan hacia los altiplanos de las diversas, subcuencas: Cuautitlán, Xochimilco, Churubusco, El Salto, Ciudad de México, Tepuxtepec, Álzate, Amacuzac; subregiones como: Alto Lerma, Valle de México, Alto Balsas; y cuencas como: CRL, CVM y CRB (Barrera, 2012).

**ESCURRIMIENTOS:**

Se han contabilizado más de 60 ríos (incluidos permanentes e intermitentes) en toda la Sierra, de los cuales destacan: San Lorenzo, Mayorazgo, Los Ajolotes que bajan hacia la CRL, y varios de estos alimentan al Río Lerma; El borracho, Magdalena, Xintle, San Luis, Cuautitlán, Los Sabios, El Portezuelo, El Oro, San Jerónimo, Paseo de las Mulass, Los Arcos, Las Palomas, que descargan sus aguas hacia la CVM; Zempoala, Coauixtla, Cruz de Tejaltepec, entre otros escurrimientos de ligero caudal que se integran a las aguas del Río Balsas. Estos son de vital importancia no solo para las poblaciones y biodiversidad de la SC, también para muchas de las actividades socioeconómicas de las grandes metrópolis, ya que sin agua simplemente se colapsarían. La SC es una zona importantísima para la recarga de los acuíferos de la ZMVM, ZMVT y ZMC, los cuales aportan aproximadamente cerca del 70% del agua que se consume en las tres ciudades. En la Sierra existen más de 100 pozos de donde se surten a más de 200 comunidades, algunos de ellos ya secos.

Asimismo, una buena cantidad de sus aguas van a dar a presas y lagunas naturales y artificiales como Iturbide, Madin, Guadalupe, Taxhimay, San Miguel Jagueyes, San Buena Ventura, Zumpango, La Concepción, Encinillas, La Piedad, y más al oriente el Lago de Texcoco o Nabor Carrillo, ubicados dentro de la región hidrológica de la CVM; Almoloya del Río, Cienega, Antonio Álzate, Ignacio Ramírez, Tepetitlan, Salazar ubicadas dentro de la CRL; Zempoala, Tequesquitenco, El Rodeo, Coatetelco dentro de la subregión Alto Balsas y específicamente en la subcuenca Amacuzac perteneciente a la CRB (Barrera, 2012).

**AGUA POTABLE:**

La disponibilidad de agua en la Sierra es evidente. La presencia de ríos, arroyos y ojos de agua permanentes que en gran medida provienen de las partes más altas del sistema montañoso dotan de importantes volúmenes de agua a las poblaciones. En la mayoría de las localidades de la Sierra, el agua se encuentra próxima, ya que los asentamientos están cercanos a riachuelos y manantiales permanentes. Otra forma de obtención de agua potable es por medio de los pozos, aunque muchos se han secado como en las poblaciones de El Guarda o El Hielo, donde las personas obtienen el agua por medio de pipas. Asimismo, existen localidades donde el agua es suministrada por medio de la red del sistema Cutzamala que llena pequeñas presas de las poblaciones de Dos Ríos, La Pera, el Obraje, San Ramón, etc. El agua cada vez se ha vuelto una problemática por el aumento de viviendas, actividades comerciales y de habitantes, así como por la disminución de los afluentes. Entre las diversas formas de obtención de agua de las comunidades destacan: manantiales, arroyos, ojos de agua, ríos que por medio de infraestructura y bombeo permiten su aprovechamiento.

Asimismo, existen pozos, cárcamos, tanques artificiales que provén solo a ciertas poblaciones (principalmente las que tienen un gran número de habitantes). Por otro lado, entre los organismos que administran el agua en la Biorregión están: Agua del Bloque de la Comisión de Agua del Estado de México (CAEM), Organismos Públicos Descentralizados para la Prestación de los Servicios de Agua Potables, Alcantarillado y Saneamiento (OPDAPAS) de ciertos municipios, y el Sistema Cutzamala que atraviesa parte de la Sierra, mismo que también suministra un pequeño volumen a ciertas poblaciones como Huixquilucan, Dos Ríos, entre otras.

### **2.3.3.3.1 Territorio, municipios, poblaciones, actividades socioeconómicas en la Biorregión**

Bajo la delimitación de nuestro sistema a partir de la cota 2800 msnm (anteriormente citada), podemos identificar un polígono que se desborda sobre porciones del territorio de

21 UPA<sup>10</sup> de 3 entidades diferentes (**Véase cuadro\_\_**. **Municipios y localidades que integran a la SC**). A lo anterior, la mayor parte de la superficie de la SC se encuentra localizada en el territorio de 16 municipios del EM<sup>11</sup>; 4 delegaciones del DF; y en el municipio de Huitzilac en la entidad de Morelos (Barrera, 2012).

En términos territoriales, la superficie total de todos los municipios y/o delegaciones (UPA) en donde se encuentra la SC es de 3,007 km<sup>2</sup>, pero desde un enfoque biorregional su superficie estimada es de 1,121 km<sup>2</sup> y de los cuales 826 km<sup>2</sup> se encuentran dentro del EM, es decir 77% del área total de la SC; 100.8 km<sup>2</sup> (9%) en el municipio de Huitzilac en Morelos; y 156.9 km<sup>2</sup> sobre porciones de 4 delegaciones del DF, que representa el 14% del total de la Sierra (Barrera, 2012a). Asimismo, creemos importante definir territorialmente estos 21 municipios y delegaciones, debido a que existen poblaciones ubicadas a pie de monte y/o de manera cercana a la Biorregión, mismas que mantienen por un lado, relaciones ecológicas con la Sierra, pero por el otro, también se encuentran vinculadas política y administrativamente con las *autoridades municipales*.

---

<sup>10</sup> Unidades político-administrativas (véase capítulo 2; apartado 2.2: sistemas metropolitanos periféricos a la Sierra).

<sup>11</sup> Mismos municipios que comprenden el Parque Estatal "Otomi-Mexica" decretado en 1980 por el gobierno del EM, y que en 2009, con base a una modificación en su ordenamiento ecológico se le ha asignado una nueva zonificación, que más allá de proteger su naturaleza, se ha permitido el manejo, uso y aprovechamiento de los recursos, aunque esto signifique la privatización de importantes áreas agrícolas forestales como los ejidos, así como la ejecución de proyectos de infraestructura anteriormente prohibidos.



**AUTORIDADES LOCALES:**

Es uno de los actores principales en la Biorregión. Al circunscribirse muchas de las problemáticas agrarias, ambientales, económicas, sociopolíticas y culturales a los límites territoriales de los municipios. Además de gestionar una diversidad de tramites (programas de apoyos al campo, arreglar conflictos por la tierra, tramitar permisos para cambios al usos del suelo, establecimientos mercantiles, etc.), también provee servicios de limpia, pavimentación, seguridad, electrificación, agua potable, drenaje, que en muchos de los casos son deficientes y de poca cobertura en los municipios, además de las consecuencias ambientales que estos elementos pueden ocasionar al ambiente. Sin lugar a dudas, el papel del gobierno local en diversos fenómenos socioambientales es crucial, en gran medida, porque la transformación de la estructuras sociales agrarias, el aumento de asentamientos humanos privados (algunos de ellos residenciales), clubes campestres, establecimientos comerciales, cambios al uso del suelo, están íntimamente ligado a las gestiones políticas de las administraciones en turno (ya sean municipal o local como el caso de las agencias en los pueblos grandes de la Sierra). La modificación del ecosistema esta intrínsecamente relacionada a la gestión de las autoridades locales, debido a que tiene una gran atribución en cuanto a recursos económicos para resolver las carencias y problemáticas de índole político y ambiental. El papel que puede tener las autoridades en el desarrollo y mejoramiento de las condiciones socioambientales y de vida de la población mediante diversas acciones es de vital importancia. Aun cuando hay cierta desconfianza entre los habitantes debido a la nula aplicabilidad de la ley en materia agraria, ambiental así como facilidades para el cambio del uso del suelo. Asimismo, las comunidades han acusado a los gobiernos locales de estar en contubernio con gobiernos de otros niveles y con empresarios para el despojo de tierra y el beneficio del capital por medio de proyectos económicos que ya están en marcha.

Las autoridades locales tienen dentro de sus atribuciones la gestión y el servicio de la *seguridad pública*. Existen varias problemáticas asociadas a este tema, que difícilmente pueden ser estudiadas por la complejidad que representan. Aun así, destacan desde las intimidaciones a cargo de las mismas autoridades de gobierno hacia los movimientos de lucha y manifestación de organizaciones comunitarias que se oponen a los diversos proyectos que afectan al ecosistema como: autopistas, fraccionamientos residenciales, cambios al uso del suelo, deforestación, pérdidas de santuarios de agua, etc., hasta cuestiones asociadas con la penetración de organizaciones criminales en las poblaciones pero también, en las estructuras de gobierno municipales.

**SAGURIDAD:**

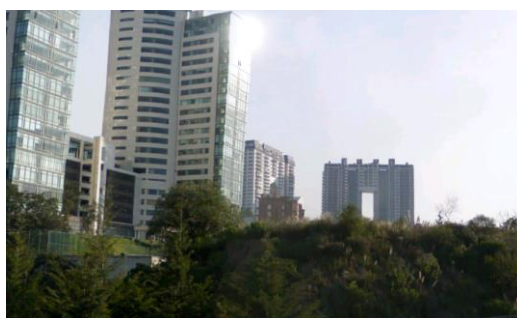
La seguridad, al igual que en el resto de México, es un tema muy cuestionado en la Sierra. Las expresiones del narcotráfico relacionadas con secuestros, ejecuciones, intimidaciones, delincuencia, narcomenudeo son reales y en algunos municipios, se han detenido incluso a autoridades públicas que están coludidos con distintas organizaciones como La Familia o los Caballeros Templarios. Hay una tensión social clara principalmente en municipios como Huixquilucan, Lerma, Naucalpan, Tlazala, Nicolás Romero, y en el caso de Hiutzilac con talamontes y autoridades corruptas. Asimismo, la presión ejercida por las autoridades estatales y federales en contra de las organizaciones indígenas defienden el medio ambiente, ha venido a generar miedo y a deteriorar aún más las relaciones entre las organizaciones comunitarias y los gobiernos estatal y municipales.

**2.3.3.3.2 La Biorregión: municipios de Norte a Sur**

De norte a sur, la SC comienza desde el municipio de Morelos y Villa del Carbón (en el EM) hasta terminar en Ocuilan y Huitzilac (municipios del EM y Morelos respectivamente). En este trayecto, encontramos muchos poblados con características eminentemente rurales dedicados a actividades agropecuarias, bajo regímenes de tenencia ejidal y comunal. También es cierto, que algunos de sus poblados han experimentado un crecimiento importante de asentamientos humanos resultados de la compra-venta de terrenos agrarios por parte de particulares. Estos procesos se asocian a crecimientos exógenos de las localidades, al grado que se han ido incorporando al área urbana de la megalopolis.

Cabe destacar que se están desarrollando una serie de proyectos urbanos encaminados a colonizar y privatizar el ecosistema, mediante la promoción de fraccionamientos Residenciales y Clubes Campestres ya existentes (y otros en propuesta) consolidados por proyectos de comunicación terrestre como las autopistas aprobadas por los Gobiernos del EM, DF y Federal. Pese a las condicionantes naturales (oroográficas), podemos apreciar cada vez mas, desarrollos inmobiliarios de tipo residencial dirigidos a poblaciones de niveles socioeconómicos medios y altos, muchos de estos ubicados a pie de monte de la SC como: Bosques de las Lomas, Bosque Real, Condados de Sayavedra, Interlomas, Las Aguilas, entre otros; asimismo, existen conviviendo de manera cercana, innumerables asentamientos de niveles bajos y muy bajos como La Retama, San Fernando, Agua Bendita, Zentlapatl, Pueblo Santa Fe, etc.

### **Magno proyectos habitacionales en Bosques de las Lomas e Interlomas**



Fuente: Archivo personal

En el caso de los *magnoproyectos* consistentes por: zonas residenciales, vialidades, clubes campestres, centros comerciales, proyectos académicos<sup>12</sup>, infraestructura, etc., destacan las constructoras y desarrolladoras: FRISA Constructora de Ciudades, MARHNOS Hábitat, Grupo alianza empresarial Bosque Real, Autovan S.A. de C.V., OHL Concesiones México SA de CV, Copri SAPI SA de CV, Constructora Atco S.A. de C.V., CARSO Infraestructura y Construcciones, Casas ARA, Hermes Construcciones, como actores de gran relevancia en la transformación y deterioro ambiental de la Sierra.

**MAGNOPROYECTOS:**

Entre uno de los factores más problemáticos para las comunidades son los proyectos de fraccionamientos residenciales, clubes campestres, las propuestas para creación de centros comerciales, universidades privadas, fomentadas, en gran medida por la accesibilidad de las vías de comunicación ya existentes y en construcción. Actualmente en la Sierra ya existen tanto al interior como en las faldas importantes zonas urbanas residenciales que han significado el deterioro ambiental y ecológico como: los fraccionamientos Hacienda Jajalpa, Residencial Tires, Villa Alpina, Condados de Sayavedra, Interlomas, Bosque Real; proyectos de universidades (ya en ejecución); propuestas de Centros Comerciales que permitan la recreación de las poblaciones de altos ingresos en la Sierra; más las autopistas en cuestión las cuales vendrán a consolidar dichos proyectos, así como a interconectar a las clases altas del poniente de la ZMVM con el aeropuerto de Toluca (ZMVT).

El aumento demográfico y el crecimiento urbano en estas zonas de la metrópoli (caso ZMVM) ha significado el incremento de proyectos de vialidades, comerciales, industriales, incursión de transporte, generando una mayor dinámica socioeconómica. De este modo, podemos apreciar que la SC al ser un sistema abierto, sus componentes al interior resultan alterados por las *entradas* de elementos de carácter metropolitano al sistema. Pero también están las *salidas*, en donde encontramos elementos de tipo natural, social, económico, políticos, como el agua, el oxígeno, la población económicamente activa (que laboran en actividades terciarias y secundarias), venta de alimentos, “recursos” maderables, arcillas, gravas; mismos que son apropiados por los sistemas metropolitanos, e incorporados a los procesos de producción de la megalopolis.

De este modo, el incremento de la dinámica socioeconómica en zonas a pie de monte y al interior de la Sierra, ha derivado en un crecimiento demográfico y físico de muchas de las poblaciones en la Biorregión. Es de destacar que ciertas localidades han experimentado

---

<sup>12</sup> Pobladores de Amomoculco, apoyados por el Frente de Pueblos Indígenas en Defensa del Medio ambiente, han hecho un llamado a las autoridades federales y estatales, para que se detenga la expropiación de 44 Ha. de terrenos agrícolas que pretenden ser utilizados para la construcción de la UAM-Lerma y un plantel de la Universidad Bicentenario del Estado de México. Campesinos de Amomoculco, en defensa de la tierra: <http://campesinosamomolulco.org/>

procesos de transformación más acelerados que otras, y simultáneamente han visto disminuir las superficies agrícolas y forestales ante el incremento de asentamientos humanos: viviendas, comercios, servicios.

La población estimada únicamente al interior de la Biorregión SC para el 2010 es de 235,937 habitantes localizados de manera heterogénea en más de 160 poblaciones (Véase anexo: Tabla de **Localidades en la Biorregión**). Esto sin considerar varias poblaciones periféricas (ubicadas a pie de monte) y que mantiene lazos socio-culturales con la naturaleza inmediata de la Sierra, que en suma nos darían más de 300 localidades distribuidas dentro y fuera de nuestro ecosistema, y que presentan características socioambientales muy similares, no solo por los beneficios ambientales que brinda la Sierra, sino porque sus actividades productivas dependen de la obtención, uso y aprovechamiento de elementos naturales para su subsistencia como madera-leña, agua y sobre todo alimentos que cultivan en sus parcelas ubicadas (una buena parte) a alturas superiores a 3000 msnm (Barrera, 2012a).

Asimismo la población estimada de las más de 300 localidades ubicadas tanto al interior como a pie de monte (faldas) de la Sierra (muchas de estas ya integradas al AU de las zonas metropolitanas) es de más de 900,000 habitantes, que en su mayoría se concentran en la parte central de la Biorregión, en donde atraviesan y convergen diversas vías de comunicación mismas que dinamizan las relaciones socioeconómicas entre la ZMVT y ZMVM. Entre las localidades que han experimentado un mayor incremento de asentamientos humanos se ubican en municipios como Ocoyoacac, Lerma, Huixquilucan, Temoaya, Naucalpan y en las delegaciones Álvaro Obregón, Cuajimalpa, Magdalena Contreras.

### **ASENTAMIENTOS HUMANOS:**

Entre los asentamientos humanos destacan las poblaciones periféricas a las zonas metropolitanas que han recibido migraciones de población provenientes de diversas partes de la república asentándose de manera irregular. En muchas de las poblaciones rurales ubicadas dentro de la sierra y/o en sus faldas, dedicadas principalmente a las actividades agrícolas se han dado procesos de compra-venta de terrenos para construcciones de viviendas y comercios privados. Asimismo, los procesos de urbanización por el incremento de las actividades terciarias y secundarias periféricas, pero también al interior de la Sierra, han incidido en la descomposición social-cultural y ambiental en la Biorregión. Aunado al incremento de Fraccionamiento privados de intereses sociales medios y altos, que han incursionado físicamente en el ecosistema, ha venido a profundizar la problemática ecológica de la Sierra, al generarse una mayor dinámica socioeconómica en la zona, una fragmentación de cultural y un resquebrajamiento de las relaciones sociales comunitarias con la naturaleza. Las vías de comunicación han generado una mayor penetración de la propiedad privada, contaminación del aire, suelo, agua por las actividades humanas, pérdida de áreas agrícolas, pérdida de áreas forestales, vulnerabilidad de la flora y fauna, mayor consumo de elementos naturales: agua, tierra (para construcciones), incrementándose así el daño ambiental.

## **Municipios y delegaciones en donde se desborda la Biorregión**

Como se ha comentado en este Capítulo, desde una visión territorial la SC se desborda sobre 21 municipios y delegaciones (UPA). Pese a que en este trabajo buscamos resaltar la escala de estudio biorregional como unidad sistémica de entendimiento de las interacciones sociales y ambientales existentes, resulta igualmente importante ubicar y conocer las UPA en donde se encuentra la Sierra.

Esto debido a que la cuestión territorial va ligada con la cuestión política, y en ambos casos, creemos que resulta una limitante para la formulación de propuestas de desarrollo socioambiental. De los 21 UPA en donde se desborda la Sierra, 16 pertenecen al Estado de México (EM), entre los que se encuentran de norte a sur: Morelos<sup>13</sup>, Villa del Carbón<sup>14</sup>, Nicolás Romero<sup>15</sup>, Jiquipilco<sup>16</sup>, Isidro Fabela<sup>17</sup>, Jilotzingo<sup>18</sup>, Naucalpan<sup>19</sup>, Temoaya<sup>20</sup>,

---

<sup>13</sup> En términos territoriales (político-administrativos) posee una superficie de 234.51 km<sup>2</sup>, de los cuales 187 km<sup>2</sup> (80%) se ubican dentro de la Biorregión consistentes en bosques mixtos de encino, oyamel y pinos. Se caracteriza por una topografía elevada con varias montañas entre las que destacan los cerros la Piñuela, con una altura de 3,360 msnm y el Mirador con 3,060 msnm, mismos que se unen a la Sierra de manera continua hacia el sur pasando por las Sierra de San Bartolo y de Monte Alto, mismas que son subregiones dentro de la misma SC, a las que los lugareños les han ido dando nombres específicos. De acuerdo al Censo de Población y Vivienda (2010) solo encontramos cerca de 332 habitantes ubicados en pequeñas localidades como Tlazalpan o Las Cenizas enclavadas dentro de la Biorregión a más de 3000 msnm, compartiendo el ambiente con importantes coberturas forestales de coníferas que dan nacimiento a varios escurrimientos superficiales.

<sup>14</sup> Posee una superficie de 228.6 km<sup>2</sup>. Tiene una topografía elevada con varias montañas entre las que destacan el cerro La Buía, con una altura de 3,300 msnm. En términos hidrológicos posee diversos escurrimientos como: río Paseo de las Mulas, El Pescado, Las Palomas, San Jerónimo, Los Sabios que alimentan a las presas Taxhimay, presa del Llano y presa Juárez. El municipio se ubica en el extremo norte de la Sierra sobre la CVM y específicamente en la subcuenca El Salto. Tiene una población aproximada de 39,587 habitantes que en su mayoría se ubican en la cabecera: Villa del Carbón, a 2600 msnm justo a pie de monte de la Sierra; el resto de su población se ubica en otras 57 comunidades que dependen de la cabecera. De acuerdo al Censo de Población y Vivienda (2010) solo encontramos cerca de 358 habitantes ubicados en poblaciones como El Varal, ejido la Cenizas y Llano Grande, que son pequeños asentamientos ejidales enclavados dentro de la Biorregión a más de 3000 msnm.

---

<sup>15</sup> Tiene una superficie aproximada de 233 km<sup>2</sup> y una población de 306,516 habitantes de los cuales, cerca del 85% se localiza dentro del AU de la ZMVM. El resto se distribuye en pequeños poblados intermedios entre el AU y la Sierra. Existen poblaciones ubicadas a alturas superiores a los 2800 msnm que clasificamos como poblaciones de montaña entre las que destacan San José el

Otzolotepec<sup>21</sup>, Xonacatlan<sup>22</sup>, Huixquilucan<sup>23</sup>, Lerma<sup>24</sup>, Ocoyoacac<sup>25</sup>, Xalatlaco<sup>26</sup>, Tianguistenco<sup>27</sup> y Ocuilan<sup>28</sup>.

---

Vidrio, Ejido Cahuacan, Transfiguración, Sta. Ma. Magdalena Cahuacan, Ranchería los Durazos, San Juan de las Tablas, en donde habitan aproximadamente 3584 habitantes.

<sup>16</sup> Jiquipilco se encuentra en el EM, en el extremo noroeste de la SC y tiene una superficie de 276 km<sup>2</sup>. Tiene una población aproximada de 59,969 habitantes que en su mayoría se ubican en las parte bajas de la subregión del alto Lerma, en donde sus localidades se han visto penetradas por las actividades socioeconómicas e industriales de la ZMVT. En la parte alta, destacan las poblaciones de Ejido Mañi, Masteje, Xiquipilco, Loma Hermosa, San Bartolo Oztotitlan, ubicadas en la SC, entre los 2700 y a más de 3100 msnm, y que en conjunto concentran más de 3500 habitantes. En el municipio hay 14 núcleos agrarios de los cuales 12 son ejidos y 2 comunidades con poco más de 3000 sujetos agrarios los cuales poseen una superficie aproximada de 11,894 Ha.

<sup>17</sup> El municipio pertenece al EM, y se encuentra enclavado casi en su totalidad en la Biorregión, por lo que posee grandes áreas de bosque bien conservadas. Tiene una superficie de 91 km<sup>2</sup> y una población total estimada de 8788 habitantes, de los cuales 1926 habitan en la Sierra, en poblaciones como Tlazala de Fabela y Los Tachos a 3000 msnm. El resto vive en poblaciones cercanas a la ZMVM mismas que paulatinamente se han integrado a su AU. En el municipio existen 3 núcleos agrarios de los cuales 2 son ejidos y 1 comunidad con poco más de 800 sujetos agrarios (y que en su mayoría residen en las poblaciones a pie de monte) los cuales poseen una superficie aproximada de 4691 Ha.

<sup>18</sup> Jilotzingo posee una superficie de 143 km<sup>2</sup>, ubicados sobre la CVM, específicamente sobre la subcuenca Cuautitlán. El arroyo más importante es el Santana, que posteriormente se convierte en el río La Colmena, el cual se inicia en las partes altas de Santa Ana Jilotzingo (cabecera municipal) y luego incrementa el caudal del río Cuautitlán, que baja hacia la ZMVM. Tiene una población aproximada de 13,825 habitantes, de los cuales más de 2,178 se localizan a más de 2800 msnm de la Sierra en poblaciones como Las Manzanas, San Miguel Tecpan, Santa Ana Jilotzingo entre otras. El resto se ubica en otras localidades cercanas a Naucalpan, mismas que se han integrado al AU de la ZMVM. En el municipio existen 7 núcleos agrarios de los cuales 4 son ejidos y 3 comunidades con poco más de 1000 sujetos agrarios (y que en su mayoría residen en las poblaciones a pie de monte) los cuales poseen una superficie aproximada de 6,650 Ha.

<sup>19</sup> Naucalpan Es uno de los municipios más poblados del EM y de la ZMVM con 821,442 habitantes distribuidos en 184 km<sup>2</sup>. Se localiza sobre la subcuenca de la Ciudad de México, que es parte de la CVM. Entre sus principales poblaciones ubicadas en la Sierra están: Santiago Tepatlaxco, San Francisco Chimalpa, Villa Alpina que son asentamientos de gran tamaño que en conjunto suman 5579 habitantes, y que han causado modificaciones importantes al ecosistema, auspiciado, en gran medida, por las vías de comunicación como la carretera federal Naucalpan-Toluca y el reciente proyecto de la autopista Naucalpan-Toluca. En el municipio hay 14 núcleos agrarios, de los cuales 13 son ejidos y 1 comunidad con poco más de 1000 sujetos agrarios, los cuales poseen una superficie aproximada de 6730 Ha.

<sup>20</sup> Temoaya se ubica en la región Alta de Lerma, particularmente sobre la subcuenca Alzate que es parte de la CRL. Tiene una población de 77,714 habitantes distribuidos en 199.6 km<sup>2</sup>. Entre sus principales localidades ubicadas en la Sierra están: San Pedro de Arriba con 5680 habitantes, entre otros pequeños asentamientos de áreas ejidales ubicados a partir de los 2970 msnm. Existen en el municipio 10 núcleos agrarios, de los cuales todos son ejidos con poco más de 800 sujetos agrarios, los cuales poseen una superficie aproximada de casi 13,000 Ha.

<sup>21</sup> Posee una superficie de 31.52 km<sup>2</sup> y se localiza en la parte noroeste de la Sierra, específicamente en la subregión hidrológica del Alto Lerma, subcuenca Alzate que es parte de la CRL. Tiene una población aproximada de 41,255 habitantes que en su mayoría se encuentran en su cabecera Villa Cuauhtémoc. Entre las poblaciones ubicadas en la Sierra solo se identificaron La Huaicana, La Trampa, La Presa y Rancho el Oxco, ubicadas a mas de 2800msnm, y en conjunto tienen una población de 2049 hab. Asimismo, hay muchas localidades como Puente San Pedro, San Mateo Mozoquilpan, La Concepción, San Mateo Capulhuac, Las trojes, entre otras ubicadas a pie de monte. Existen en el municipio 9 núcleos agrarios de los cuales todos son ejidos con poco más de 1.799 sujetos agrarios, los cuales poseen una superficie aproximada de 2,820 Ha.

---

<sup>22</sup> Xonacatlan posee una superficie de 32.87 km<sup>2</sup> donde se distingue una topografía plana en ciertas partes, y elevada en otras con varias montañas con grandes extensiones de bosques. El municipio se ubica en el extremo norte de la Sierra, en la CRL y específicamente en la subcuenca Alzate. Tiene una población aproximada de 73,696 habitantes, y es considerado como un municipio metropolitano perteneciente a la ZVMT; por lo que una buena parte de su PEA está insertada en actividades urbanas. En el municipio hay 4 núcleos agrarios reconocidos por el Registro Agrario Nacional (RAN), de los cuales 3 son ejidos y 1 comunidad con poco más de 1334 sujetos agrarios, los cuales poseen una superficie aproximada de 3,523 Ha.

Por otra parte existen 4 delegaciones del Distrito Federal (DF) en donde también se desborda parte de la Sierra: Tlalpan<sup>29</sup>, Magdalena Contreras<sup>30</sup>, Cuajimalpa<sup>31</sup> y Alvaro

---

<sup>23</sup> Huixquilucan tiene 224,042 habitantes distribuidos sobre 143 km<sup>2</sup>. Entre sus principales poblaciones ubicadas en la Sierra están: Huixquilucan de Degollado (cabecera), Santa Cruz Ayotuxco, San Francisco Ayotuxco, La Magdalena Chichicaspa, San Bartolomé Coatepec, Zacamulpa, Dos Ríos, Santiago Yancuitlalpan, Puerto el Guarda, San Juan Yautepec, Laurel-Tejocote e Ignacio Allende. Asimismo, es el municipio con mayor número de población ubicada dentro de la Biorregión con más de 117,000 habitantes, así como la zona en donde es más visible la fragmentación del bosque por los asentamientos humanos y las vías de comunicación que interconectan a los poblados del municipio y a la ZMVT con ZMVM. Posee 7 núcleos agrarios de los cuales 4 son ejidos y 3 son comunidades con poco más de 1000 sujetos agrarios, los cuales poseen una superficie aproximada de 5,749 Ha.

<sup>24</sup> Lerma tiene 105,578 habitantes distribuidos en 228.6 km<sup>2</sup>. Entre sus principales poblaciones ubicadas en la Sierra están: Las Trajas Huitzilalpan, San Francisco Xochicuautla, La Marquesa, entre otros pequeños asentamientos que en conjunto suman una población de 8247 habitantes distribuidos en la Sierra. Asimismo, existen en el municipio 20 núcleos agrarios de los cuales 15 son ejidos y 5 son comunidades con poco más de 6000 sujetos agrarios, los cuales poseen una superficie aproximada de 16,421 Ha.

---

<sup>25</sup> Ocoyoacac posee 134.7 km<sup>2</sup> de superficie caracterizada por una topografía en gran parte plana, aunque en ciertas zonas de su territorio, en donde se ubica parte de la SC, son elevadas. El municipio tiene 54224 habitantes que en su mayoría se localizan en varios pueblos cercanos a la ZMVT. Existen 7 núcleos agrarios, de los cuales 1 es ejido y 2 comunidades con poco más de 1000 sujetos agrarios los cuales poseen una superficie aproximada de 11,350 Ha.

<sup>26</sup> Xalatlaco tiene una superficie de 93.3 km<sup>2</sup>. 86% de su territorio se ubica dentro de la subcuenca Alzate en la CRL y el 14% en la subcuenca Amacuzac de la CRB. Tiene cerca de 20,000 habitantes que en su mayoría se localizan en varios pueblos cercanos a la ZMVT y en donde las actividades económicas que se desarrollan en el municipio conforme a los distintos sectores productivos predominan: el sector comercial y el agrícola. Solo encontramos, dentro de su territorio, 1 núcleo agrario llamado Xalatlaco con cerca de 200 sujetos agrarios los cuales poseen 11,186 ha. El maíz es el cultivo que más se produce en el municipio, seguido de otros como: avena forrajera, cebada, frijol, papa, gramíneas y trigo.

---

<sup>27</sup> Tianguistenco tiene una superficie de 121.5 km<sup>2</sup>; el 92% de su territorio se ubica dentro de la CRL y 8% sobre la CRB. Tiene una población estimada de 64,356 habitantes, que en su mayoría se localizan en varios pueblos cercanos a la ZMVT, y en donde las actividades económicas principales son el comercio y servicios. Una buena parte de la PEA también se dedica a las actividades industriales. En el municipio hay 2 núcleos agrarios, 1 ejido (San Pedro Tlaltizalpan) y 1 comunidad (San Pedro Atlapuxco) con poco más de 500 sujetos agrarios los cuales poseen una superficie aproximada de 7,752 Ha.

<sup>28</sup> Ocuilan es el municipio más ubicado en el extremo sur de la SC. Tiene una superficie de 31.52 km<sup>2</sup>, de los cuales el 13% de su territorio se encuentra sobre la subregión hidrológica del Alto Lerma, en la CRL; y 87% sobre la subcuenca Amacuzac en la CRB. Tiene una población aproximada de 26,332 habitantes que en su mayoría se encuentran en su cabecera Ocuilan de Arteaga y pequeños poblados interconectados con los municipios de Tianguistenco y Texcalyacac. Entre las poblaciones ubicadas en la Sierra solo se identificaron Mexicapa, Santa Martha; aunque localidades como La Pastora, Ahuenteco, Coyoltepec, Las Trojes, San Juan Atzingo, Ocuilan de Arteaga se encuentran ubicadas a más de 2700 msnm y mantienen lazos socioambientales con la Biorregión. Existen en el municipio 4 núcleos agrarios de los cuales 3 son ejidos y 1 comunidad con poco más de 300 sujetos agrarios los cuales poseen una superficie aproximada de 18,858 Ha.

<sup>29</sup> Tlalpan tiene una población de 607,545 hab., de los cuales se estima que poco más del 80% están concentrados en el AU de la ZMVM. El resto se ubica en poblados periféricos, muchos de ellos en las faldas de la SC (como: Santo Tomas Ajusco, Colonia Héroes de 1910, Lomas de Tepemecatil, San Andrés Totoltepec, Teocoentitla, colonia Héroes de Padierna) donde se estima hay una población de cerca de 29,820 habitantes. De acuerdo a datos del Registro Agrario Nacional (RAN), existen 11 núcleos agrarios de los cuales 8 son ejidos y 3 comunidades con 19,602 Ha en total.

<sup>30</sup> Magdalena Contreras tiene una población de 228,927 hab. de los cuales se estima que poco más del 95% están concentrados en el AU de la ZMVM mismas que ejerce una presión importante sobre el ecosistema de montaña, mismo que en varias partes ha servido como barrera natural de contención del crecimiento urbano. Existen poblados al interior de la Sierra como Montealegre y San Nicolás Totolapan con una población que no sobrepasa los 200 habitantes. Existen 5 núcleos agrarios de los cuales 3 son ejidos y 2 comunidades con una superficie total de 4,964 Ha.

<sup>31</sup> Cuajimalpa tiene una superficie de 7.7 km<sup>2</sup>, y se divide territorialmente en 5 pueblos San Pedro Cuajimalpa, San Lorenzo Acopilco, San Mateo Tlaltenango, San Pablo Chimalpa, El Contadero y 41 colonias y barrios que se han integrado al AU de la ZMVM. Tiene una población en 2010 estimada en 173,625 habitantes. Encontramos diversos poblados a más de 3000 msnm como San Pablo Chimalpa, Agua Bendita, Zentlapatl, 01 de mayo, San Lorenzo Acopilco, Las Alajas, Cola de Pato, La Pila, entre otras,

Obregon<sup>32</sup>. Finalmente encontramos el municipio de Huitzilac<sup>33</sup> en el Estado de Morelos, como un territorio en donde se ubica una porción de la Biorregión.

### **2.3.3.3 Tenencia de la tierra**

El territorio de la SC esta intrínsecamente ligado a las interrelaciones entre tierra-naturaleza y sociedad. Para comprender esta relación, es necesario ahondar sobre el uso de los elementos naturales y las formas de acceso a estos por parte de la sociedad en la Biorregión.

Tanto el conocimiento de la situación agraria y distribución de esas formas de tenencia social; las actividades agropecuarias que se distinguen o que prevalecen; el intercambio de sus productos dentro de la Biorregión o fuera de esta; los procesos de compra-venta de terrenos agrarios y/o privados; el aumento de asentamientos humanos; el cambio de actividades primarias por terciarias o secundarias; la incorporación de suelos al mercado urbano; y la situación actual en torno al estado de conservación actual de sus elementos naturales, son elementales para poder identificar los principales problemas socioambientales y proponer soluciones y estrategias de desarrollo. De este modo, describimos el tipo de tenencia agraria y los sistemas productivos tradicionales que emplea la sociedad rural para satisfacer sus necesidades alimentarias y, en ciertos casos, comerciales.

### **Núcleos agrarios y sistemas productivos**

---

que suman una población aproximada de 15,167 habitantes, muchos de ellos insertados en las actividades económicas terciarias y secundarias de las zonas metropolitanas de Toluca y Valle de México. Existen 2 núcleos agrarios: San Mateo Tlaltenango, el cual es ejido, y San Lorenzo Acopilco que es comunidad, ambos suman una superficie de 1715 Ha.

<sup>32</sup> Es una delegación perteneciente al DF misma que tiene 96.17 km<sup>2</sup> de superficie. Tiene una población de 173,625 habitantes que en su mayoría están insertados en las actividades económicas terciarias y secundarias de la ZMVM. Tiene 2 núcleos agrarios: San Bartolo Ameyalco y Santa Rosa Xochiac, ambos ejidos, y suman una superficie de 30 Ha.

<sup>33</sup> Tiene una superficie de 200 km<sup>2</sup> y se ubica en el extremo sur de la SC. Posee 14,815 habitantes distribuidos en poblaciones como la cabecera, San Miguel Apatlaco, Huertas de San Pedro, Tres Marías, Fierro del Toro, Rincón del Bosque, Los Olivos, Tecaltitla, Monte Verde, La Floresta, etc. A su vez, es atravesado por la autopista México-Cuernavaca, así como también la carretera federal México-Cuernavaca, la carretera Huitzilac-Zempoala (construida en el año de 1935). Existen en el municipio 2 núcleos agrarios consistentes en 2 comunidades con poco más de 500 sujetos agrarios los cuales poseen una superficie aproximada de 17,883 Ha.



Para este apartado, se recurrió a la consulta de documentos y archivos agrarios<sup>34</sup> tanto del DF, EM y Morelos. Asimismo, se ha realizado pláticas y entrevistas con algunos dirigentes locales y representantes ejidales o comunales con la finalidad de conocer su apreciación en relación a diversas cuestiones asociadas con la tenencia de la tierra en la Sierra, así como los sistemas productivos tradicionales, entre otros elementos. Uno de los rasgos socioculturales en la SC, es que la gran parte de los núcleos agrarios (NA) pertenecen a poblaciones indígenas otomíes, mismas que comparten rasgos y raíces étnicas similares con los mazahuas y matlatzincas.

Se contabilizaron 157 NA reconocidos por el Registro Agrario Nacional (RAN), pertenecientes a los 21 municipios y/o delegaciones en donde se ubica la Sierra, de los cuales 121 son ejidos y 36 comunidades, que en total suman una superficie de 219,361 ha, es decir, 2,193.6 km<sup>2</sup>. Asimismo, es importante comentar, que muchos de ellos (cerca del 45%) están distribuidos en términos territoriales en partes alejadas a la Sierra, y que su relación ecológica y productiva con ésta es importante, mas no es inmediata (Barrera, 2012a).

Los repartos agrarios han sido realizados en diversos periodos. El registro más antiguo de dotación que se tiene es de 1919 durante la presidencia de Venustiano Carranza, en los casos de Santa María Magdalena Cahuacan (municipio de Nicolás Romero) y San Miguel Yuxtepec (municipio de Jiquipilco). Fue durante el mandato de Lázaro Cárdenas, cuando a muchas de las poblaciones de la Biorregión se les dieron grandes porciones del territorio forestal y también en zonas a pie de monte, que es donde se ubican la mayoría de los poblados mismos mantienen lazos estrechos con los elementos naturales de la Sierra (Barrera, 2012a).

Asimismo, de los 157 NA, 102 es decir el 65%, se han inscrito al PROCEDE (Véase Capítulo I; apartado: La contra-reforma al artículo 27 constitucional), lo que pone en riesgo la existencia a futuro de este tipo de propiedad y de la naturaleza que su gente ha mantenido y preservado por décadas.

---

<sup>34</sup> Entre la información agraria revisada destacan: planos ejidales, relaciones y listas de sujetos agrarios, así como la consulta de información en el Padron Historico de Nucleos Agrarios (PHINA), de la pagina de internet del Registro Agrario Nacional (RAN).

Por otra parte, al interior de la Biorregión se ubicaron 54 NA<sup>35</sup>, de los cuales 34 son ejidos y 20 comunidades, cada uno de ellos con diferentes acciones agrarias como dotación, ampliación, restitución, segregación, expropiación, nuevo centro de población ejidal, Reconocimiento y Titulación de Bienes Comunales, etc. Asimismo, de estos 54 NA, 23 (es decir el 46%) se han inscrito al PROCEDE; 17 son ejidos y solo 6 comunidades.

Desde una visión territorial, los municipios que registran un mayor número de NA al interior de la Sierra son: Lerma, Huixquilucan y Jilotzingo en el EM (Vease Anexo: *Relación de Núcleos Agrarios por municipio*, donde se muestran todos los NA de las 21 UPA en donde se desbora la Biorregión y a su vez se muestran, en recuadros sombreados los NA ubicados al interior de la Sierra).

Pese a que una buena parte de los ejidatarios ha buscado alternativas y formas para conservar su territorio y naturaleza, sus formas tradicionales de organización se han puesto en riesgo y en inminetes deterioro ante las reformas al artículo 27 constitucional y el diseño del PROCEDE que han detonado la incorporación de tierras agrarias al mercado del suelo urbano (Pradilla, 1993); éste último, instrumento engañoso de seguridad jurídica de sus tierras, pieza clave para los procesos “legales” de venta de la tierra (García M., 2006; Castro y otros, 2010; Barrera, 2013a).

En relación a la alimentación básica de las familias principalmente de orígenes otomíes, ésta consiste en tortillas de maíz, frijoles, huevo, quelites, quintoniles, malva, queso, hongos y, en algunas ocasiones, carne de pollo y de res. En cuanto a bebidas, acostumbran tomar café, atole, té de diversas hierbas, refrescos y pulque. Asimismo, su dieta, depende de cría de ovejas, cerdos, gallinas así como del cultivo de maíz, avena, haba, maguey para la producción de pulque, recolección de hongos, y en ciertas partes, la producción de trucha es muy importante para autoconsumo y comercialización.

De acuerdo a datos de CONAPO, los municipios de la SC en los que se concentra la mayor población indígena otomí son Jiquipilco, Oztolotepec, Temoaya, Huixquilucan, Morelos,

---

<sup>35</sup> De los 52 NA, en la Sierra, 45 están ubicados al interior del ecosistema (Barrera, 2012a) y 9 en partes colindantes, es decir, en zonas a pie de monte, que de igual forma los sujetos agrarios y sus familias mantienen relaciones ecológicas y productivas inmediatas con la SC. De este modo, 54 son los NA considerados en el análisis de la Biorregión.

Xonacatlán y Lerma. Asimismo la falta de apoyos a las comunidades y al campo ha significado una gran migración y expulsión de sus lugares de residencia. Mucha de su población se traslada básicamente al DF y lugares aledaños a éste. Sin embargo, mantienen los vínculos con sus lugares de origen, a donde regresan periódicamente, e incluso acuden a sus parcelas en temporadas de trabajo para realizar diferentes cultivos.

También se practica la ganadería lanar, porcina y equina. Como complemento de la subsistencia familiar se crían animales de traspatio como guajolotes, gallinas y pollos para autosubsistencia y también para el intercambio vecinal. Asimismo, en la Biorregión existen varios cuerpos de agua en donde se practica la piscicultura específicamente de carpa y trucha arcoíris.

---

#### **4.4.3.2 Pequeña propiedad**

El proceso más importante de privatización de tierras en varias zonas de la Biorregión se da durante el siglo XIX posterior a la independencia de México con varias haciendas y pueblos dominados por la sociedad hispana. La pequeña propiedad se ubica en las principales poblaciones de los municipios. Las haciendas ubicadas en estas, han sido grandes detonantes de las actividades socioeconómicas y de la venta de importantes extensiones de tierra para el crecimiento de asentamientos humanos y las actividades comerciales. Asimismo, la propiedad social consistente en ejido y comunidades, han aportado mediante procesos de venta y fraccionamiento de suelo, importantes cantidades de tierra.

Asimismo, desde la reestructuración económica en México y el diseño de *políticas neoliberales* a partir de 1980 y mas evidentes en terreno agrario a inicios de 1990, ha tenido consecuencias socioeconómicas y ambientales importantes, destacando: la austeridad en el gasto público, y por ende una menor inversión e intervención del estado en: educación, salud, infraestructura, agricultura, energía, industria, etc.; pérdida del papel del estado como rector del desarrollo nacional; disminución de los ingresos y del salario de los trabajadores; aumento en la privatización de empresas y organismos públicos, despidos de trabajadores; liberación comercial externa con la firma del TLCAN; mayor dependencia del país en el capital extranjero; alteración en las relaciones capital-trabajo asalariado, y la

reducción al salario, suspensión de prestaciones, eliminación de contratos colectivos y de la seguridad de trabajo, reducción del derecho de huelga (Pradilla, 1993; Hiernaux 1998); debilitamiento de las rigideces sindicales, liberalización de precios y salarios, esto mediante la regulación unilateral de los mercados por parte del capital dominante (Amin, 2003).

#### **POLITICAS NEOLIBERALES.**

A partir de la década de los noventa del siglo XX, el país y específicamente su economía, dio un reviraje de una economía cerrada y hasta cierto punto protegida por un Estado que le apostó a un desarrollo económico nacional, dio un giro de 180 grados al liberalizar su economía al mejor postor. Por medio del diseño de políticas neoliberales como la firma del TLCAN, la modificación al artículo 27 constitucional, el diseño del PROCEDE, la disminución de apoyos al campo, el fin del reparto agrario, la eliminación de contratos colectivos, el traspaso de paraestatales a privados, la menor intervención Estado en la economía del país (Pradilla, 1993), han significado poner en bandeja de oro la riqueza natural y social a empresas trasnacionales, y específicamente, al gobierno norteamericano, estandarte mundial de las relaciones sociales de producción, mismas que están llevando al colapso a infinidad de ecosistemas en el planeta.

Con el diseño del PROCEDE en 1993, instrumento que ha “legalizado” la venta de parcelas ejidales, aunado a invasiones ilegales por personas (inmigrantes) provenientes de distintas partes de la república de suelo de conservación ha conllevado su posterior regularización y cambio de régimen de propiedad a privada, bajo procesos, muchos de estos, irregulares.

La propiedad privada que actualmente se conoce en la Biorregión y (de manera más amplia) en las 21 demarcaciones (UPA) que la comprenden, tiene una historia muy poco clara. Se conforma a partir de adjudicaciones realizadas mediante despojos, invasiones, ocupaciones ilegales de tierras agrarias, transacciones, enajenaciones, etc. En municipios y/o delegaciones como Huixquilucan, Ocoyoacac, Lerma, Nicolás Romero, Naucalpan, Cuajimalpa, Álvaro Obregón, Magdalena Contreras y Tlalpan se han dado procesos de cambios al uso del suelo de forestal o agrícola por el de fraccionamientos privados de niveles medio-altos y muy altos, como los asentamientos: Hacienda Jajalpa, Residencial Tirés, Villa Verdun, Las Águilas, San Jerónimo, Lomas Axomiatla, Jardines del Ajusco, Interlomas, Tecamachalco, Bosques de las Lomas, Villa Alpina, Chiluca, entre otras; y que en casos como los ejidos: Nicolás Romero, Barrio Juárez (ambos en el municipio de Nicolás Romero), San Mateo Nopala, San Juan Totoltepec, Santa Cruz Acatlán, Los Remedios, San Antonio Zomeyucan, San Bartolo, San Francisco Cuautlalpan, San Esteban Huitzilacasco (todos en Naucalpan) y San Jerónimo (en la delegación Magdalena

Contreras) se han constituido como colonias de la ZMVM integrando 3,361 Ha. a su AU (Barrera, 2012a).

En el resto de los municipios la propiedad privada en su mayoría se ha ido consolidando a partir de procesos de compra-venta de terrenos ejidales e invasión de áreas forestales por parte de poblaciones de ingresos bajos, que posteriormente son regularizados por instituciones y autoridades locales que tienen la atribución, procesos muchas veces condicionados y/o determinados por fines políticos-electorales.

#### **2.3.3.3.4 Cultura, tradiciones, festividades**

---

Para entender el problema del deterioro ecológico y para buscar soluciones por medio de propuestas de desarrollo socioambiental, es necesario entender al hombre como parte de la naturaleza; para entender el problema ambiental es necesario estudiar no solamente el orden ecológico, sino igualmente el orden de la cultura (Maya, 1997).

La cultura vendría siendo el conjunto de herramientas, conocimiento y comportamientos adquiridos, que se transmiten de una generación a otra. El ser humano, pertenecen al orden natural de la misma manera que el resto de la biodiversidad. Es el mismo proceso evolutivo el que conduce hacia la adaptación instrumental (tecnología), la organización social y la elaboración simbólica. Sin embargo, apoyado en su plataforma instrumental, los humanos inician un proceso nuevo de adaptación que en un corto tiempo modifica la organización de las estructuras ecosistémicas vigentes, transforma los ambientes al grado de amenazar con destruirlos.

Como precisa Maya (1997), en la actualidad las culturas se han ido homogeneizando al ritmo de la producción económica. En el caso de la SC, los rituales, las modas, los detalles típicos, los símbolos. La lengua de la cultura otomí<sup>36</sup> sus formas de organización,

---

<sup>36</sup> El idioma otomí es una lengua indígena de México, hablada por un grupo ampliamente conocido como Otomís (Los indígenas otomíes del Valle de Mezquital también la denominan *hñāhñu* en su propia lengua). El otomí es una lengua mesoamericana y muestra varios de los rasgos característicos del área lingüística mesoamericana. Según la Ley de Derechos Lingüísticos de México, el otomí es reconocido como una lengua patrimonio nacional, junto a otros sesenta y dos idiomas indígenas y el idioma español. Por su número de hablantes, el otomí es la séptima lengua más hablada en México, después del náhuatl, el maya yucateco, el zapoteco, el mixteco, el tzotzil y el tzetzel, sin embargo este dato es solamente indicativo, pues en realidad "idioma otomí" debe tomarse como "familia de lenguas otomíes", ya que existen

tradiciones, costumbres, festividades, arraigo a su tierra y respeto a su naturaleza han ido paulatinamente desapareciendo regidos bajo un nuevo orden socioeconómico de culturas consumistas, urbanas-metropolitanas emanadas esencialmente de la cultura de occidente. La extensión del modo de producción capitalista sobre los ecosistemas supone por igual, procesos de ecocidio y etnocidio (Schoijet, 1992). Las formas de organización social comunitarias tradicionales de poblaciones autóctonas principalmente otomíes de la Sierra, han sido permeadas en su sistema *cultura*<sup>37</sup> comunitario por otras formas culturales fundadas en las relaciones sociales de producción capitalistas.



La cultura es parte importante en los poblados de la Sierra. Es un bagaje de herramientas, conocimiento y comportamientos adquiridos, que se transmiten de una generación a otra en relación con sus formas de vida, organización social y preservación de su naturaleza. Asimismo destacan infinidad de fiestas distintivas de cada poblado de la Sierra, mismas que de acuerdo a las comunidades, son actos de consolidación de sus tradiciones, así como vínculos sociales de unas comunidades con otras, y formas de dar a conocer sus historias. La cultura se mantiene por medio del traspaso generacional de su bagaje cultural a los individuos que conforman su estirpe, pero también se ha visto afectada por la incursión de formas socio-culturales de carácter urbano-metropolitano, mismas que han permeado y ganando terreno a estas formas de organización socio-culturales tradicionales de la Sierra.

De manera más específica, la cultura de las poblaciones pertenecientes a la Sierra y a través de la cual se manifiestan como un nicho ecológico más en el ecosistema de montaña, incluye el lenguaje, las costumbres, las prácticas ambientales y productivas agrícolas, los códigos organizacionales de sus comunidades y con otras poblaciones, reglas de género, vestimenta, religión, rituales y fiestas, normas de comportamiento y sistemas de creencias, la tecnología y la expresión de todos estos elementos con su ambiente. Asimismo, la cultura esta intrínsecamente ligada a las relaciones sociales con la naturaleza, y a las formas de organización fundas en esta, mismas que definen y distinguen la diversidad cultural.

---

muchas variantes, determinadas por las poblaciones de cada región, mismas que se distribuyen fundamentalmente sobre las entidades de Guanajuato, Queretaro, Michoacan, Hidalgo, Puebla, Veracruz y EM.

<sup>37</sup> Entendemos por sistema cultural el conjunto de componentes esenciales que constituyen la unidad cultural: base poblacional, desarrollo tecnológico, red de símbolos y la relación del hombre con la tecnología y sus ambientes (Maya, 1997). Incluye el lenguaje, las costumbres, las prácticas ambientales y productivas agrícolas, los códigos organizacionales de sus y con otras poblaciones, reglas de género, vestimenta, religión, fiestas y sistemas de creencias, tecnología, y la expresión de todos estos elementos con la naturaleza.

En la SC, la cultura engloba una serie de elementos socio-organizativos, comunitarios, productivos, tecnológicos, simbólicos y ambientales que en conjunto expresan relaciones jerárquicas. Para las comunidades indígenas, es de vital importancia el respeto y reconocimiento hacia la naturaleza, al ser la madre proveedora de sus alimentos, y al conformarse como parte de ellos. Como decía un poblador en una plática hacia sus compañeros “la tierra es mi cuerpo, agua es mi sangre, viento es mi aliento y fuego es mi espíritu...” Por otra parte, las diversas festividades realizadas en muchos de sus poblados fortalecen las relaciones sociales al interior de las comunidades, así como con las demás. De entre las muchas fiestas religiosas en la Biorregión destacan las siguientes:

### Principales eventos tradicionales de las poblaciones en la Sierra

Fecha	Festividades religiosas	Población
24 de junio	Fiesta en Honor al Santo Patrono San Juan Bautista	Varias
01 de septiembre	Regreso del Patrón San Juan Bautista al Poblado	Huitzilac
19 de marzo	Celebración al Señor San José	Tres Marías
15 de julio	Festejo de San Buena Aventura	Coajumulco
01 de marzo	Celebración al Señor de Jiquipilco	Jiquipilco
	Carnaval para la Coronación de la Reina Mayahuel	Jiquipilco
01 de enero	Festejo a la Santísima Trinidad	Fierro del Toro
01 de mayo	Ascenso al Cerro de Santa Cruz Tepexpan para venerar al Señor del Cerrito	Jiquipilco
11 de noviembre	Fiesta Patronal de Ocoyoacac	Ocoyoacac
29 de junio	Fiestas de San Pedro	Atlapulco
semana santa	Semana Santa en Atlapulco	Atlapulco
25 de julio	Festividad al Señor Santiago Apostol	Varias
25 de diciembre	Fiesta y paseo de carros alegóricos	Xalatlaco
01 de enero	Festividad de la Virgen del Buen Suseso	Tiangustenco
01 de enero	Honor al señor de la Salud y las Aguas	Villa Cuauhtemoc
01 de marzo	Escenificación del juicio y muerte de Jesús	Villa Cuauhtémoc
19 de marzo	Honor a San José	Tetitlan
15 de mayo	Honor a San Isidro Labrador	Las Trojes
26 de junio	Honor a Santa Ana	Jilotzingo y Mayorazgo
24 de agosto	Honor a San Agustín	Mimbres
21 de septiembre	Fiesta Patronal en Honor a San Mateo	Mozoquilpan y Capulhuac
4to. Viernes de cuaresma	Fiesta del Nuestro Padre Jesús	San Lorenzo Acopilco
08 de diciembre	Honor a la Purísima Concepción en la Capilla de la cabecera	La Concepción y barrio la Purísima
12 de diciembre	Fiesta Patronal	Diferentes
03 de mayo	La Santa Cruz	Tlazala de Fabela
N/D	Fiesta Patronal	San Mateo Tlaltenango
08 de septiembre	Las Luminarias	Tlazala de Fabela
13 de diciembre	Ascenso a la Capilla ubicada en el monte Comunal	Tlazala de Fabela

08 de diciembre	La Inmaculada Concepción	El Contadero
N/D	Día de la Candelaria	Cuajimalpa
N/D	Viernes de Dolores	San Pablo Chimalpa
01 de enero	Fiesta Patronal de la Virgen de Guadalupe	Varias
05 de febrero	Fiesta de San Felipe de Jesús	Varias
02 de marzo	Fiesta de nuestra Señora de los Corazones	Varias
04 de octubre	Fiesta Patronal de San Francisco de Asís	Varias
08 de septiembre	Fiesta Patronal de la Virgen de la Natividad	Varias
Miércoles de Ceniza, Viernes Santo, 01 de julio, 28 de agosto, 29 de septiembre	Peregrinaciones al Santuario de Chalma	Varias

Fuente: Elaboración propia

En estas festividades destaca una variedad de comida típica de las diferentes poblaciones en la Biorregion, destacando el mole rojo de guajolote, barbacoa de borrego, aguardientes, pulque natural y curado de tuna, guayaba, nuez, mole verde, tamales, sopas, sopa de tortilla y hongo, trucha, carnitas, elotes, quesadillas, tacos, arroz, tamales rellenos de salsa líquida y carne de cerdo, atole de masa de maíz o de pinole, café caliente, pan casero: conchas, bizcochos de mantequilla o de huevo y las empanadas, entre otros alimentos.

### 2.3.3.3.5 Movimientos ambientalistas

En la Sierra existen distintas organizaciones sociales que a su vez, se encuentran muy preocupados por el deterioro ambiental y cultural de sus poblaciones. Existen desde movilizaciones locales a nivel de cada población como forma de comisiones locales hasta organizaciones de proporciones regionales como el caso del Frente de Pueblos en Defensa del Medio Ambiente (FPDMA). Dicha movilización social-multicultural conformada por comunidades originarias fundamentalmente otomíes (aunque se han sumado indígenas de distintas partes del país), académicos y organizaciones no gubernamentales<sup>38</sup>, y ciudadanos interesados en la defensa de la naturaleza. Esta manifestación socio-cultural busca la protección de los bosques conformados por el Parque Otomí-Mexica-Zempoala-La Bufa, Santuario del Agua, mismos que pese a haber sido declarados como ANP y de patrimonio ecológico, han experimentado un importante deterioro socioambiental.

<sup>38</sup> Entre organizaciones sociales se destacan: Consejo indígena del trueque, Central de Organizaciones Campesinas Populares, Greenpeace.



Asimismo, han rechazado los magnoproyectos metropolitanos que bajo el lema del “desarrollo” se pretende autoritariamente implantar en la Sierra.

Entre las comunidades sumadas a este frente se encuentran: Lerma de Villada, Ameyalco, Ayotuzco, Santa María Atarasquillo, Tultepec, Amomolulco, San Fco. Xochicuautla, San Miguel Mimiapan, La Concepción Xochicuautla, La Magdalena Chichicarpa, entre otras. En estas poblaciones se han realizado asambleas comunitarias de manera periódica, a pesar de la intimidación, soborno y opresión del gobierno; aun con presencia de policía represora, violentando el estado de derecho de los habitantes así como su cultura y tradiciones.

De acuerdo a la declaración final de la Cumbre Otomí-Mexica realizada por el FPDMA “son ya varios años de lucha por defender el territorio, las armas son pocas y los recursos limitados, el Frente Indígena no es una influyente corriente intelectual que sea tomada en serio o en verdad apreciada y difundida por el común de los medios de comunicación. De hecho los pueblos originarios del Parque Otomí-Mexica son ignorados por completo por la mayoría de los medios locales y nacionales, el motivo es muy claro y está demostrado. Enrique Peña Nieto, gobernador del Estado de México tiene un convenio multimillonario con los dueños de las concesiones mediáticas en México: Televisa, así como con algunos otros medios masivos, para que no se difunda nada que evidencie la cruda realidad que se vive en el Estado más poblado del país; y además los empresarios sigan manteniendo seguras sus inversiones para la campaña presidencial pública e ilegal del gobernador de dicha entidad” (FPDMA, 2011).

Creemos que las movilizaciones indígenas dadas al interior de la Biorregión como el FPDMA, consejos de vigilancia ambiental, organizaciones campesinas (no institucionalizadas como: CNC) son manifestaciones que como *organizaciones comunitarias* muestran el hartazgo tanto de los proyectos metropolitanos auspiciados por los Gobiernos de los diferentes niveles los cuales han sido ajenos a una realidad social-indígena-ambiental, y sí han puesto atención a las demandas del capital y de ciertos grupos privados y sus proyectos neoliberales (Vease capítulo III y IV).

---

La organización comunitaria entre las poblaciones ubicadas en la Sierra es determinante para salvaguardar su cultura Otomí y por tanto su naturaleza. Recientemente está latente el movimiento Frente de Pueblos Originarios en Defensa del Medio Ambiente (FPDMA) en donde se han manifestado en contra de la inminente construcción de la Autopista de cuota Naucalpan-Toluca, así como de proyectos consistentes en fraccionamientos privados que implicaran el agravamiento del ya deteriorado ecosistema de montaña. Asimismo, pese a que muchos de los núcleos agrarios se han inscrito al PROCEDE, continúan habiendo muchos sujetos agrarios y sus familias que buscan mantener sus formas de organización comunitarias que tienen como base de su desarrollo a la tierra y la naturaleza.

La unión comunitaria, sin duda, es una estrategia de conservación, que como movimiento social pro ambiente, resulta fundamental para mitigar muchas de las problemáticas en la Sierra. La lucha de las comunidades por defender su patrimonio (la tierra) y la naturaleza ha sido evidente por medio de confrontaciones contra las autoridades locales, como en el caso del proyecto de la autopista Naucalpan – Toluca, el cual no ha sido iniciado por las manifestaciones en contra.

Como se ha comentado en las reuniones del FPDMA, sobre los proyectos de infraestructura como carreteras y autopistas impuestos por el gobierno federal los cuales no solo dividirán los bosques de la Biorregión, a su vez significan la fragmentación de su cultura y tradiciones. Como comenta José: “En Santa María Atarasquillo y Santa Cruz Ayotuxco, son dos pueblos que combinan en todo, lo que les pasa allá pasa aquí, y lo que les pasa aquí pasa allá, ahorita venimos caminando y haciendo ofrendas en todo el camino, para venir al Santuario... entonces ahorita yo no voy a poder venir aquí a Santa Cruz Ayotuxco... ¿porque? Porque ya la autopista me va a cortar aquí, aquí en el Tinacal, entonces yo ya no voy a poder venir con mi peregrinación El año Nuevo, el 6 de agosto, La Santísima Trinidad, las fechas que a mí me piden que yo venga aquí arriba... ni ustedes (los pobladores de Sta. Cruz Ayotuxco) van a poder ir allá abajo, para hacer su ofrendas...”

#### **2.3.3.4 Deterioro socioambiental en la Biorregión**

---

Es evidente que la cercanía que tiene la SC con las zonas metropolitanas de Toluca, Valle de México y Cuernavaca, se ha traducido en una paulatina y constante presión sobre su naturaleza, así como en la modificación de los aspectos socio – culturales tradicionales, asociados a las actividades campesinas dadas en los NA existentes en la Biorregión. La extensión del modelo capitalista y la expansión urbana de las megalopolis sobre muchos de los poblados en la Sierra, ha significado la incorporación de sus habitantes a las actividades socioeconómicas comerciales, de servicios e industrializadas. La transformación biofísica por el incremento de asentamientos humanos, de las actividades y establecimientos comerciales y de servicios, la construcción de vías de comunicación, etc.,

también han derivado en una modificación en las formas de acceso a la naturaleza por parte de las comunidades ubicadas en la sierra, al grado que mucha de la flora y fauna que formaba parte de su cultura en tiempos pasados ha desaparecido como el lince, el puma, aguila, entre otros.

La riqueza natural se complementa con la riqueza cultural, ya que también se ubican numerosos poblados que han visto transformar sus actividades sociales-culturales, económicas, así como sus ambientes ante el avance urbano-metropolitano. Pese a tener un potencial productivo importante en el ámbito forestal, agrícola, pesquero y pecuario, esto se ha visto mermado ante las transformaciones socioambientales que ha experimentado la Sierra, desencadenando diversas problemáticas como la disminución de escurrimientos superficiales, aumento descontrolado de cambios al uso del suelo, pérdidas de flora y fauna, fragmentación de bosques, erosión, contaminación, degradación del suelo, cambio climático, vulnerabilidad rural, etc., poniendo en evidencia la ausencia de una visión socioambiental que ha repercutido en la descomposición de la sociedad rural, así como en la nula preservación y cuidado de la naturaleza. La Biorregión presenta características eminentemente rurales, en donde las principales actividades que se dan más allá de los beneficios ambientales que pueden significar, a su vez, representan un sustento alimentario y de materias primas para las actividades socioeconómicas endógenas de poblaciones muchas de ellas de origen otomí, y también exógenas.

En las últimas décadas, los fenómenos de destrucción de la naturaleza en diversas partes del país, han representado un deterioro cuantitativo y cualitativo de ecosistemas biodiversos. En el caso de la SC, pese a que presenta características rurales, su cercanía a tres zonas metropolitanas ha significado cada vez más, su inserción a territorios dominados por el modo de producción capitalista (como se vera en capítulo III) y el agravamiento del *deterioro ambiental* en la Sierra el cual se encuentra ligado a diversos factores:

---

El avance urbano sobre áreas agrícolas o forestales, lo cual conlleva un efecto negativo en la flora y fauna previamente existente, así como en la degradación del suelo y contaminación del agua; El acceso restringido a la tierra y división de ésta debido al aumento de la población, dando como resultado pequeñas unidades agrícolas. Estas unidades están localizadas en áreas con bajo potencial para la actividad primaria, y regularmente pertenecen a gente pobre, que ante la necesidad de tener un espacio propio, muchas veces ignora la relevancia de la naturaleza inmediata, y la agota o extermina, no considerando los diversos servicios ambientales que brinda; La transformación de los elementos naturales en la SC, particularmente por los usos del suelo habitacional y la pérdida de las actividades primarias por la falta de apoyos económicos para reactivar los sistemas productivos agrícolas; El aumento de las actividades pecuarias, como cambios al uso de suelo de cualquier tipo de cultivo hacia la ganadería conlleva la remoción parcial o total de la vegetación, compactación y erosión del suelo; la pérdida de biodiversidad (flora y fauna), lo cual ha ocasionado que cada vez pierdan terreno ante las actividades humanas y se encuentren en peligro de extinción; La extracción irracional de materia bruta (madera, materiales pétreos, arena, tierra) principalmente para su comercialización en procesos industriales, e significa el desmonte de cerros, reblandecimiento de la tierra, generando la pérdida de nutrientes, zonas sin cobertura fácilmente erosionables; El aumento de los niveles de contaminación del aire y agua, por desechos orgánicos e inorgánicos y que en muchos de los casos no son biodegradables; La falta de infraestructura para disponer y tratar las aguas residuales; La disminución en el caudal de los ríos, arroyos ha incidido en la escasez de agua potable y la deficiente prestación del servicio, especialmente en los asentamientos ubicados en las zonas altas de la Sierra; La disposición inadecuada de las excretas y desechos sólidos en barrancas también contribuyen al deterioro ambiental.

De este modo, no solo los cambios al uso del suelo y el avance de zonas urbanas sobre áreas agrícolas y naturales son el principal problema ambiental, los procesos productivos agropecuarios que han visto la incursión del capital privado así como también en las actividades silvícolas, representan fenómenos de deterioro ecológico por la tala clandestina, caza deportiva, extracción de especies de flora y fauna; los tiraderos de basura clandestinos; la extracción minera, también generan efectos que no solo se sienten y miden a escalas locales y regionales, sino cada vez más a nivel global.

# CAPITULO III. EJES DE INVESTIGACIÓN

## Introducción

Ante las diversas problemáticas socioculturales y ambientales que se presentan en la Sierra, partimos de la distinción de ciertos ejes, también considerados como subsistemas de investigación, que a nuestro parecer se constituyen como elementos esenciales para la comprensión a profundidad de los diversos fenómenos y procesos sociales y ambientales dados en el ecosistema, debido a su capacidad de modificar sustancialmente las interacciones entre los diversos componentes que la integran y/o estructuran desde una visión sistémica (Barrera, 2013).

Los sistemas complejos, al ser sistemas abiertos y no descomponibles requieren de la identificación de las entradas y salidas, y de los elementos más influyentes que, como subsistemas, inciden de manera total en la estructura del mismo (García R., 2000). De este modo, distinguimos seis ejes fundamentales de investigación asociados a problemáticas evidentes en la Biorregión, y que han sido identificados con base a la observación participante y la asistencia a reuniones llevadas a cabo por las diversas poblaciones en la Sierra.

Estos elementos a su vez se pueden interpretar como subsistemas/variables, que como el resto de los subsistemas que hemos ido destacando a lo largo del documento, constituyen la estructura del ecosistema SC, mismos que son fundamentales para su modelación. Entre los seis subsistemas que desarrollamos y ponemos especial atención son los siguientes:

- a) La industria: parques industriales de la megalópolis, y la de tipo minera-extractiva (pétreos) dada al interior de la Biorregión;
- b) La existencia de las vías de comunicación y su incidencia en el deterioro y fragmentación del ecosistema SC;
- c) El incremento de asentamientos humanos y de las población en general;

- d) Las formas de producción agrícola campesina y las de tipo agroindustrial;
- e) El tema del agua en la Biorregión;
- f) y finalmente la deforestación y su implicación en la pérdida de importantes superficies de bosque en la Sierra.

### **3.1 Industria y sus efectos socioambientales**

La industria es el motor de desarrollo de las actividades económicas de la megalópolis. Asimismo, son un factor esencial para entender la transformación territorial asociada a procesos de modificación socioambiental que han conllevado la afectación y alteración de las relaciones ecológicas al interior y exterior de la Sierra.

De este modo, destacamos por un lado, la industria ubicada en las metrópolis cercanas a la Biorregión, mismas que se encuentran concentradas en Parques Industriales (PI), y por el otro, industrias que hemos identificado al interior de la Sierra consistentes en minas que extraen diversos elementos naturales como grava, arena, tepetate, barro, arcillas, piedra caliza, maderas, los cuales son vistos como “recursos y materia prima” para el desarrollo de las actividades urbanas (Barrera, 2012).

#### **3.1.1 Industria en la megalópolis**

La megalópolis concentra, en 2010, más de 1300 industrias de tipo metropolitanas ubicadas en 30 Parques Industriales (PI). Estas industrias en conjunto generan más de 2 millones de empleos; incluyendo las industrias ubicadas en los PI y las de tipo aisladas. La actividad secundaria junto con los servicios y comercios (actividad terciaria) han ido desplazando al sector agrícola predominante en la periferia, insertando a muchos campesinos a las actividades industrializadas.

### **INDUSTRIA (PARQUES INDUSTRIALES):**

La industria es un motor para el desarrollo económico, aunque esto implique la afectación y deterioro de la naturaleza. En las tres zonas metropolitanas encontramos aproximadamente 30 Parques y zonas industriales dedicadas a la producción automotriz, de plástico, confección, papel-cartón, química, metalúrgica, farmacéutica, agroquímica, electrónica, cristal, bebidas, reciclaje, maderera, construcción, alimentos, etc. en donde en sus procesos específicos de producción requieren materia prima e insumos provenientes de la Sierra (como agua, madera, arcillas, arenas, etc.) así como produce cantidades de desechos sólidos y líquidos peligrosos a los cuerpos de agua, contamina el suelo, aire, etc. Asimismo, el intercambio de mercancías requiere vías de comunicación, que han ido deteriorando el ecosistema.

Tan solo en 2005, del total de la PEA Ocupada (PO) de estas tres metrópolis: 8,451,025, el 26.9% y 75.43% se encuentran insertadas en los sectores secundarios y terciarios respectivamente. Mientras que la actividad agrícola solo representa menos del 1%.

**Cuadro--. Población Ocupada de las 3 metrópolis en 2005**

Zona Metropolitana	Población Total	PEA total Ocupada	Sector de Actividad					
			primario	%	secundario	%	terciario	%
ZMVM	20,137,152	7,720,923	21330	0.3	1883238	24.4	5807519	75.2
ZMVT	1,846,602	468,710	51371	7.4	244418	35.2	392921	56.6
ZMC	875,595	261,392	9252	1.05	77444	29.62	174696	66.8
Total	22,859,349	8,451,025	81953	.96	2205100	26.09	6375136	75.43

Fuente: elaboración propia con información tomada en: para ZMT, plan estatal de desarrollo urbano del Estado de México; para ZMVM: Garza, 2008: p. 199, 204; para ZMC: Fuente: INEGI Censos Económicos 2005. XII Censo General de Población y vivienda, 2005.

Las tres zonas metropolitanas concentran en total 30 PI. La ZMVM tiene 17 Zonas industriales ubicados en 9 diferentes delegaciones y/o municipios. Le sigue la ZMVT con 10 PI localizados en los municipios de Toluca, Lerma y Tianguistenco. Por su parte la ZMC tiene tres complejos industriales y dos más que están en proyecto. La mayoría de las Industrias de la ZMVM, se ubican al norponiente, en municipios como Cuautitlan, Tultitlan, Naucalpan, Tlalnepantla, Azcapotzalco, Cuajimalpa, etc., en donde existen una importante cobertura de infraestructuras como el servicio de agua potable, drenaje, energía eléctrica, mismas que facilitan y eficientan los procesos productivos (Barrera, 2012).

**Tabla--. Parques industriales de la ZMVM**

No.	Parques Industriales de la ZMVM				
	Nombre	Municipio	Cantidad de lotes	Empresas establecidas	Empleos
1	Parque Industrial Cuautitlan	Cuautitlan	47	17	600

2	Parque Microindustrial Cuautitlán Izcalli	Cuautitlán	0	6	45
3	Parque Industrial Cedros	Ixtapaluca	6	1	80
4	Parque Industrial Chalco	Chalco	105	26	1301
5	Parque Industrial Nor T	Tultitlan	4	N/D	N/D
6	Parque Industrial Agave Industrial	Cuautitlán Izcalli	N/D	180	3420
7	Parque Industrial JLF	Tultitlan	N/D	N/D	N/D
8	Parque Industrial San Martín Obispo	Cuautitlán Izcalli	N/D	N/D	N/D
9	Parque Industrial Tlalnepantla CP Logistic	Tlalnepantla	N/D	210	2394
10	Parque Industrial Xhala	Cuautitlán Izcalli	N/D	N/D	N/D
11	Parque de Servicios Tecnológicos	Iztapalapa	28	22	3000
12	Zona Industrial Vallej	Azcapotzalco	500	271	180000
13	Parque Industrial Finsa	Iztapalapa	N/D	25	560
14	Parque Industrial G Acción	Cuajimalpa	N/D	N/D	N/D
15	Parque Industrial GICSA	Miguel Hidalgo	N/D	N/D	N/D
16	La Salle Investment	Miguel Hidalgo	N/D	N/D	N/D
17	Prudential Real Estate Investors	Miguel Hidalgo	N/D	N/D	N/D

Fuente: Elaboración propia con información tomada en: <http://www.parquesindustriales.org.mx>  
N/D: información no disponible.

Las vías de comunicación facilitan el intercambio comercial tanto al interior de las metrópolis como al exterior, interconectándose con las ZMVT, ZMC, y otras del centro del país como Pachuca, Querétaro, Puebla, etc. Asimismo, la localización geográfica de los PI en la ZMVT se debe, en gran medida, a la existencia de grandes provisiones de agua por medio de infraestructuras, así como de varias plantas generadoras de energía eléctrica (Ocoyoacac y Tianguistenco).

Cabe señalar, que la energía eléctrica y el uso de grandes cantidades de agua que requiere la industria, conllevan efectos cuantitativos y cualitativos que se proyectan a miles de kilómetros de las fábricas usuarias (corrientes de agua, contaminación de suelos, aire) con implicaciones profundas sobre la naturaleza y poblaciones cercanas (Pradilla, 1995).



**Tabla--. Parques industriales de la ZMVT**

No.	Parques Industriales de la ZMVT				
	Nombre	Municipio	Cantidad de lotes	Empresas establecida	Empleos
	Parque Industrial Exportec II	Toluca	61	32	1360
	Parque Industrial El Cerrillo	Lerma	36	26	722
	Parque Industrial Exportec I	Toluca	31	14	1354
	Parque Industrial San Antonio Buenavista	Toluca	58	28	1445
	Parque Industrial El Cerrillo II	Lerma	37	35	485
	Parque Industrial Tianguistenco	Tianguistenco	107	40	5308
	Parque Industrial Toluca 2000	Toluca	212	97	22500
	Zona Industrial Corredor Toluca-Lerma	Lerma	N/D	361	4200
	Parque Industrial San Cayetano	Toluca	N/D	N/D	N/D
1	Parque Industrial Toluca Global Park	Toluca	N/D	N/D	N/D

Fuente: Elaboración propia con información tomada en: <http://www.parquesindustriales.org.mx>

La mayoría de las zonas industriales en Toluca, se encuentran sobre Paseo Tollocan, que conecta directamente con la carretera México–Toluca, y sobre vialidades importantes como Adolfo López Mateos (donde se ubica el aeropuerto) o Av. De las Partidas entre otras. Entre las actividades productivas que destacan son las químico-farmacéutica, papeleras, de bebidas, automotrices, plásticos, lubricantes, alimenticias que en su mayoría son de capital extranjero.

**Zonas industriales en Av. Paseo Tollocan (ZMVT) y Av. Ceylan (ZMVM)**



Fuente: Archivo personal

Por su parte, la ZMC posee 3 zonas industriales ubicadas en los municipios de Emiliano Zapata, Jiutepec y Ayala, que en su mayoría son operadas por empresas extranjeras, especialmente estadounidenses, alemanas, francesas, suizas, japonesas, españolas, italianas y británicas.

**.Tabla--. Parques industriales de la ZMC**

No.	Parques Industriales de la ZMC				
	Nombre	Municipio	Cantidad de lotes	Empresas establecidas	Empleos
1	Ciudad de la Confección	Emiliano Zapata	19	16	200
2	Parque Industrial Cuautla	Ayala	201	25	1434
3	Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca	Jiutepec	120	150	10000

Fuente: Elaboración propia con información tomada en: <http://www.parquesindustriales.org.mx>

Dos de estos PI se encuentran en la ZMC: la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC) y el Parque Industrial de Emiliano Zapata (EZ). El tercero es el PI de Cuautla (PIC), que es compartido por la ZMC y la de Cuautla. La CIVAC es una de las zonas industriales con mayor tradición en el interior del país, en la cual se localiza gran parte de las industrias químico-farmacéutica y automotriz, ambas de primera importancia para la entidad de Morelos.

Actualmente existen otros dos desarrollos industriales en proceso de consolidación en el estado de Morelos; uno en el municipio de Yautepec (entre las áreas metropolitanas de Cuautla y Cuernavaca), y otro en Xochitepec, al sur de la ZMC sobre la Autopista del Sol. El primero tiene una extensión de 110 hectáreas y el segundo de 40. La adquisición de reserva territorial y su acondicionamiento para el uso industrial en ambas ubicaciones es un proyecto que promueve el gobierno del estado para acomodar el desarrollo industrial previsto para la entidad. Entre las principales actividades productivas y de transformación que se realizan en las zonas industriales de la megalópolis destacan las siguientes:

**Tabla--. Tipo de producción de los PI en la megalópolis**

Tipos de Giros		
Automotriz	cristalería	Reciclaje
Farmacéutico	distribuidor de aceites	embotelladora
Servicios administración de información	Gas natural	metal mecánica
Alimentos	Bebidas y alimentos	Química
Equipo electrónico	química	Filtros
Confección	almacén	productos químicos
Alimentos	vidrio	Maderera
Plástico	Ceras	Servicios
Papel-cartón	Telefonía	Transporte
Textil	metalurgia	Empaques
Metalúrgica	vidrio	Editorial
Metal-mecánica	construcción	Empaque
Eléctrica	servicios	Textil
Curtiduría	Bebidas	Plástica
Confección	Comercio y distribución de aparatos electrodomésticos	Agroquímica
Mobiliario		

Fuente: Elaboración propia con información tomada en: <http://www.parquesindustriales.org.mx>

Entre las actividades económicas de tipo industrializadas en la megalopolis destacan la producción de plásticos, metalúrgica, textil, alimenticia, química, farmacéutica, automotriz, etc. La demanda de éstas actividades conlleva por un lado, el uso y desecho de diversos materiales utilizados en el procesos de transformación de los productos, y por el otro, el aumento en la quema de combustibles y de las emisiones contaminantes a la atmósfera (CO<sup>2</sup>, Hollín, monóxido de carbono) durante las etapas de traslado desde insumos y materias primas a las industrias (muchas de ellas provenientes de ecosistemas cercanos como es el caso de la SC), así como en etapas de distribución de los productos por medio de transporte.

En el proceso de producción industrial, también se realizan intenso flujos de fuerza de trabajo, compradores y usuarios que aunados con las extensas, anárquicas y dispersas estructuras urbanas, y los rezagos del transporte público o privado determinan el problema de contaminación por la transportación económica (Greenpeace, 1993). A lo anterior, las

actividades socioeconómicas de la megalópolis se dinamiza en gran medida por el transporte público y privado, el cual representa el 26% de los casi 25 millones de vehículos que circulan en todo el país, contribuyendo en la *contaminación del aire*.

**CONTAMINACION DEL AIRE:**

Es evidente que la mayoría de los contaminantes a la atmósfera provienen de la megalópolis, específicamente, de las actividades industriales y de transportación pública y privada. Por otra parte, en la Sierra, la industria minera, el transporte público (mecánicamente en pésimas condiciones) no solo son las únicas fuentes contaminantes. Las deposiciones sobre el suelo, las aguas residuales vertidas a las barrancas, los basureros clandestinos a cielo abierto, generan malos olores y contaminan el aire. La actividad pecuaria también ha incidido en la generación de malos olores con las heces de los animales o incursión de fertilizantes y pesticidas.

### **La industria de la megalópolis en números**

En los últimos años, México incrementó su presencia en el mercado mundial y se ha convertido en un país altamente industrializado, que en 2010, lo han llevado a ser la catorceava economía del mundo con un PIB<sup>1</sup> nominal cercano a 1.162.891 millones de dólares; en moneda nacional serían un aproximado de 13 billones 137 mil 172 millones de pesos.

La amplia red de tratados de libre comercio que brindan acceso seguro y preferencial a los mercados de 33 países en tres continentes, que representan el 61 por ciento del PIB mundial, aunado a la cercanía inmediata de la mayor economía del mundo; Estados Unidos, son factores para explicar la posición económica de México (como país industrializado) en el mundo. Aunque es más que evidente que la riqueza generada por una economía, muchas veces se distribuye de forma inequitativa, al grado de que en México de la población total 120 millones, 44% (53.3 millones) vive en la pobreza (La Jornada, 2013<sup>2</sup>).

En particular, con el TLCAN y la natural proximidad geográfica con dos de los más importantes mercados a nivel mundial, Estados Unidos y Canadá, ha permitido la generación de una importante red de infraestructura física como es el aumento de parques

---

<sup>1</sup> Por Producto Interno Bruto nos referimos al valor monetario de los bienes y servicios producidos por una economía.

<sup>2</sup> Periódico La Jornada, "En pobreza, 53.3 millones de mexicanos, informa el Coneval", 30 de julio de 2013.

industriales (Asociación Mexicana de Parques Industriales Privados, A.C, 2002)<sup>3</sup>. Al grado de percibirse geográficamente en el país, un norte más desarrollado que el sur.

**PIB Industrial de las zonas metropolitanas del Valle de México, Toluca y Cuernavaca de 1980 a 2003 (en millones de pesos de 1993)**

Año 1980					Año 2003				
Numero a nivel nacional	Región	Ciudad	Total	%	Numero a nivel nacional	Región	Ciudad	Total	%
		México	165 532	100			México	292 492	100
		Ciudades	135 738	82			Ciudades	221 548	75.7
1	4	ZMVM	76 507	46.2	1	4	ZMVM	62 935	21.5
4	4	ZMT	5 216	3.2	7	4	ZMT	10 391	3.6
8	4	ZMC	1 847	1.1	13	4	ZMC	4 656	1.6

Fuente: elaboración propia con información tomada en Sobrino, Jaime. *Desempeño industrial en las principales ciudades de México 1980-2003*, COLMEX, 2007.

Bajo la noción economicista de generar condiciones de desarrollo regional, y desconcentración industrial en ciertas ciudades como fue el caso de la ZMVM, la homogeneización industrial en la región centro del país, ha significado procesos de relocalización e implantación industrial en zonas metropolitanas como Toluca y Cuernavaca, entre muchas otras. Así mismo, ha sido indispensable el diseño de PI estratégicamente localizados, con el fin de proveer a las empresas los servicios necesarios para lograr un óptimo desarrollo: bajos costos en transportación y logística, y que aprovechen las ventajas que brindan los tratados y acuerdos comerciales, los flujos de inversión extranjera directa, que deben traducirse en más y mejores empleos, transferencia de tecnología y oportunidades de exportación directa e indirecta, a través de cadenas de proveedores.

De acuerdo a la Asociación Mexicana de Parques Industriales Privados, A.C (2002) el establecimiento de empresas industriales en Parques y Corredores contribuyen para aumentar el crecimiento económico regional (considerando que no es lo mismo desarrollo y crecimiento), además de atraer inversión extranjera directa (IED), inciden en el nacimiento de nuevas empresas al generar economías de escala, generan empleos, permiten la

<sup>3</sup> Véase Asociación Mexicana de Parques Industriales Privados, A.C, 2002, en <http://www.parquesindustriales.org.mx>

transferencia de tecnología, favorecen el reordenamiento industrial y contribuyen al desarrollo sustentable.

En relación al tema ambiental, en el año 2008 la industria aportó el 13% de los contaminantes tóxicos de la ZMVM. El tóxico de mayor abundancia es el tolueno, con una emisión de 9,628 toneladas anuales, que representa el 40% de los tóxicos de esta fuente. Los contaminantes que siguen en emisión en las fuentes puntuales son: metil-etil cetona con el 26%, metanol con un 9% y el xileno con 6%.

De acuerdo con la información obtenida del sector industrial en la ZMVM (SMA-GDF, 2008), el tolueno es utilizado como materia prima en la industria química, específicamente en la fabricación de pinturas, barnices y tintas, así como en la fabricación de solventes industriales y adhesivos. Además, se emplea como solvente en las actividades de limpieza y desengrase industrial, para los sectores de fabricación de productos metálicos y productos de papel e impresión, entre otros.

Por otra parte, la metil-etil cetona es empleada principalmente como diluyente en pinturas, barnices y lacas para las actividades de recubrimiento de productos metálicos y de madera. Además, se usa como materia prima en la industria química, específicamente en la manufactura de adhesivos e impermeabilizantes, así como en los procesos de extracción y síntesis orgánica. El metanol es utilizado en la fabricación de detergentes, resinas poliméricas y productos metálicos, además de ser un disolvente industrial en las actividades de impresión. Por último, el xileno, es utilizado principalmente en la fabricación de pinturas, barnices y lacas, también es utilizado como disolvente en los procesos de impresión y en la industria de caucho y cuero, por mencionar algunos (SMA-GDF, 2008).

**Cuadro--. Principales contaminantes tóxicos de la industria**

Contaminante	ZMVM (Ton/año)	EM (Ton/año)	ZMC
Tolueno	9628	5890	N/D
Metil etil cetona	6138	3467	N/D
Metanol	2068	1330	N/D

Xilenos (isómeros y mezclas)	1394	973	N/D
Metil isobutil cetona	1171	499	N/D
n-Hexano	842	551	N/D
o-Xilenos	769	565	N/D
Estireno	536	405	N/D
cloruro de vinilo	296	189	N/D
Formaldehído	199	160	N/D
Butadieno	161	84	N/D
Otros (Incluye metales)	794	425	N/D
Total	23996	14538	

Fuente: SMA, Inventario de emisiones de contaminantes tóxicos de la ZMVM, 2008.

Las principales emisiones de la industria que generan más contaminantes son las relacionadas con la fabricación de papel e impresión de sustancias químicas y de productos metálicos; éstas en conjunto, en el caso de la ZMVM, representan el 61% de las industrias localizadas en esta metrópoli. Otra categoría importante en generar contaminantes es la industria metálica básica, en particular por las emisiones de tolueno, empleado en las operaciones de limpieza y desengrase, resultan muy peligrosas para el medio ambiente, ya que contaminan al penetrar fácilmente los suelos, y en el caso del agua eliminan el oxígeno así como se crean suspensiones químicas, como ejemplo esta la grasa y el agua que no se logran disolver (SMA-GDF, 2008).

Las actividades industriales no solo afectan en términos físico ambientales a los elementos naturales. A su vez, generan una descomposición social-cultural de muchas de las poblaciones que se ven penetradas por la dinámica económica que puede generar en territorios inmediatos o periféricos a su concentración. De este modo, la industria genera una descomposición de las formas precapitalistas de producción agraria y del surgimiento de las relaciones capitalistas de producción en la agricultura “adecua al sector agrario a sus necesidades de suministro de materias primas agrícolas para la producción y de subsistencias alimenticias para sus obreros, en cantidades crecientes y a precios bajos, al mismo tiempo, crea el mercado interno para los productos de la industria... atrae hacia las ciudades a la fuerza de trabajo sobrante en el campo, como resultado de la expropiación o empobrecimiento del campesinado, ya sea para proletarizarla en las fábricas o para

transformarla en ejército industrial de reserva y palanca de su propia acumulación (Pradilla, 1984: 397 y 398).

### 3.1.2 Industria de pétreos (extractiva de elementos naturales)

Además de la industria concentrada en las tres metrópolis, también encontramos una industria ubicada al interior de la Biorregión con características distintas. En la Sierra se han identificado tanto actividades consistentes en extracción de pétreos (arenas, gravas, arcillas, roca, sedimento, etc.) así como actividades de tala clandestina.

Las actividades de *extracción de elementos naturales* en la Sierra por empresas e industrias (muchas de ellas clandestinas), conlleva consecuencias socioambientales de gran magnitud en la Sierra. A diferencia de las industrias ubicadas en los Parques y Corredores industriales de las metrópolis, estas organizaciones dedicadas a la extracción de pétreos y madera, tienen sus actividades directamente en la Biorregión (Barrera, 2012).

---

**INDUSTRIA EXTRACTIVA:**

Consiste en la industria extractiva de elementos naturales de la Sierra. La riqueza de su naturaleza biótica como abiótica ha sido explotada, por la industria de la construcción. Existen varios sitios de extracción de grava, arenas, arcillas, roca caliza, así como las organizaciones de tala clandestina que lucran con la madera al interior de la Sierra, implica la incursión de maquinaria, el desmonte de cerros, la generación de caminos que fragmentan y afectan el bosque.

El deterioro ambiental por estas minas se localiza en Santiago Analco, Paraje La Cañada, Jesús del Monte, Santiago Yancuitlalpan, Rancho Sta. María, El Obraje, Llano las Flores, El Castillo, entre otras. La mayoría de estas industrias se encuentran ubicadas en los municipios de Huixquilucan y Naucalpan, en donde la deforestación, el impacto de la extracción con dinamita en el afloramiento rocoso genera el deslave y colapso de cerros, perdiéndose cañadas, barrancas por donde anteriormente corrían ríos. La extracción, distribución, venta de materiales obtenidos y vendidos en muchas de las localidades de la misma Sierra, ha tomado fuerza, ya que facilita el rápido acceso a los materiales y acelera los procesos de construcción de viviendas y comercios. Asimismo, estas prácticas que fragmentan el bosque e implican la remoción de la biodiversidad, han dado trabajo temporal a muchos pobladores como albañiles.

Las minas no solo extraen elementos naturales para los procesos industriales de la megalópolis, también fomentan la generación de brechas, introducción de maquinaria (retroexcavadoras, bulldozers, camiones de carga, etc.), modifican y deterioran físicamente la naturaleza, y a su vez, se han vuelto una actividad “rentable” por la permisividad de las autoridades locales; a su vez, inserta a población campesina a nuevas formas de



producción no agrícolas, lo cual fragmenta las formas culturales de organización comunitarias (Barrera, 2012).

Hemos identificado, la ubicación de diversos puntos de extracción de elementos naturales (arenas, arcillas, rocas, tepetate) principalmente como materiales para la construcción. Las casas de venta de materiales también han aumentado de manera significativa en muchas de las poblaciones, detonando el incremento de construcciones y su expansión sobre las áreas agrícolas y forestales. Asimismo, el problema de la deforestación es evidente y se tienen identificados áreas donde se realiza la tala clandestina en la Biorregión (Véase mapa: ubicación de minas y zonas de tala clandestina, o eje de investigación: Deforestación en la Sierra).

### **Casa de materiales en La Unidad Huitztilalpan y Mina en El Retro**



Fuente: Archivo personal

De acuerdo a Pradilla (1995) los efectos ambientales de la industria se pueden distinguir en endógenos y exógenos. Los primeros son derivados de la actividad concreta, sus soportes inmobiliarios, medios materiales, condiciones generales y particulares y procesos, que destruyen directamente la naturaleza, contaminan el ambiente y afectan la salud de sus propios agentes inmediatos: sus trabajadores en el ámbito laboral y sus consumidores o usuarios. Los efectos exógenos se refieren a la afectación de la naturaleza circundante y los demás eslabones de sistemas naturales, los efectos indirectos sobre otras cadenas productivas, los cambios de relaciones y procesos sociales que repercuten sobre la naturaleza y la contaminación, y sobre los agentes sociales no involucrados directamente, pero afectados por el proceso o por el impacto secundario sobre otros procesos.

Cálculos de la Secretaría del Medio Ambiente del DF (SMA), muestran que en 2008 tan solo la ZMVM generó más de 183 mil toneladas de tóxicos, asociados en gran parte a la industria, ya sean en sus actividades directas (procesos de producción) e indirectas (intercambio, circulación de mercancías por medio de transporte). En el Censo Económico 2004 realizado por el INEGI, resalta que existen más de 328 mil industrias manufactureras a nivel nacional y el 1.6% se encuentra ubicado en la ZMVM, principalmente en los PI. Para el presente inventario se tiene un registro de más de 5 mil industrias), de las cuales 2,581 se ubican en el DF y 2,565 en el EM, mismas que emiten miles de toneladas de CO<sup>2</sup> a la atmósfera, gas que contribuye con el calentamiento global.

En el caso de los residuos químicos industriales, estos son vertidos sin ningún proceso de tratamiento al sistema de drenaje urbano subterráneos y a cielo abierto como en el casos de los ríos Lerma, Los Remedios, Río de La compañía, Churubusco, Cuautitlán y Ciénegas de Almoloya del Río y Lerma ubicados en las distintas metrópolis. Los efectos de dichas aguas industriales también repercuten en los suelos, primero matando casi todo tipo de vegetación autóctona, así como contaminando tanto el suelo como los mantos acuíferos.

La industria ubicada en los PI y la industria minera-extractiva de elementos naturales al interior de la Sierra, han venido a modificar social y ambientalmente las relaciones ecológicas de las poblaciones con su naturaleza. De acuerdo a información Censal de INEGI y Planes de “Desarrollo Urbano” Municipales, la mayoría de la PEA de los municipios, y particularmente, de las poblaciones ubicadas en la SC se dedican a actividades terciarias y secundarias de las metrópolis. Esto ha propiciado los cambios al uso del suelo por construcciones para viviendas y comercios debido al abandono de la actividad primaria.

Asimismo, las afectaciones ambientales por la deforestación, erosión, pérdida de escurrimientos superficiales, de biodiversidad de flora y fauna, a causa del crecimiento de las localidades y de obras de infraestructura asociadas a la comunicación terrestre por medio de apertura de brechas y caminos, así como de carreteras y autopistas. La

fragmentación natural del ecosistema y cultural de las comunidades por la pérdida de sus tradiciones y de sus formas de organización, más allá de significar procesos de deterioro ecológico, a su vez, significan condiciones óptimas para el avance de las relaciones sociales de producción e intercambio capitalista sobre la Biorregión.

### 3.2 Vías de Comunicación

Las *vías de comunicación* son un elemento configurador y detonante de las actividades socioeconómicas diversificadas: comercios, servicios, transporte, infraestructuras, asentamientos humanos (Delgado, 1988; Terrazas, 1995; Alarcón, 2000) y transformadores del espacio biofísico, ya que permiten la circulación y accesibilidad a territorios específicos. Muchas son las vías de comunicación existentes en la Sierra, mismas que se han vuelto condiciones esenciales para entender los procesos de modificación y descomposición socioambiental en la Biorregión.

#### **VIAS DE COMUNICACIÓN:**

Son muchas las vías de comunicación que se encuentran en la Sierra. De entre las autopistas de peaje, carreteras, caminos pavimentados y de terracería destacan la México-Toluca, Naucalpan-Toluca, La Marquesa - Huixquilucan, Naucalpan - Jilotzingo, Huitzilac-Santa Marta, Huixquilucan- La Magdalena Chichicaspá, La Magdalena Chichicaspá - San Pablo Chimalpa entre otras autopistas que están en proyecto y ejecución como la Naucalpan - Toluca y Lerma - Tres Marías. Estas vialidades han sido un factor esencial para entender los procesos de transformación biofísica, pero también sociocultural y ambiental. Resultan condiciones ideales para las actividades socioeconómicas por medio de las cuales se alientan las actividades de intercambio entre metrópolis y al interior de las poblaciones de la Sierra, los cambios al uso del suelo por asentamientos humanos y actividades comerciales; se fomenta la incursión del transporte, la tala clandestina, la apertura de nuevos territorios para las actividades humanas así como una fragmentación y deterioro del ecosistema.

En la Sierra, destacan por su flujo vehicular las vías de comunicación de carácter mayor como las autopistas y carreteras que conectan a las zonas metropolitanas. Pero a su interior, existen también carreteras y caminos pavimentados y de terracería que conectan a varios poblados entre sí, destacando las siguientes: Carretera federal Naucalpan de Juárez – San Pedro Arriba – Temoaya; Los Tachos – Chapa de Mota; Naucalpan – Xonacatlan – Toluca; carretera México – Toluca; Autopista Mexico – Toluca; Carretera federal Ajusco – Xalatlaco y Carretera federal Huitzilac – Santa Marta

## **Autopista México-Toluca y anuncios espectaculares en sus costados**



Fuente: Archivo personal

De acuerdo a información del SIG utilizado en este trabajo, la suma de esta red viaria es de 174 km de longitud únicamente de los tramos ubicados dentro del ecosistema, siendo la carretera y autopista México-Toluca las más transitadas (construidas en 1933 y finales de la década de los 90s del siglo pasado respectivamente), seguida por la carretera Naucalpan-Xonacatlan-Toluca (inaugurada en 1965 por Gustavo Díaz Ordaz) donde es evidente el deterioro ambiental por el incremento de los asentamientos humanos de muchas localidades ubicadas sobre dichas vías de comunicación.

En estas vialidades principales, podemos encontrar cada vez más, anuncios espectaculares en las orillas de ambos sentidos, mismos que han requerido la remoción de cobertura vegetal para su instalación.

Por otro lado, existen muchos caminos al interior de la Sierra derivados de las principales vialidades (carreteras y autopistas) que conectan a las más de 160 poblaciones localizadas a alturas mayores de 2800 msnm así como a las que se ubican a pie de monte, entre las que destacan: Camino Santiago Tilapa – La Marquesa, Camino de terracería Ajusco – El Capulín, Camino San Pedro Atlapulco – La Marquesa, Camino San Jerónimo Acazulco – La Marquesa, Camino a los Dinamos, Camino al Desierto de los Leones, Camino La Marquesa – Huixquilucan, Camino Dos Ríos –Santa Cruz Ayotuzco, Camino La Magdalena Chichicarpa – San Pablo Chimalpa, Camino Huixquilucan – Zacamulpa, Camino Las Rajas Huitzitzilalpan – Santa Ana Jilotzingo, Llano Capacho – Cañada Alférez, Santa Cruz Ayotuxco – Puerto el Guarda, Santiago Tepetlaxco – La Rosa.

### 3.2.1. Proyecto de la autopista Naucalpan–Toluca

A inicios de la segunda década del siglo XXI, en el portal de gobierno del EM están definidos 2 nuevos proyectos de autopistas de peaje que incursionaran en la SC<sup>4</sup>. Uno consiste en la nueva autopista de cuota (ya en ejecución) Naucalpan-Toluca, con 39 km de longitud y un costo de 2200 mdp (Barrera, 2012a). Esta vía de comunicación vendrá a fragmentar la parte central de la Sierra, que es la zona más deteriorada en términos socioambientales. A lo anterior, se verán afectados cerca de 15,000 habitantes de poblaciones Otomí-Mexicas ubicadas en pueblos y núcleos agrarios como Xalatlaco, San Mateo Atarasquillo, Santa María Atarasquillo, San Miguel Ameyalco, Huitzitzilalpan, Donato Guerra, Temoaya, Santa Cruz Ayotuxco, San Nicolás Peralta, San Pedro Tultepec, Tequixquic, La Concepción Xochicuautla, Santa Cruz Chichicarpa, Lerma de Villada, San Isidro Labrador, San Francisco Xochicuautla, entre otros.

Muchos de los pobladores como en Santa Cruz Ayotuxco se abastecen de agua proveniente de escurrimientos como en el caso del paraje El Pozote, que será atravesado por dicha vialidad, y en donde se ubica uno de los sistemas hidráulicos más importantes de la zona montañosa de Santa Cruz Ayotuxco, integrado por una pendiente de represas que por medio de tuberías distribuyen agua a comunidades (La Jornada, 2010<sup>5</sup>), y aun cuando los bosques de esta comunidad se encuentran bajo resguardo del programa de servicios ambientales de la Comisión Nacional Forestal (Semarnat, 2004<sup>6</sup>).

---

<sup>4</sup> Portal de Gobierno del EM, Secretaría de Comunicaciones: <http://www.edomex.gob.mx/secom>

<sup>5</sup> Periódico La Jornada, jueves 30 de diciembre de 2010, p.27

<sup>6</sup> En México, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) opera el Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) desde el 2003, y el Programa para Desarrollar el Mercado de Servicios Ambientales por Captura de Carbono y los Derivados de la Biodiversidad para Fomentar el Establecimiento y Mejoramiento de Sistemas Agroforestales desde el año 2004, programas que se engloban dentro del instrumento: Programa Nacional de Pagos por Servicios Ambientales (PNPSA). Para consolidar el PNPSA, la CONAFOR promueve la creación de mecanismos locales de pago por servicios ambientales. Por medio de arreglos institucionales, se transfieren recursos económicos de los usuarios de servicios ambientales a los dueños y poseedores de terrenos forestales en donde se generan estos servicios, para promover la adopción de actividades de buen manejo y conservación del territorio, que permitan mantener y/o mejorar, tanto los servicios ambientales, así como conservar los ecosistemas (Semarnat, 2004).

## Brecha de la autopista de cuota Naucalpan-Toluca y anuncio del programa de servicios ambientales en Santa Cruz Ayotuxco



Fuente: Archivo personal

La estrategia para el desarrollo de mecanismos locales de pago por servicios ambientales obedece a una visión de cuenca hidrológica y/o corredores biológicos, como áreas prioritarias para la conservación de los ecosistemas forestales (Semarnat, 2004). Lamentablemente se contradicen en sus postulados, por el simple hecho de permitir proyectos carreteros que evidentemente modifican y fragmentan los ecosistemas, cuestión que sin duda incide en su deterioro ecológico, disminución de precipitaciones y escurrimientos, pérdida de cubierta forestal, etc.; por lo que instituciones y organismos de gobierno como Semarnat, encargadas en diseñar estos instrumentos de conservación, deberían ser los primeros en estar en contra de las vías de comunicación como en el caso de Santa Cruz Ayotuxco, población perteneciente a la Biorregión SC.

La realidad es que no se ha tenido una respuesta, ni acercamiento para con las comunidades. Por el contrario, muchas poblaciones han sido amenazadas y chantajeadas por el gobierno del EM, Procuraduría Agraria, Policía federal, grupos privados (constructoras) e incluso comunidades a favor del proyecto, con la finalidad de generar miedo e incertidumbre y así disolver las manifestaciones en contra de la autopista y acelerar la obra de la misma (La Jornada, 2011<sup>7</sup>).

Es ante este tipo de proyectos arbitrarios, que muchos de los habitantes de la Sierra se han organizado como un Frente de Pueblos Originarios (FPDMA), que junto con el apoyo de representantes de diversas organizaciones sociales, investigadores, académicos y

---

<sup>7</sup> Periódico *La Jornada*, lunes 25 de julio de 2011.

agrupaciones culturales, se han manifestado en contra de la autopista Naucalpan-Toluca. En una reunión realizada el 15 de mayo de 2011, denominada la Primer Cumbre de los Pueblos Originarios de la Zona Protegida Otomí-Mexica (y que se han realizado otras de manera periódica hasta la fecha), han resaltado las intenciones de los proyectos económicos fraguados por el gobierno federal y del EM, que van a ampliar la destrucción de la naturaleza y la cultura de las poblaciones de la Biorregión.

Una de las principales demandas y exigencias de estas reuniones, es el rechazo a la construcción de la autopista referida, así como de diferentes nuevos proyectos consistentes en fraccionamientos en Atarasquillo y campos de golf que, como los ya existentes en asentamientos periféricos a la Sierra entre los que destacan: Condados de Sayavedra Chiluca, Villa Alpina, Ex-Hacienda Jajalpa, resultan antecedentes inmediatos de la incursión de los intereses privados de clase medias-altas a las que no interesa el patrimonio cultural ni mucho menos la naturaleza de la Sierra.

La construcción de esta vialidad, que removerá cerca de 10 mil árboles principalmente de pinos y oyameles, busca abrir nuevas tierras forestales para el pronto acceso de las clases ricas de Naucalpan hacia la ZMVT (y específicamente hacia el aeropuerto de Toluca), creación de nuevos fraccionamientos, invasión de tierras, basureros a cielo abiertos, perforación de pozos privados, de minas de arena, abrir brechas para la tala de árboles (bajo el argumento del aprovechamiento “sustentable” de la naturaleza)<sup>8</sup>.

Curiosamente, la licitación para la construcción de la utopista fue otorgada a la empresa *Autovan*<sup>9</sup> del empresario del ramo de la construcción Armando Hinojosa Cantú<sup>10</sup>, muy

---

<sup>8</sup> Frente de los Pueblos Originarios en Defensa del Medio Ambiente, publicado en Saboteamos.info: <http://www.saboteamos.info/2011/06/30>.

<sup>9</sup> *Arena Pública*, lunes 1 de julio de 2013.

<sup>10</sup> Es un empresario muy allegado a Arturo Montiel y EPN, el cual realizó aportaciones económicas para apoyar al PRI, como la registrada el 13 de julio de aquel año, cuando se apuntó con 406 mil 940 pesos para apoyar campañas según un documento del IFE. Obtuvo una concesión en Michoacán para construir la carretera Zamora-La Piedad. Hasta el 2009 el empresario era también presidente del Patronato del Instituto Materno Infantil del EM (IMIEM), junto con otros empresarios locales (Atotovive.blogspot, domingo 29 de julio de 2012). Juan Armando Hinojosa Cantú, fue el constructor favorito del sexenio de EPN como gobernador del EM y ganador de la obra de 7 mil millones de pesos del Hospital Regional de Alta Especialidad de Zumpango, Viaducto Elevado Bicentenario, la construcción-operación de la autopista Toluca-Atlacomulco, unidades médicas por todo el EM, entre muchas otras; ha sido el principal beneficiado de los contratos del gobierno mexiquense con la iniciativa privada, a través del

allegado a Enrique Peña Nieto (EPN), quien fue gobernador del EM hasta 2011. Este proyecto implicará la expropiación de cerca de 780,000 m<sup>2</sup> de zonas que actualmente son bosques y se encuentran dentro de los regímenes de tenencia ejidal y comunal.

Es de destacar que fue durante el gobierno priista de Carlos Salinas cuando se terminaron los repartos agrarios, al tiempo que se entra en un proceso de incorporación de tierras de tenencia social al mercado del suelo urbano por medio del diseño de instrumentos de corte neoliberal. A inicios del 2012, con la llegada de EPN a la presidencia del país y el regreso de su partido al poder, se consolida un proyecto neoliberal que tiene como objetivo el dinamismo económico de la región centro del país (donde existen innumerables industrias tanto en el EM y DF, muchas de estas pertenecientes a grupos políticos que apoyaron la candidatura de EPN), como el caso, más que sabido, grupo Atlacomulco. De este modo, se busca poner en bandeja de plata la naturaleza y a sus poblaciones con una primera fase: desconociéndolos y despojándolos de sus territorios.

### **3.2.2 Proyecto de la autopista Lerma–Tres Marías**

La otra autopista Lerma-Tres Marías, con 68 km de largo y una inversión de 2895 mdp, conectará a Lerma y los PI aledaños del EM con Tres Marías, población ubicada en Huitzilac, Morelos. La licitación de dicho proyecto fue otorgado a la constructora *Hermes*, de la cual es dueña Carlos Hank Rhon, curiosamente otro de los miembros del grupo político de EPN<sup>11</sup>. El trazo de este proyecto de infraestructura vial, también atraviesa la SC, lo que implicará la fragmentación del ecosistema (Barrera, 2012a).

En el caso de la autopista Lerma–Tres Marías compromete el futuro inmediato de la Sierra del Ajusco-Chichinautzin-Zempoala, región que abastece de agua a mucha población y alberga el 2% de las especies de flora y fauna mundial (Greenpeace, s/f<sup>12</sup>).

---

esquema PPS (Proyecto de Prestación de Servicios), con el que hipotecó el gasto del estado hasta por 30 años en una deuda no contabilizada en las cuentas públicas (Revista *Proceso*, 14 de mayo de 2012).

<sup>11</sup> Revista *Proceso*, 14 de mayo de 2012.

**12** Desplegado: Once razones para decir no a la autopista Lerma-Tres Marías, Greenpeace, <http://www.greenpeace.org/mexico>



Entre los pueblos que atravesará dicha obra, y que se han manifestado en contra, destacan: Amomoculco, Xalatlaco, Texcalyacac, San Nicolás Coatepec, San Juan Atzingo, El Capulín, mismos que ven la posibilidad de ser despojados de sus tierras. Entre las grandes preocupaciones de los habitantes se encuentra el daño ecológico que sufrirá la Sierra, así como la afectación a los ciclos hidrológicos vitales para el desarrollo y bienestar de la naturaleza y de los mismos pobladores, quienes destacan el egoísmo de ciertos grupos, nula participación de instituciones de gobierno con competencia ambiental, y poco interés de la ciudadanía, aunado a la poca información en medios de comunicación impresos, electrónico, televisivos, sobre este proyecto aprobado sin consulta pública<sup>13</sup>.

De construirse esta autopista, se causarían daños irreversibles a los ecosistemas forestales no solo de las ANP Corredor Biológico Chichinautzin (COBIO), Lagunas de Zempoala y la Biorregión en cuestión, sino también provocarían la transformación sociocultural (como está pasando en municipios como Lerma, Huixquilucan, Naucalpan, Xonacatlan), aumento de asentamientos humanos, cambios al uso del suelo, especuladores inmobiliarios, y a su vez, se alentara el paso de *transporte*, lo que facilitara el acceso a importantes zonas forestales para la tala clandestina, deteriorando la parte del bloque sur de la SC que se encuentra relativamente conservada, y en donde aún existen especies como el águila, halcón y venado cola blanca en peligro de extinción en la región centro del país.

**TRANSPORTE:**

El transporte ha incursionado en relación con la existencia de vías de comunicación. Se ha extendido de manera paulatina y notable a casi todas las comunidades de la SC. Entre el tipo de transporte que hay se encuentran autobuses que con rutas al interior de la sierra, pero también que llevan a alguna de las zonas metropolitanas como: microbuses, camionetas, taxis y por supuesto los vehículos de carga y particulares. En términos ambientales resulta cada vez más un problema, ya que al tener motores de combustión, generan emisiones de monóxido de carbono, hidrocarburos, óxido de nitrógeno, hollín así como ruido. Al ser muchos vehículos de modelos viejos, escurren lubricantes, aceites, así como muchas de sus piezas y/o refacciones como llantas, acumuladores, tapones, bujías, son tiradas a escurrimientos, cuerpos de agua, cañadas, lo que contribuye al deterioro del ecosistema.

El 10% de la flora y fauna de estos ecosistemas de bosque mixto característicos del centro de México se encuentran en peligro de extinción debido, principalmente, a la pérdida de su

---

<sup>13</sup> <http://www.saboteamos.info/2011/06/30>

hábitat ocasionada por el avance de la frontera agropecuaria y el desarrollo urbano. La construcción de esta carretera aceleraría el crecimiento urbano en la zona, lo cual afectaría en el mediano plazo a la mayor cuenca hidrológica endorreica de la región y comprometería el abasto de agua de la tercera parte de los habitantes del país. La protección y restauración de estos ecosistemas boscosos es estratégica y determinante para garantizar el abastecimiento de agua regional y la oferta de los servicios ambientales que, en el marco del fenómeno del calentamiento global, y otros agentes del cambio climático, hoy más que nunca debemos conservar por tratarse de un asunto de seguridad nacional<sup>14</sup>.

Las vías de comunicación son un factor esencial para entender el proceso de metropolización y crecimiento de las ciudades (Terrazas, 1998). Estas infraestructuras permiten el acercamiento y acrecentamiento de las relaciones socioeconómicas entre diferentes territorios, incentivan el crecimiento de asentamientos humanos, valorizan el suelo por donde pasan o convergen, permiten el tránsito del transporte público y privado (Alarcón, 2000); este último ha sido un vehículo configurador del territorio urbano-metropolitano (Legorreta, 1989). Además de detonar el paso del transporte, modifican sustancialmente los ambientes al fragmentarlos y dividirlos, incidiendo en la pérdida de importantes zonas naturales que ya no pueden ser recuperadas.

### **3.3 Asentamientos humanos y cambios al uso del suelo**

Existen diversos factores para entender los procesos de transformación física de las regiones como consecuencia del crecimiento de las grandes metrópolis, que en los casos de la ZMVM y ZMVT se encuentran en un periodo inminente de integración de su AU. Las relaciones comerciales y de servicios que mantienen estas metrópolis, su cercanía geográfica, la existencia de varias vías de comunicación son algunas de las causas que han llevado a desbordar su AU sobre el ecosistema de la SC. En el caso de la ZMC, pese a tener una interacción importante con la ZMVM, aún encontramos densas áreas naturales pertenecientes a la SC y al COBIO Ajusco-Chichinautzin-Tlaloc que se mantienen

---

<sup>14</sup> Desplegado contra la carretera Lerma-Tres Marías, 13 de septiembre de 2008: <http://mexico.indymedia.org>.

relativamente conservados; o los procesos de transformación territorial, aun cuando los hay, no son tan evidentes como en el primer caso.

Un factor esencial para entender el crecimiento físico de las metrópolis ha sido la especulación del suelo en sus zonas periféricas, que aunado a la falta de disponibilidad de suelo y precios más altos en las partes centrales, han ido propiciando el aumento de asentamientos humanos en las zonas conurbadas a las metrópolis, muchas de ellas, en reservas ecológicas mismas que han visto mermadas sus superficies forestales y agrícolas, proceso que ha consolidado el crecimiento de los poblados ubicados, muchos de ellos, en reservas naturales como es el caso de la SC; pese al diseño de políticas para contener el crecimiento físico de las metrópolis como el llamado Bando 2<sup>15</sup> en la Ciudad de México, con el cual se buscaba repoblar las delegaciones centrales al prohibir proyectos de desarrollo inmobiliarios en las delegaciones periféricas.

El crecimiento por conurbaciones es producido a través de mecanismos formales de vivienda vinculados con órganos estatales pero también por la autoconstrucción, misma que se encuentra ligada con la forma de producción popular en zonas periféricas. La dispersión de los asentamientos y la falta de controles administrativos efectivos sobre el uso del suelo, y la ausencia de control social sobre las fuerzas especulativas del mercado inmobiliario, hacen que la ocupación de estas áreas se dé en una forma indiscriminada y generalizada, pues se multiplican los puntos de ocupación posible ante la presión del crecimiento urbano y demográfico (Delgado, 1988), generando nuevas colonias que paulatinamente se van integrando al AU de las metrópolis y donde la población se dedica fundamentalmente a las actividades comerciales y de servicios.

---

<sup>15</sup> El Bando dos fue una política gestada en 2000 que incentivaba la producción masiva de viviendas en las delegaciones centrales del Distrito Federal (Miguel Hidalgo, Benito Juárez, Cuauhtémoc y Venustiano Carranza), debido a una mayor cobertura de servicios básicos como agua potable, energía eléctrica, drenaje, lo que favorecía el desarrollo de los proyectos inmobiliarios por encima de otras delegaciones. De acuerdo a Aguilar G. las delegaciones periféricas a estas cuatro delegaciones centrales, han experimentado el aumento de la población, y principalmente las delegaciones que tienen suelo de conservación, en los procesos de ocupación ilegal de suelo han proliferado (2009: 32-51). Esto muestra que pese a la prohibición de construcciones en delegaciones no centrales del DF, la urbanización popular asociada a formas de ocupación irregular del suelo siguen vigentes como factores de producción de ciudad, reafirmadas con el incremento de la población en estas demarcaciones. El 07 de febrero de 2007, Arturo Aispuro Coronel Secretario de Desarrollo Urbano y Vivienda de esta ciudad (SEDUVI) anuncio el fin de dicho programa, por lo que de ahora en adelante será posible construir viviendas en las 16 demarcaciones territoriales, pero bajo los lineamientos que marquen los respectivos programas de desarrollo delegacional, invitando al capital privado a generar propuestas para el desarrollo inmobiliario en todo el distrito Federal (<http://www.jornada.unam.mx/2007/02/08>).

Por su parte Duhau (1998) sostiene que el factor social es fundamental para entender los procesos de transformación territorial por la expansión física de las ciudades. La llamada urbanización popular asociada a procesos de autoconstrucción realizados por poblaciones sobre terrenos baratos principalmente de tenencia ejidal y comunal, que ante la poca disponibilidad de suelos con mejor localización e infraestructuras como los ubicados al interior de las ciudades, tienden a alojarse sobre suelos periféricos, y que en 1980, se vuelven un opción necesaria ante el marco de la crisis y la imposibilidad de acceder a créditos inmobiliarios promovidos por el Estado.

Terrazas (1995) destaca de entre los principales actores en los procesos de urbanización popular a los ejidatarios, fraccionadores privados, organizaciones de colonos y por supuesto al Estado. Su interpretación sobre el crecimiento en el caso de la ZMVM, se encuentra asociado a las actividades urbanas (económicas, sociales, culturales, etc.) como una expresión de las relaciones sociales y sus diversos sujetos sociales mismos que se apropian de un territorio para construir sobre éste edificaciones y formas de vida, lo que finalmente podría traducirse el proceso de crecimiento de la ciudad como un proceso de relaciones sociales, donde está la constante del cambio al uso del suelo.

Asimismo la expansión de la ciudad ha estado condicionada por dos aspectos claves: 1. La presencia de una demanda creciente de espacio, de territorio urbanizable, para alojar las viviendas requeridas, así como el resto de las edificaciones que hacen posible la vivienda en la ciudad; 2. La existencia de suelo urbanizable, con condiciones favorables naturales como es una topográfica relativamente plana, una proximidad a zonas urbanas que cuentan con infraestructura, y particularmente, con una situación jurídica propicia para su intercambio inmediato (Terrazas, 1995).

Duhau (1998) resalta los mecanismos de incorporación del suelo de distinto régimen de tenencia al proceso de crecimiento de las ciudad con base en la especulación inmobiliaria, destacando entre los actores principales: las clases pobres, los fraccionadores y vendedores del suelo (ejidatarios, comuneros, privados) así como al Estado y sus

mecanismos (traducidos en políticas) que inciden en las formas de poblamiento de las zonas periféricas.

Entre las delegaciones y municipios de la megalópolis que han experimentado los procesos de incorporación de tierras ejidales y comunales de la SC a sus áreas urbanas destacan: Tlalpan, Magdalena Contreras, Álvaro Obregón, Cuajimalpa de Morelos, Huixquilucan, Naucalpan, Nicolás Romero en el caso de la ZMVM; Oztolotepec, Xonacatlan, Ocoyoacac y Lerma en el caso de la ZMVT.

La permisividad del Estado para el fraccionamiento, venta y construcción sobre áreas ejidales y comunales por gente de escasos recursos incapaces de costear una renta en zonas centrales ha desencadenado los procesos de especulación inmobiliaria a cargo de diferentes empresas privadas<sup>16</sup>, factor que influye en las formas de organización y densificación del territorio urbano, pero también de sus áreas periféricas donde encontramos suelo de conservación.

Asimismo, la invasión y venta clandestina de terrenos, se da sobre suelos de bajo precio, en donde hay de por medio algún tipo de irregularidad legal, así como en zonas carentes de infraestructuras o sobre suelos no aptos de poca calidad como ex lagos, suelos salinos, ciénegas, barrancas, mismos que son riesgosos para construcciones, donde reina una forma de producción de suelo urbano irregular, auspiciado por la permisividad del Estado y que posteriormente dichos asentamientos son legalizados vía instituciones del gobierno (Duhau, 1998).

De este modo, el papel que ha tenido el Estado como un factor importante para entender el crecimiento metropolitano, y específicamente, de los procesos de autoconstrucción de vivienda como un mecanismo alternativo al institucional, en donde los sectores populares y más desentendidos en temas de vivienda, son actores importantes en los procesos de

---

<sup>16</sup> Entre las diferentes empresas privadas que han sido participes en los procesos de construcción inmobiliaria (incluidos zonas habitacionales de tipo residenciales, Centros comerciales, vialidades y puentes) en diversas zonas de la megalópolis que han tenido repercusiones socioambientales en la SC, destacan las siguientes: Casas ARA, FRISA Constructora de Ciudades, MARHNOS Hábitat, Grupo alianza empresarial Bosque Real, Autovan S.A. de C.V., OHL Concesiones México SA de CV, Copri SAPI SA de CV, Constructora Atco S.A. de C.V., CARSO Infraestructura y Construcciones, entre otras.

construcción de ciudad, para posteriormente ser regularizados. Aunado a esto, el Estado sigue teniendo una importancia como realizador de obras y proyectos públicos (Garza y Damián, 1991), mismos que han sido detonantes del crecimiento urbano y de los procesos de cambios al uso del suelo que han derivado en la conformación de miles de colonias populares en las metrópolis.

Las vías de comunicación, han tenido un papel fundamental en la configuración de la estructura urbana de las metrópolis y en los valores del suelo de estas (Terrazas, 1995). De acuerdo a Alarcón (2000), las condicionantes que inciden en unos valores del suelo más altos que otros en la ciudad, se distinguen primero, en que los valores más altos corresponden al centro, por tener la mayor existencia y cobertura de infraestructuras, servicios, equipamientos así como una diversidad de actividades productivas cercanas y disminuyen conforme se alejan de él; segundo, el suelo alcanza un mayor valor cuando se localiza cercano o sobre las vías principales, aunque disminuye en relación con la distancia al centro de la ciudad y tercero, en las intersecciones de arterias principales los valores del suelo serán más elevados, debido a la gran concurrencia de transporte y personas.

El servicio de transporte público ha sido igualmente importante como un factor que ha contribuido al crecimiento de las estructuras urbanas de las metrópolis, sin olvidar que su existencia en determinadas zonas más que en otras, tiene que ver con el crecimiento demográfico y físico de la ciudad. La organización del transporte está directamente vinculada al modelo de urbanización sustentado en la dinámica y la lógica del sector inmobiliario. La expansión territorial ha impuesto una separación física cada vez mayor entre los distintos usos del suelo, lo cual ha provocado mayores desplazamientos y tiempos de recorrido (Garza y Damian, 1991). El transporte es un dinámico vehículo de urbanización, motor del crecimiento y la concentración de población en las zonas a donde llega (Legorreta, 1989). Las nuevas colonias impulsadas por su existencia, ya sea porque llega hasta ese punto o porque pasa cercano al área recientemente poblada, va requiriendo a su vez de obras viales, lo que para la colonia se transforma por las obras de

urbanización, lo cual, finalmente es parte del proceso de expansión-consolidación del nuevas colonias a las áreas urbanas (Duhau, 1998).

Las funciones económicas y la estructura social (incluyendo a sus diversos grupos sociales, sus formas de utilización del suelo y de ciertos servicios públicos) sin duda han ido configurando la ciudad, en gran medida debido a la concentración de la inversión pública en infraestructura y servicios urbanos como un factor del crecimiento de las metrópolis. En muchos de los casos, la cobertura de estos servicios, responde a intereses políticos de gobiernos en turno que lucran con las necesidades de la gente, por lo que es el carácter elitista y político que representa su dotación, lo que ha ido distinguiendo a los diversos grupos sociales que conforman la periferia, diferenciando colonias con mayor cobertura que otras como en el caso del poniente de la ZMVM y Noroeste de la ZMC donde se han dado importantes inversiones para proyectos de obra pública, mismos que han generado condiciones óptimas para diversos proyectos inmobiliarios en dichas partes de las metrópolis y que van dirigidos a estratos socioeconómicos específicos.

Por otra parte, el oriente de la ZMVT dispone de una cobertura significativa de servicios e infraestructuras, lo que ha detonado el emplazamiento industrial (muy cercano a la SC), y recientemente de fraccionamientos residenciales y desarrollo inmobiliarios de niveles medios bajos sobre terrenos ejidales o privados no ideales por su poca permeabilidad (ya que se encuentran ciénegas) así como por sus suelos contaminados, debido a su cercanía con diversos ríos como el Lerma, en el cual se vierten las aguas industriales, altamente contaminadas, y que en temporadas de lluvias suelen inundarse. La escorrentía superficial suele ser alterada por las zonas urbanizadas y deforestadas, y está directamente relacionada con las características del suelo y su capacidad de absorción (Higueras, 2008). En el caso de la ZMVT, los municipios de Lerma y Ocoyoacac, donde existen ciénegas y espejos de agua, la cuantía de las precipitaciones suelen provocar importantes inundaciones. Por otra parte, en las partes más bajas de la ZMVM como en los municipios de Chalco, Nezahualcoyotl, Ecatepec, cada año se registran colonias anegadas, que las tantas obras de drenaje y contención de ríos y canales no pueden evitar.

Para Terrazas (1988) existen elementos claves para entender la estructura de las metrópolis. El primero consiste en las redes de infraestructura regional, que dan servicio al conjunto de la zona metropolitana; segundo, los canales de comunicación metropolitana y regional, es decir, el sistema de transporte; tercero, los equipamientos de nivel nacional, regional y metropolitanos; y cuarto, las grandes concentraciones de actividad urbana comercial, administrativa, de gestión y servicios, recreativa y de carácter industrial (Terrazas, 1988: 82).

Hace énfasis en las relaciones sociales como actividades urbanas de carácter social, político, económico y cultural que se dan en el territorio, particularmente dentro de edificaciones o en espacios abiertos, públicos, construidos con la participación de distintos actores sociales, y que son determinantes en la producción y expansión de la ciudad, bajo procesos de apropiación y transformación de la naturaleza.

A diferencia de la expansión urbana sobre terrenos ejidales en donde el proceso de intercambio de propietarios (ejidatarios) y no propietarios (nuevos colonos) con respecto al suelo se realiza bajo una situación jurídica irregular, los fraccionadores privados, empresas inmobiliarias, responde más aun proceso, hasta cierto punto, mas controlable por el Estado y, en ese sentido es programable por la vía de las autorizaciones y la dotación de servicios; en las tierras agrarias esta situación resulta más complicada, ya que las intervenciones y permisividad tornan incontrolable la ocupación urbana del suelo. Así la tenencia ejidal administrada por la federación y manejada por los ejidatarios bajo parámetros de la problemática rural, colocan a los gobiernos estatales y locales e incluso a otros sectores de la federación, en una constante pugna por el control de los procesos de ocupación del suelo ejidal (Terrazas, 1995).

### **3.3.1 Análisis del incremento de asentamientos humanos en la Biorregión**

En la SC el proceso de transformación de su naturaleza esta intrínsecamente ligado a factores de modificación socioculturales. Es evidente que existe una transformación biofísica al interior de las 21 demarcaciones en las que se ubica la Sierra, pero ese cambio



se explica por medio de la comprensión de los procesos socioeconómicos mismos que tienen su epicentro en la megalopolis.

Evidentemente, que las características naturales: clima, geología, fisiografía, hidrología, agua subterránea, tipos de suelos, flora, fauna, influyen y configuran socioambientalmente a las poblaciones de distintas maneras, y resultan una base de explicación y diferenciación natural de la Sierra con respecto a otros ambientes. Pero también hay factores sociales y económicos asociados a la permeabilidad de las actividades metropolitanas, que son determinantes para comprender los fenómenos por cambios al uso del suelo, aumento de asentamientos humanos y población, inmigración, incremento de vías de comunicación, extracción y contaminación del ambiente.

De este modo, proponemos analizar a la Sierra en tres bloques: Norte, Centro y Sur, debido a que hemos identificado (por medio del SIG) que existen ciertas zonas (como su parte central) muestran una mayor transformación socioambiental debido, en gran medida, a su cercanía a las ZMVM y ZMVT. Por su parte, los bloques Norte y Sur, pese a que también han experimentado modificaciones en sus estructuras socio-culturales y en las características ambientales, no se pueden equiparar a las problemáticas de desequilibrio y deterioro ecológico que presenta el bloque central.

Asimismo, de entre las más de 150 poblaciones existentes en la Sierra, destacamos 38 localidades que hemos denominado centros de población<sup>17</sup> (**CP**), debido a que sobrepasan los 1000 habitantes, y presentan características socioeconómicas muy similares entre sí. En estos CP, el rango de su población oscila entre los 5000 a 10000 habitantes, pero existen algunas como Huixquilucan, La Magdalena Chichicaspa, Santo Tomas Ajusco y Xalatlaco, que en 2010, cada una sobrepasa los 20,000 hab. De este modo, hemos podido diferenciar a las poblaciones más grandes en la Sierra, y a las que les pondremos mayor

---

<sup>17</sup> El Centro de población está constituido por una localidad principal, que en muchos de los casos, ha ido integrando otras más pequeñas (periféricas), conformando un subsistema compuesto por varios asentamientos o colonias agregadas a un centro de población principal.

atención en el análisis, para definir las como rurales, semiurbanas o urbanas, de acuerdo a sus características socio-culturales-ambientales.

De acuerdo a INEGI y su Marco Geoestadístico Nacional (MGN), una localidad urbana “es aquella que tiene una población igual o mayor a 2500 habitantes o es cabecera municipal, independientemente del número de habitantes registrado en el último Conteo o Censo Nacional de Población y Vivienda”, definición muy vaga si consideramos que existen muchas más variables para lograr diferenciar un territorio de otro (urbano-rural). Asimismo, el MGN define a una localidad rural cuando tienen menos de 2500 habitantes y no son cabeceras municipales (MGN, 2006). De acuerdo a ciertos analistas como Unikel (y otros, 1968), una localidad es urbana cuando sobrepasa los 15000 habitantes, mixta cuando tiene entre 5000 y 14999, y rural cuando tiene menos de 5000 habitantes. Aunque en México existen infinidad de localidades con población que van de los 2500 a 15000 habitantes, pero que presentan características rurales tanto por su actividad productiva en la PEA, por sus patrones socioculturales, por las características de su estructura sociocultural, así como por sus actividades económicas<sup>18</sup> (agropecuarias, e incluso industriales y comerciales en menor medida), las cuales componen y definen a una localidad rural (Ley de Desarrollo Rural Sustentable, 2001).

Cuando hablamos de localidad urbana, es necesario referirnos a ciertos aspectos que la diferencian respecto a otras. Esta diferenciación es resultado de un proceso de transformación de las estructuras rurales eminentemente agrícolas, en urbanas, caracterizadas por: 1) un constante desarrollo de la división social del trabajo, que transfiere la fuerza laboral agrícola hacia actividades secundarias y terciarias; 2) el cambio del proceso de producción; 3) la creciente diferenciación política, social, psicológica, ecológica, cultural, etc., entre el campo y la ciudad; y 4) dar origen a la ciudad, estimulando su crecimiento en número y tamaño, lo cual conlleva indudablemente una expansión física (Garza, 1985).

---

<sup>18</sup> También existen parámetros internacionales para clasificar las actividades económicas y las ocupaciones. Las categorías de las actividades económicas son por sectores: Primario, que comprende la agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca; Secundario, que abarca la producción de bienes manufacturados, así como la extracción y refinación de petróleo, la industria de la transformación, de la construcción y la generación de electricidad y agua; y, Terciario, que incluye la prestación de servicios, el comercio, el transporte, las comunicaciones y la administración pública (Moliner, 1990).

Entre los principales enfoques teóricos se encuentran los que parten de la distinción entre los asentamientos humanos rurales y urbanos. Estos enfoques plantean la existencia de dos tipos de sociedades, una tradicional y otra urbana; cada una caracterizada por una serie de abstracciones lógicas, absolutas y excluyentes que conducen a la formación de un esquema teórico correspondiente a una sociedad dicotómica (Unikel, 1968). Cuando se habla de rural se define como el territorio<sup>19</sup> determinado por las relaciones de producción y las interacciones de una población con otros espacios territoriales, cuyas actividades principales son las agropecuarias, muchas veces para autoconsumo, pero también para la venta a otros CP o regiones, con los cuales se tiene una permanente interacción ya sea con el medio urbano o núcleos centrales a los que van dirigidos dichos productos “tocándole al medio rural el papel de sumisión dentro de este ciclo de interdependencia (Guzmán; 1991: 16)”. A lo anterior, hemos podido identificar, más allá del tamaño de su población, tres tipos de localidades asociadas a procesos de transformación socioeconómica distintos, y que obviamente inciden en las formas culturales de organización social y su relación con la naturaleza.

Por un lado, y partiendo de la base de que todas las poblaciones en la Sierra en un primero momento han tenido o tienen características totalmente rurales, existen localidades que por su cercanía (casi inmediata) a las metrópolis han experimentado una transformación biofísica y sociocultural que en muchos de los casos ha significado la inserción de la PEA en actividades terciarias y secundarias, relegando las actividades primarias y sus sistemas productivos agrícolas tradicionales. Asimismo, estas poblaciones se integran a un proceso de incorporación a las AU de las metrópolis como colonias agregadas a éstas, como en los casos de San Bartolo Ameyalco, Santa Rosa Xochiac, Jesús del Monte, San Bernabé Ocotepéc, San Nicolás Totolapan, todas integradas al AU de la ZMVM. En este sentido, las catalogamos como urbanas, ya que la actividad primaria ha sido relegada, casi al grado de desaparecer. Asimismo, estas localidades de acuerdo al SINCE (2005), poseen una

---

<sup>19</sup> Jurídicamente, el territorio queda establecido a través de la propiedad, si bien en México la ley reconoce tanto la pública, social y privada, básicamente sólo existen dos tipos de propiedad: pública, que corresponde a la Nación y privada, que está asociada a la apropiación que por derecho pertenece a los particulares, sean individuales o colectivos (comunales o ejidales).

importante cobertura de servicios públicos y equipamientos: drenaje (que es canalizado principalmente a barrancas y ríos), *energía eléctrica*, agua potable, vialidades pavimentadas, escuelas, casas de cultura, mercados, servicios de salud, seguridad pública, etc. (**Véase cuadro: principales Centros de población**).

#### **ENERGIA ELECTRICA:**

Existen actualmente plantas generadoras de energía eléctrica de la CFE en la tres metrópolis, mismas que comparten una infraestructura de electrificación por medio de cableado y torres, que conducen la energía a diversas poblaciones de la megalópolis, incluidas las de la Sierra.

En la Sierra, se han removido importantes coberturas forestales, y abierto brechas para la colocación de torres y cableado necesario para generar los flujos de energía eléctrica en la megalópolis. Al igual que las vías de comunicación, estas infraestructuras han venido a deteriorar y fragmentar el socio-ecosistema. Las torres de electrificación, que muchas de ellas se internan en los bosques densos de la Sierra, generan un ruido constante y muy fuerte debido al alto voltaje de los flujos de energía que pasan por su cableado, incidiendo en la tranquilidad del ecosistema.

En las poblaciones, más allá de que dicha infraestructura ha implicado el fácil acceso (muchas veces irregular) a este tipo de energía, también genera problemas relacionados con la contaminación visual por el cableado, que en muchos de los casos se pueden apreciar los denominados “diablitos” los cuales pueden generar cortos e inclusive incendios. Por este motivo, básicamente todas las poblaciones de la Sierra cuentan con electricidad en sus viviendas

En segundo lugar se encuentran localidades de carácter semiurbano que han experimentado un aumento considerable de su población (y que en muchos de los casos sobrepasan por mucho los 10,000 hab) debido a su cercanía a las zonas metropolitanas, y porque son atravesadas por vías de comunicación importantes, mismas que generan grandes flujos de transporte, pero que sin embargo sus características topográficas (al estar rodeadas de montañas y barrancas) han evitado su inserción con el AU de las metrópolis como los casos de San Luis Ayucan, Huixquilucan La Magdalena Chichicarpa, San Pablo Chimalpa, etc. En estas poblaciones continúa habiendo actividad primaria, pero no es la más importante, ya que la actividad terciaria: el comercio y los servicios han crecido de manera notable.

Y finalmente, están las localidades rurales en donde también es evidente que se está dando una paulatina transformación biofísica y de sus actividades socioeconómicas por el inminente abandono del campo, así como por la dinámica económica que ejercen actividades como el transporte, comercio, servicios, e incluso actividades industriales localizadas en los PI (de la megalópolis) o en minas (al interior de la Sierra). Sus

poblaciones oscilan entre los 2500 a 4000 habitantes, y se encuentran rodeadas por montañas. A diferencia de los otros tipos de localidades, estas son más pequeñas en tamaño y poblacional, aunque también existen algunas que su dinámica socioeconómica y su naturaleza ha sido modificada drásticamente por la existencia de vías de comunicación como en los casos de San Lorenzo Acopilco, La Marquesa, El Hielo, Salazar, Sta. Cruz Ayotuxco, entre muchas otras, y que incluso varias de estas se han ido consolidando debido a la existencia de *valles recreativos* y de esparcimiento que al ser mesetas naturales de la Sierra, han sido modificadas por las existencia de diversos servicios y comercios.

#### **VALLES RECREATIVOS:**

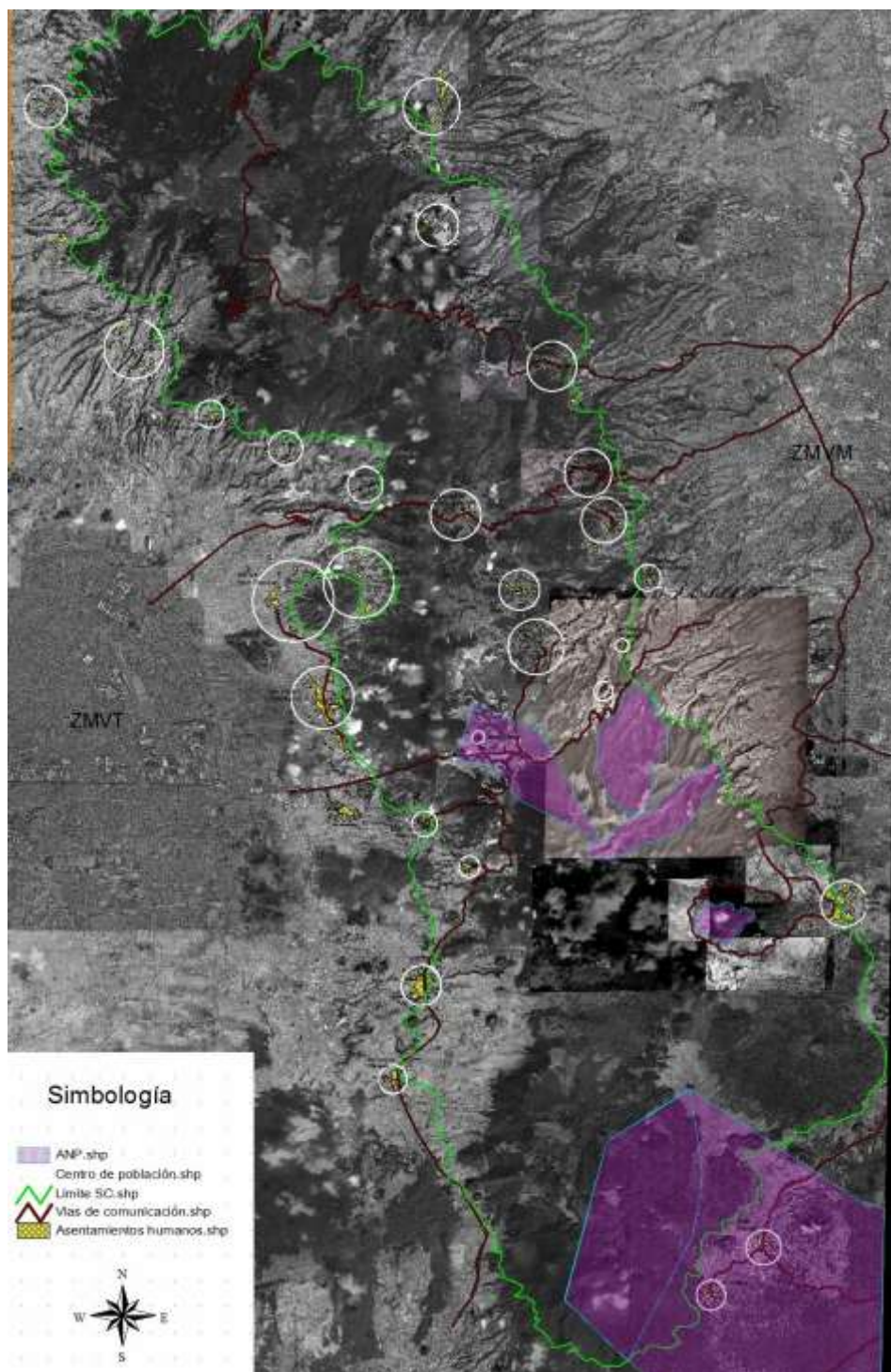
Existen en la Sierra, mesetas y/o valles naturales en donde encontramos ríos y pequeños cuerpos naturales que funcionan como zonas de recarga de agua hacia los mantos acuíferos. En varios de estos valles, han proliferado las actividades comerciales y de servicios como restaurantes, comercios de artesanías, renta de cuatrimotos, actividades de gotcha, paseos a caballo, cría de truchas, etc., actividades que han detonado el aumento de asentamientos humanos, así como importantes flujos de transporte público y privado.

Entre estos valles destacan La Marquesa, Valle del Silencio, Valle del Conejo, Valle del Potrero, Valle de la Cantimplora, Valle de Monte Alegre, Valle Las Palomas, etc. Esto ha significado la alteración de los cursos de agua existentes, pérdida de áreas anteriormente agrícolas, así como la remoción de importantes coberturas, para el aparcamiento de autos, creación de brechas para "disfrutar" las cuatrimotos y paseos a caballo, así como para construcciones diversas. Es importante comentar, que los permisos para la construcción de comercios y de las actividades que se practican, son otorgados por los mismos ejidatarios y/o comuneros, que van relegando las actividades primarias para insertarse en las terciarias.

#### **3.3.1.1 Principales centros de población**

En este apartado, hemos utilizado un SIG como herramienta metodológica para poder comparar por medio de la teledetección, dos fotografías aéreas de la Sierra de años distintos: 1985 y 2010. Asimismo, hemos consultado los cuadernos estadísticos y censos económicos por localidad de INEGI de estos dos años (así como de los años 1990 y 2000), para identificar las poblaciones con el criterio poblacional antes señalado.

#### **Gráfico. CP en 1985**

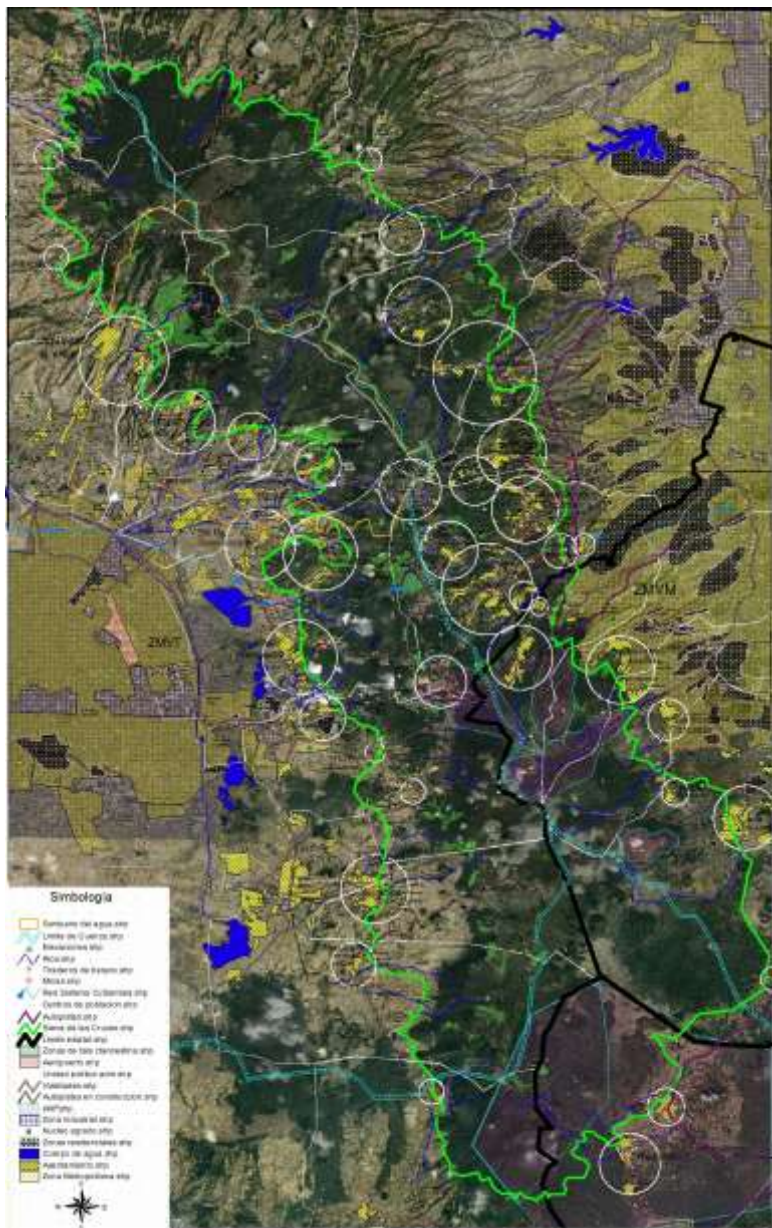


Fuente: Elaboración propia

De este modo, pudimos identificar que en 1985 existían 27 CP que superaban cada uno los 1000 hab., 11 poblaciones menos con respecto a los 38 CP identificados en 2010. Como se puede a simple vista apreciar, el aumento de los CP durante este periodo de 25 años se dio principalmente en el bloque central de la Sierra, que es el que geográficamente está más

cercano a las ZMVM y ZMVT, y donde han atravesado la mayor cantidad de infraestructuras como las carreteras y autopistas.

**Gráfico. CP en 2010**



Fuente: Elaboración propia

A continuación nos enfocaremos en abundar sobre los factores que han propiciado el incremento de los asentamientos humanos, por medio de su análisis en tres bloques en los que hemos dividido a la Sierra.

### **3.3.1.2 Bloque norte**

Este bloque se distingue a partir del extremo norte de la Sierra hasta la parte en donde se encuentran las poblaciones de Tlazala en el municipio de Isidro Fabela y Jiquipilco en el municipio homónimo. En este bloque la naturaleza se encuentra relativamente conservada, debido a que existen pocas vías de comunicación, así como un tránsito de vehículos ligero, resultado de una interacción socioeconómica (de sus poblaciones) pequeña con las metrópolis. De las más de 150 localidades ubicadas en toda la Sierra, en este bloque se ubicaron solo cuatro CP que sobrepasan los 1000 habitantes, entre los que se encuentran: San Bartolo Oztontitlan, Jiquipilco, Ejido Cahuacan y Tlazala de Fabela con 4458, 1880, 3854 y 5730 hab. respectivamente, y que en conjunto sobrepasan las 4000 viviendas, mismas que obtienen el agua de ríos, manantiales y pozos (**Véase cuadro y mapa: Centros de población en la Biorregión**).

Estas poblaciones son el núcleo socioeconómico-político de otras más pequeñas ubicadas de manera adyacente o periférica (y que podríamos decir que estas últimas, son poblaciones satélites de las principales). Pese a que la actividad primaria, consistente en el cultivo de maíz, papa, alfalfa cría de animales, etc., sigue presente en la mayoría de estas localidades, el comercio y servicios está aumentando de manera notable. A lo anterior, encontramos que una buena parte de PEA se encuentra insertada en las actividades industriales de la ZMVM y ZMVT. El resto de las localidades corresponde a pequeñas poblaciones aisladas inmersas en grandes áreas forestales en donde los cambios al uso del suelo y la consecuente pérdida de bosques no son tan notables; aun así, estas poblaciones continúan teniendo características eminentemente rurales.

### **3.3.1.3 Bloque Central**

Como su nombre lo indica, es la parte intermedia de la Sierra, el cual se distingue a partir de los poblados Santa Ana Jilotzingo y Jiquipilco el Viejo en el norte, hasta la carretera y autopista México–Toluca. Es el bloque más grande, debido a que es donde se ubican el mayor número de CP (que sobrepasan los 1000 habitantes) y en donde muchos de los



poblados se han integrado entre sí con base en procesos de deforestación, cambios al uso del suelo, incremento de asentamientos y de actividades comerciales, inmigración, etc., formando subsistemas por medio de redes interconectados por las vías de comunicación, derivando en una transformación y deterioro socioambiental evidente. En varias poblaciones, las actividades de extracción de elementos naturales no sólo son el único problema, también los *tiraderos de basura* a cielo abierto vienen a fortalecer las actuales problemáticas ecológicas en la Sierra al *contaminar el suelo*, agua o aire.

**TIRADEROS DE BASURA:**

Son áreas destinadas para la disposición de residuos sólidos generadas por las poblaciones de la Sierra, pero sobre todo de las metrópolis. Son materia en descomposición, objetos o productos que la gente desecha. Pueden ser de origen orgánico o inorgánicos, algunos considerados peligrosos como el caucho de las llantas, plásticos, envolturas, metales, materiales biológico-infecciosos, etc. que en muchos de los casos sus lixiviados van a parar a los ríos, se filtran a la tierra contaminando el agua y el subsuelo, además de generar fauna nociva y enfermedades para la población en donde se encuentran estos tiraderos al aire libre como en los casos de Yancuitalpan, Santiago Analco, Puerto el Guarda, Huitzilac, Chimalpa, San Luis Ayucan, entre otros.

**CONTAMINACION DEL SUELO:**

Su contaminación está ligada a diversas acciones antrópicas. La afectación del suelo es la alteración a su capacidad productiva, pero también biológica, fundamental para el desarrollo de una gran diversidad de organismos y especies. Un suelo se puede degradar al acumularse en él sustancias a unos niveles tales que repercuten negativamente en sus características y consistencia natural. La contaminación del suelo en la Sierra se debe a diversos motivos: existencia de basureros a cielo abierto, lubricantes de automóviles, quema de llantas, uso de fertilizantes y pesticidas en la agricultura, etc.

Asimismo, la contaminación del suelo tiene efectos en los organismos que habitan dicho elemento natural lo cual puede modificar los ciclos de vida, reproducción y los nichos ecológicos que

Los subsistemas poblacionales que se han ido conformando, a su vez se han ido consolidando con base en la dinámica de las actividades socioeconómicas fundamentalmente comerciales y de servicios, por encima de las agrícolas.

**Imágenes--- Tiraderos de basura en El Tezontle, Huitzilac y en Santiago Analco, Lerma**



Fuente: Archivo personal

Son 24 los subsistemas poblacionales o CP principales que se han identificado en este bloque, y que en la mayoría de los casos sobrepasan por mucho los 5000 habitantes. Entre estas localidades se encuentran: Jiquipilco el Viejo, San Mateo Capulhuac, Sta. Ana Jilotzingo, Sta. Ma. Mazatla, San Luis Ayucan, San Fco. Chimalpa, El Hielo, Santiago, Sta. Ma. Tlalmimilolpan, San Fco. Xochicuautla, San Mateo Atarasquillo, Las Rajas Huitzitzilalpan, Sta. Cruz Ayotuxco, La Magdalena Chichicarpa, Santiago Yancuitlalpan, Jesús del Monte, Huixquilucan, San Lorenzo Acopilco, San Pablo Chimalpa, Loma de Zacamulpa, Salazar, Rio Hondito, San Bartolo Ameyalco y San Nicolás Totolapan.

En estos CP consistentes en una localidad principal y otras pequeñas poblaciones de manera periférica que se han ido constituyendo por la unificación de diversos asentamientos (que anteriormente estaban dispersos), se caracterizan por tener una alto porcentaje de PEA laborando en actividades industriales de las zonas metropolitanas del Valle de México y Toluca principalmente, así como una buena parte de su PEA dedicada a actividades terciarias dentro de las poblaciones (**Véase gráfico. Bloque central y principales centros de población**). De este modo, muchos de los poblados se han integrado entre sí con base en procesos de cambios al uso de suelo, incremento de asentamientos, cambios de actividad económica, *inmigración*, etc., formando subsistemas interconectados y consolidados con base en la dinámica que ejercen las muchas vías de comunicación ubicadas en el bloque central.

#### **INMIGRACION:**

La inmigración es un proceso social que repercute socioambientalmente en la Sierra. Está constituida por procesos de invasión de suelo agrario y forestal por personas provenientes de diferentes partes del país, que al no encontrar opciones de suelo barato en la metrópolis, tienden a asentarse en las partes periféricas donde se encuentran la frontera agrícola y forestal. Asimismo los ejidatarios y comuneros son partícipes de estos procesos al vender sus tierras a especuladores del suelo. También existen empresas inmobiliarias que han adquirido grandes extensiones de suelo en la Sierra para producir desarrollos inmobiliarios para personas de ingresos socioeconómicos altos.

Estos procesos de inmigración de gente no nacida en la Sierra, constituye el principal paso para la pérdida de identidad, costumbres, tradiciones y valores asociados con la cultura comunitaria. El proceso de incorporación de poblaciones indígenas a las actividades urbanas y megalopolitanas, es el paso también, hacia la venta de sus terrenos y cambio de uso del suelo. Asimismo, significa la inserción de sus tierras a los procesos socioeconómicos y productivos capitalistas. Aunado con las políticas neoliberales, mismas que han tenido efectos evidentes en las poblaciones campesinas al proletarizarlos (Schoijet, 1992), la migración y la inserción de la poblaciones indígenas al sistema económico capitalista, crea condiciones insuperables para la inyección del capital y la explotación del modo de producción

A lo anterior, Huixquilucan como La Magdalena Chichicaspas son dos de los CP principales con 35789 y 28992 habitantes respectivamente. Son las únicas poblaciones en este bloque que sobrepasan los veinte mil habitantes y en donde las características socioeconómicas muestran sesgo evidente hacia las *actividades comerciales y de servicios*, lo que podría catalogarlas como semiurbanas, aunque todavía poseen independencia geográfica con respecto a las metrópolis.

**ACTIVIDAD TERCIARIA:**

Está constituida principalmente por tiendas de abarrotes, carpinterías, mueblerías, restaurantes, carnicerías, farmacias, panaderías, servicios de Internet, peleterías, tortillerías, estéticas, estudios fotográficos, papelerías, cantinas, talleres, ferreterías, tiendas, etc. La actividad comercial se ha incrementado en la mayoría de las poblaciones de la Sierra. Dicha actividad genera importantes flujos de dinero al interior y exterior de las poblaciones, por lo que este sector ha ido modificando socioculturalmente la dinámica socioeconómica al relegar los sistemas productivos agrícolas mismos que se encuentran en crisis a raíz del diseño de políticas con tendencia a la privatización de la tierra. Estas actividades además de requerir importantes cantidades de energía eléctrica (mismas que genera CO<sub>2</sub>) también genera grandes volúmenes de residuos sólidos y líquidos, muchos de estos, van a dar a basureros clandestinos, barrancas, ríos, cuerpos de agua y en

También existen otras localidades con poblaciones considerables como Jiquipilco (14059), San Luis Ayucan (11935), San Fco. Chimalpa (10978), San Mateo Atarasquillo (10348) y Jesús del Monte (19113), mismas que están en proceso de incorporación al AU, tanto de las ZMVM como de la ZMVT. En el caso de las poblaciones Jesús del Monte, San Bartolo Ameyalco, Santa Rosa Xochiac, San Bernabe Ocotepc, San Nicolás Totolapan, Zentlapatl, el mismo pueblo de Cuajimalpa, son ya colonias (urbanas) agregadas (totalmente) al AU de la ZMVM.

**Actividad comercial en Huixquilucan e incremento de construcciones en La Magdalena Chichicaspas**



Fuente: Archivo personal

## Aumento de asentamientos humanos en San Luis Ayucan y San Fco. Chimalpa



Fuente: Archivo personal

El resto de las poblaciones (incluidas las dos más grandes: Huixquilucan y Magdalena Chichicaspa) se ubican geográficamente aparte de las zonas metropolitanas, debido al relieve accidentado de muchas de las montañas que sobrepasan los 3300 msnm, por lo que no sólo los montes también las barrancas son las que dividen a muchos de los poblados al interior de la Biorregión.

Por otra parte, existen varias poblaciones que han experimentado un crecimiento físico y demográfico por ubicarse cercanas a las principales vías de comunicación, y donde las características topográficas y ambientales han ido permitiendo el desarrollo de ciertas actividades recreativas o de esparcimiento como los valles o planicies como La Marquesa, Salazar, La Cañada, Valle del silencio, Los Conejos, El potrero, entre otros. En dichas zonas se ha ido incrementando los restaurantes, los juegos de gotcha, paseos a caballos, renta de cuatrimotos, pesca de truchas, etc., actividades económicas que ejercen una constante presión sobre la naturaleza.

### Valles recreativos El Potrero y El Silencio



Fuente: Archivo personal

Pese a que en ninguna de estas poblaciones existen NA, destaca el cultivo de maíz y avena, así como la cría de animales (ovejas, burros, guajolotes y gallinas) como actividades productivas importantes. Estas pequeñas localidades, al ubicarse al interior de la Sierra a más de 3100 msnm, poseen importantes escurrimientos y pequeños cuerpos de agua y estanques que han sido utilizados para la producción de trucha arcoíris. La producción piscícola ha sido determinante para entender la actividad socioeconómica de tipo terciario y su expresión biofísica en la transformación del ecosistema.

#### **PISCICULTURA:**

Resulta una actividad muy importante en ciertas poblaciones de la Sierra. La cría, pesca y venta de la especie Trucha Arcoíris y Carpa por medio de la creación de estanques y pequeños cuerpos de agua artificiales que son nutridos por los muchos ríos de la Sierra, ha permitido el desarrollo de los sistemas productivos piscícolas mismos que son el sustento de muchas de poblaciones. En la Sierra se encuentra el Centro Acuicola "El Zarco" mismo que, de acuerdo a datos de SAGARPA (2010) y CONAPESCA (2010) produce 3,105 toneladas de trucha y 6,790 toneladas de carpa, convirtiéndose en el Centro acuicola con mayor producción de estas especies en el país, en gran medida, a la gran disponibilidad de agua. Dicha estación comercializa a granjas acuicolas tambien ubicadas, en su mayoría en poblaciones y valles recreativos de la Sierra como Salazar, La Marquesa, Los Tachos, Las Canoas, Santa Martha, La Pila, Zempoala, entre muchas otras, en donde se ha detonado también el turismo y comercio en valles naturales en donde se ha dado un incremento de asentamientos humanos, los cuales han generado una contaminación de los ríos resultando perjudicial para la actividad piscícola. Aunado a la disminución y pérdida de escurrimientos en la Sierra, ponen en riesgo dicha actividad. - Página de la tesis: 286.

Asimismo, la actividad minera es una actividad económica que más encontramos en este bloque, principalmente en los municipios de Naucalpan, Huixquilucan y Lerma. Una vez que se deja de extraer elementos naturales (por su agotamiento), los terrenos son dejados como áreas muertas, ocasionando la inhabilitación del sitio para cualquier otra actividad, y generando considerables problemas de erosión, deforestación, fragmentación del ecosistema, afectación a la flora y fauna silvestre, alteraciones de la hidrodinámica superficial y subterránea, destrucción de tierras productivas, alteración de la morfología del suelo y la generación de partículas suspendidas, etc. Las actividades de extracción de pétreos, al modificar el relieve, dejan una secuela de taludes inestables y grandes cavidades con profundidades considerables que ponen en riesgo a la población que se asienta en ellas y en sus inmediaciones como en el Retro, El Obraje, Magdalena, donde hay registrados deslaves y hundimientos, etc.

Por su parte, en poblados ubicados dentro de los límites territoriales de Oztolotepec, Temoaya y Jilotzingo el proceso de ocupación del suelo se ha desbordado a partir de 1980, más allá de las localidades principales de cada municipio (como las cabeceras Villa Cuauhtémoc, Temoaya, Santa Ana Jilotzingo, que representaban los asentamientos con mayor grado de urbanización). A partir de estos años, poblaciones con características eminentemente rurales ubicadas dentro de estos municipios, y pertenecientes a la Sierra han experimentado importantes incrementos de construcciones; crecimiento generado de forma lineal, principalmente sobre las vialidades existentes, como en los casos de San Mateo Capulhuac, La Concepción Hidalgo, Sta. Ana Jilotzingo, La Huainaca, San Luis Ayucan, Sta. Ma. Mazatla, entre otras, mismas que se distinguen como poblaciones en proceso de conversión a semiurbanas.

En el caso del CP San Luis Ayucan (y sus poblaciones aledañas) comparte el territorio de Jilotzingo y Naucalpan. De acuerdo al Censo General de Población y Vivienda por localidades, 2010 su PEA en su mayoría trabaja en la actividad terciaria (53%) y secundaria (34%) de las ZMVM y ZMVT y el 8% se dedica a la agricultura. Es a partir de esta década, que la población se ha incrementado de manera creciente, suscitándose un crecimiento de más de tres veces la población que había en 1970, al pasar de 4,240 habitantes a 15,086 en 2000 y más de 10 mil habitantes para el año 2010. Al igual que San Luis Ayucan, otras poblaciones que han experimentado un crecimiento físico importantes son Santa María Mazatla y San Miguel Tecpan, debido a que se encuentran conectadas directamente con la carretera Naucalpan-Villa del Carbón. Tan solo estas poblaciones en conjunto concentran más del 40% de la población total del municipio de Jilotzingo.

Por otra parte, la cabecera municipal Huixquilucan de Degollado, se destaca el CP con mayor número de habitantes en toda la Sierra con más de 30 mil, distribuidos en barrios, pueblos, colonias, rancherías, fraccionamientos, mismos que se han cohesionado físicamente. Otros CP importantes pertenecientes a este bloque son La Magdalena Chichicarpa, San Francisco Chimalpa y San Mateo Atarasquillo, catalogadas como localidades semiurbanas mismas que poseen un importante número de habitantes (28992,

10978 y 10348 hab. respectivamente), en donde su PEA se encuentran insertadas en actividades terciarias y secundarias.

Es en la década de 1950, cuando estos poblados comenzaron a experimentar un proceso de crecimiento por el aumento de asentamientos humanos irregulares sobre suelo de régimen de tenencia de la tierra ejidal y comunal, en gran medida por la implantación industrial al norte de la ZMVM, lo que generó un incontrolado aumento de su AU al igual que en poblados ubicados en la Sierra, crecimiento más visible a partir de 1970-80 con la demanda de fuerza de trabajo que generó la industria en la ZMVT. De igual manera, la expansión física de los poblados se ha dado sobre zonas de alto riesgo como laderas y cauces de arroyos, en donde son vertidas las aguas domésticas, generando graves afectaciones en la naturaleza.

En gran parte de la Sierra, las actividades agropecuarias se han visto mermadas paulatinamente, por lo que mucha de su población se ha incorporado a la dinámica industrial, comercial y de servicios. Estos factores originan que la población, principalmente joven, tenga otra perspectiva económica y cultural, se desarraigue de su lugar de origen y por lo tanto, deje de trabajar el campo.

Algunos de los factores que han influido directamente en el abandono del campo son, por un lado, altos costos en la compra de semillas y fertilizantes (a los cuales las agroindustrias principalmente tienen acceso); por el otro, precios sumamente bajos al momento de vender sus productos; los canales de comercialización son escasos y politizados, en gran medida por la poca diversificación caracterizada por el monocultivo (producción en el maíz); crisis estructural de todo el sector que origina competencia desleal, importación de productos a precios que no compiten con los productos del campo mexicano, fraccionamiento de terrenos con un fuerte potencial agrícola para construcción de viviendas, entre otros.

Por otra parte, la incursión de productores particulares sobre terrenos agrarios, bajo la forma de renta temporal de las parcelas, ha sido una práctica muy común en diferentes partes de la Sierra. Los privados utilizan suelos fértiles, muchos de ellos pertenecientes a regímenes

de tenencia agrario, para la producción de haba, alfalfa (ambas principalmente forrajeras), papa, entre otros, que son cultivos comerciales en la región centro del país. De acuerdo a ejidatarios, en el caso del cultivo de 1 ha. de papa, se requiere una inversión de \$80,000.00 (que incluye renta del terreno, transportación de mercancía, fertilizante, insecticidas, etc.) y en aproximadamente 4 meses se puede cosechar para finalmente vender el producto en los PI de la megalópolis, donde hay empresas dedicadas al ramo de alimentos (Sabritas, Barcel, etc.); al momento de vender la papa producida en 1 ha de tierra, la ganancia es de más de \$200.000.00. Debido a esto, dicho cultivo se ha detonado de manera importante debido a la inversión baja que requiere y a las altas ganancias que brinda en tan solo 4 meses. Aunque su producción, como al igual que la alfalfa, soya, haba, implican la remoción de cobertura forestal, uso de insecticidas y fertilizantes químicos, que son ambientalmente dañinos y que consolidan los procesos de deforestación de la Biorregión.

En el ámbito político, algunos de los factores que han contribuido al abandono del sector, son los cambios al artículo 27 constitucional, que permite un proceso de privatización de la tierra bajo regímenes ejidales y comunales. La carencia de instrumentos normativos prácticamente en toda la Sierra ha detonado el crecimiento y expansión de los asentamientos irregulares alentando, aún más, los procesos de transformación biofísica de sus poblaciones.

#### **3.3.1.4 Bloque Sur**

El bloque sur se distingue a partir de los poblados San Jerónimo Acapulco y San Pedro Atlapulco, hasta finalizar en el extremo sur de la Sierra. Recientemente se ha aprobado la construcción de la autopista Lerma-Tres Marías que conectará a la ZMVT con la ZMC, vialidad que atravesara parte de este bloque.

De los 38 CP en la Sierra ubicados en 2010, en este bloque encontramos 10, entre los que se encuentran: San Jerónimo Acapulco (5405 hab.), San Pedro Atlapulco (3662 hab.), Xalatlaco (29346 hab.), San Nicolás Coatepec (7044 hab.), Santa Marta (1844 hab.), Huitzilac (4745 hab.), Tres Marías (5426 hab.), Parres (2589 hab.), Santo Tomas Ajusco



(26896 hab.) y Lomas de TepemecatI (1723 hab.). De estas localidades, sobresalen Xalatlaco y Santo Tomas Ajusto por el número tan considerable de su población. La mayoría de su PEA-Ocupada se encuentra dedicada a las actividades terciarias y secundarias, tanto en la misma localidad, como fuera de esta en las zonas metropolitanas.

La falta de apoyos agrícolas a los campesinos indígenas, ha desencadenado la lotificación y venta de tierra, lo que ha contribuido con un incremento de asentamientos humanos en muchas de estas localidades, así como en la pérdida de áreas forestales y agrícolas por cambios al uso del suelo, y actividades de tala clandestina. Asimismo, fraccionadores privados han lotificado zonas naturales consideradas como de protección especial por la legislación poco clara.

### Comercios en Xalatlaco y Santo Tomas Ajusto



Fuente: Archivo personal

El sector primario ha ido paulatinamente disminuyendo en cuanto a importancia en los CP, debido a que una proporción cada vez mayor de habitantes se dedican a actividades del sector secundario y terciario. Esto ha derivado en el abandono de terrenos agrícolas, lo que ha facilitado los *cambios al uso del suelo* por medio de la invasión, fraccionamiento y venta para desarrollos urbanos planificados y/o asentamientos ilegales que son regularizados por las autoridades en materia urbana ubicados en ciertas zonas como Villa Alpina, Colonia Héroes de 1910, Cuajimalpa, Jesús del Monte.

#### **CAMBIOS AL USO DEL SUELO:**

El suelo es un elemento natural. El cambio al uso del suelo es la modificación que el ser humano puede darle a un espacio natural o a un suelo previamente destinado para una actividad específica jurídicamente permitida o no, por otra, lo que se considera como cambio al uso del suelo, y que inevitablemente conllevara una modificación al terreno e indudablemente tendrá efectos y alteraciones socioambientales distintos. El suelo tiene un papel fundamental ya que es sobre éste donde se dan esas relaciones socioculturales, económico-productivas, además de que se utiliza e intercambia y se delimita territorialmente. Es vista como una "mercancía" sui generis a la que se le da un valor de uso y valor de cambio sin haber sido producto del trabajo humano, y más allá de que del suelo no podemos prescindir (Harvey, 1985), al ser tan indispensable para el ser humano tiene un valor, pero este valor no sólo depende del uso que le damos, adquiere relevancia en el proceso de consumo, cuando los valores de uso pueden ser intercambiables (valor de cambio) mediante una relación social en donde intervienen

### **3.3.2 Actores sociales**

De acuerdo a las entrevistas realizadas a habitantes y a consultas de documentos diversos, se pudieron identificar a los distintos actores sociales participes en los procesos de transformación socioambiental en la Sierra. Se clasificaron en actores internos y externos. Los primeros están constituidos por los habitantes e instituciones residentes ubicados de la Sierra, entre los que se encuentran: ejidatarios, organizaciones civiles, pequeños propietarios, autoridades locales. Por su parte, los segundos, son actores constituidos por personas e instituciones que se han ido consolidando en el interior de la Sierra con base a un proceso de apropiación del territorio bajo distintos mecanismos, órganos e instituciones, las cuales han incidido en la configuración, tipo y modificación (jurídica) de la tenencia de la tierra, en las condiciones y transformaciones ecológicas, así como en la calidad de vida de las poblaciones.

Los actores externos, son por un lado, población inmigrante que se ha desplazado desde diferentes regiones del país (incluidas las metrópolis) para asentarse en diferentes zonas de la Sierra, principalmente ubicándose en las grandes poblaciones, entre los que también se encuentran pequeños y medianos propietarios. Asimismo, otro actor externo de gran importancia para entender los diversos fenómenos de descomposición socioambiental, son

los órganos e instituciones de gobierno: estatales y federales (Gobierno Federal, del EM, DF y Morelos, y subsecretarías, Registro Agrario Nacional, Secretaría de Comunicaciones y Transportes; Secretaría de Desarrollo Social, Comisión de Áreas Naturales Protegidas, etc.) que han tenido una incidencia importante (por medio de ciertas políticas e instrumentos de diversos ámbitos) en la configuración y transformación de la Biorregión.

Asimismo, las empresas privadas como constructoras, desarrolladoras inmobiliarias, casas de apoyo económico, entre otras, se han convertido en actores sociales de gran relevancia para con los procesos de compra-venta de tierras así como de la modificación jurídica de la tenencia de la tierra, al ir ganándole terreno a los NA, los cuales poseen más del 70% de la superficie total de la Sierra, por lo que en muchos de los cambios cuantificados territorialmente tiene relación con ellos, ya que han fraccionado sus parcelas y vendido a actores externos; no olvidando que de los 54 NA existentes en la Biorregión, el 46% se han inscrito al PROCEDE, el cual resulta un instrumento de política neoliberal que permite la venta de tierras agrarias (Barrera, 2012a), consolidando los procesos de inserción de tierras ejidales y comunales al mercado del suelo urbano-metropolitano o para actividades agroindustriales.

El fenómeno de la urbanización asociado a procesos de inmigración de personas del campo (de otras regiones) a las ciudades, es un elemento clave en la Sierra. La existencia de suelo más accesible y barato en las periferias de las metrópolis ha detonado el incremento de asentamientos irregulares en muchas de las áreas naturales como el caso de la SC, pero también en el COBIO Ajusco-Chichinautzin-Tlaloc, Sierra Nevada y en zonas a pie de monte del Nevado de Toluca y la Sierra de Tenango. Aunque en la Biorregión SC, estos fenómenos han sido más evidentes al estar ubicada geográficamente de manera intermedia entre dos de las cinco metrópolis con mayor población y más grandes en términos de área urbana del país: ZMVM y ZMVT, sin negar que este proceso también sucede en la periferia de la ZMC. Asimismo destacan los conflictos con otras poblaciones respecto a sus tierras originales, y que en algunos casos ha representado el despojo de su elemento más inmediato: la tierra; lo que puede desencadenar como efecto

no sólo el desplazamiento de esta población a otros lugares sino asentarse de manera ilegal por medio de invasiones.

Otro motivo han sido las luchas intestinas indígenas como el FPDMA no solo en contra de los magnoproyectos metropolitanos, que han significado la expropiación y compra-venta irregular-desvalorizada de las tierras agrarias, sino también existen *conflictos por la tierra* con otras poblaciones y comunidades, por límites agrarios o por ideologías distintas<sup>20</sup> que han generado confrontaciones entre estos, como en el caso de Xalatlaco y Santo Tomas Ajusco (Tlalpan)<sup>21</sup>, en ciertos NA de Atlapulco, Lerma, Naucalpan, entre otros.

**CONFLICTOS POR LA TIERRA:**

Este fenómeno en la Sierra está más asociado a procesos de expropiación, venta clandestina, apropiaciones ilegales de particulares (en contubernio con las autoridades locales) y del mismo gobierno, para proyectos diversos, entre los que destaca la construcción de autopistas, desarrollo de fraccionamientos, clubes campestres; y por el otro, está asociado a la privatización de las tierras agrarias por particulares que se han ido adueñando de grandes extensiones para el fraccionamiento de tierras y venta de lotes, para actividades comerciales y pecuarias bajo la permisividad del gobierno local, estatal y federal

También se da el caso de personas que dividen sus terrenos para poner algún comercio o cuartos que rentan, debido a que la agricultura ya no le es suficiente o rentable. Pero también, la atomización del ejido se debe a que los titulares van cediendo partes de su terreno a su descendencia. Estos procesos influyen en la modificación y vocación natural del suelo.

En el caso de los terrenos privados, son pequeñas propiedades que se han formado e ido consolidando a partir de adjudicaciones realizadas mediante despojos, invasiones, ocupaciones ilegales de tierras comunales, transacciones, enajenaciones, etc., en contubernio con las autoridades locales, estatales y federales o ciertos grupos u organizaciones campesinas. Muchos de los terrenos bajo este régimen de propiedad, se

---

<sup>20</sup> Destacamos el caso de San Luis Ayucan y San Pablo Chimalpa, en donde la población se ha dividido ideológicamente entre quienes están a favor de la autopista Naucalpan-Toluca por significar el "progreso" para su población y quienes se oponen rotundamente debido al problema socio-cultural-ambiental que representa.

<sup>21</sup> Véase Periódico *La Jornada*, "La actitud en Xalatlaco, provocación orquestada", martes 15 de julio de 2003.

han vuelto áreas de captación importante para mucha de la gente proveniente de otras regiones, debido a la facilidad de compra-venta irregular.

También existen órganos de gobierno como la Confederación Nacional Campesina (CNC)<sup>22</sup> misma, que es el brazo campesino del PRI. Pese a que entre los objetivos de la CNC están elevar la calidad de vida de las familias campesinas; defender los derechos de sus agremiados y el patrimonio histórico de la tierra, el agua y los elementos naturales de que fueron dotados por el Estado Revolucionario; promover la defensa y consolidación del ejido, la comunidad, la pequeña propiedad equivalente a la unidad de dotación en la propiedad social y las colonias agropecuarias; preservar el aprovechamiento integral y racional de los recursos naturales del país, en defensa de su soberanía y la justicia agraria; defender la reforma agraria integral, los contenidos del artículo 27 constitucional y la relación con el Partido Revolucionario Institucional (PRI); generar empleos a favor de todos los actores de la sociedad rural que no disponen de tierra, mediante programas y proyectos para su desarrollo<sup>23</sup>;

En 1994 la CNC respaldó la firma del TLCAN con el argumento de lograr una mayor comercialización y distribución de los productos mexicanos, cosa que en el caso de la Biorregión no es visible. Asimismo, ha permitido la incursión del PROCEDE (política priista formulada a raíz de la modificación 27 constitucional) en muchas de las comunidades de la Sierra, pese a ser una política neoliberal que busca acabar con el régimen de propiedad agrario y desterrar a la sociedad campesina.

### **Grafico 9. Actores participes en los procesos de transformación biofísica-cultural en la Sierra**

---

<sup>22</sup> Fue impulsada por el ex presidente Lázaro Cárdenas se constituyó el 28 de agosto de 1938. Surgió para unificar a los campesinos en tiempos posrevolucionarios y su principal objetivo: elevar el nivel de vida de los campesinos mexicanos (CNC, 2005).

<sup>23</sup> Página web de la Confederación Nacional Campesina: <http://www.cnc.org.mx/index.php/cnc/naturaleza>



Fuente: Elaboración propia

El PROCEDE está presente en la Biorregión a partir de 1995, con la inscripción de los primeros ejidos San Bartolomé Coatepec y San Bartolo Oxtotitlan (Véase Capítulo 2), previo acercamiento de los visitantes de la procuraduría agraria con los ejidatarios. Sumarse al PROCEDE no es una decisión individual de los ejidatarios, sino que es una decisión tomada en la Asamblea ejidal.

Así, el PROCEDE, que se puso en marcha a nivel nacional el 10 de marzo de 1993, persigue la regularización de las tierras ejidales, mediante la expedición y entrega de los certificados y títulos correspondientes (la privatización en todo caso es posterior). La cobertura del programa es de 29 mil 951 ejidos y comunidades agrarias que agrupan a 3.5 millones de ejidatarios y comuneros, así como a 4.6 millones de parcelas y 4.3 millones de solares urbanos. La superficie de los ejidos representa el 50 por ciento del territorio nacional y la población ocupante representa poco más del 25 por ciento del total de los habitantes del país (Registro Agrario Nacional, 2010). En 2010, de los 54 NA existentes en la Sierra, 23 (es decir el 46%) se han inscrito al PROCEDE; 17 son ejidos y solo 6 comunidades (Barrera, 2012a).

En relación a los órganos e instituciones, mismas que mediante actos y políticas han repercutido en la Sierra, están: Gobierno Federal y sus secretarías como la Secretaría de la Reforma Agraria (SRA), Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Secretaría de

Comunicaciones y Transportes (SCT); Gobierno del EM (y sus dependencias); la CNC; Semarnat-INE-CONAFOR (con su ausentismo político), entre otras.

### 3.4 Agua en la Biorregión

Sobra decir, que el agua es un elemento vital para la vida de los distintos organismos biológicos que viven en este planeta; asimismo, resulta una condicionante natural fundamental para las diversas formas de organización socioculturales. La posibilidad de que toda sociedad y cualquier persona puedan tener acceso a este vital líquido, resulta crítica a inicios del siglo XXI (Legorreta, 2006).

Los diversos proyectos hidráulicos como una infraestructura con cobertura elitista (existente solo en las grandes poblaciones), la construcción de sistemas de captación y distribución, presas y grandes hidroeléctricas se ha convertido en fuente de conflicto constante entre comunidades tradicionales, indígenas y campesinas, y gobierno y empresarios nacionales y transnacionales que se disputan, los unos su autonomía y libre determinación sobre sus territorios y los otros, un espacio más para el capital o dirían los neoliberales para la inversión y la acumulación (Castro, 2011).

Un objetivo para lograr niveles de bienestar social y cultural, recae en gran parte, en la posibilidad por parte de los usuarios, en generar condiciones ambientales óptimas para la reproducción de los ciclos hidrológicos naturales. Esto quiere decir, preservar los ecosistemas y sus áreas forestales en donde se llevan a cabo los fenómenos climáticos asociados a las descargas de agua por precipitaciones, recarga de los acuíferos y ríos que pasan de población en población hasta llegar a regiones más bajas, en donde se ubican las metrópolis.

La concentración de población, actividades industriales, comerciales y de servicios, en la megalopolis ha requerido diseñar proyectos hidráulicos que satisfagan la demanda de agua. Podríamos decir, que la dotación del vital líquido responde a intereses socioeconómicos geográficamente polarizados, desatendiendo sectores o regiones donde también hay población y necesidades para disponer del agua, pero que carecen de ésta

debido a que, desde un racionalismo económico, la magnitud de las condicionantes socioeconómicas no son suficientes como en las grandes urbes (Legorreta, 2008).

A lo anterior, en los casos de la ZMVT y ZMVM, proyectos hidráulicos para traer agua de otras cuencas se “justifican” debido a la magnitud de la dinámica socioeconómica de la megalópolis, aunque ciertos proyectos implican costos muy altos que terminamos pagando todos (como se verá más adelante), incluso quienes no cuentan con esta. En el caso de la ZMVM es evidente la ausencia del vital líquido en miles de colonias de la parte oriente como en las delegaciones Iztacalco, Gustavo A. Madero, Tlahuac e Iztapalapa.

El tema del desperdicio asociado a sistemas de suministro deficientes y sin mantenimiento, ponen en evidencia las contradicciones de los proyectos hídricos, mismos que satisfacen determinados intereses, dejando a su suerte a grupos desfavorecidos como las comunidades indígenas al vulnerarlas por la extracción y robo del agua de sus ecosistemas. En el caso de la ZMC el agua para usos urbanos es por medio del bombeo del acuífero y de redes que extraen el líquido de ríos provenientes de las montañas.

Aunado a esto, en la medida que exterminamos ecosistemas forestales tan importantes como los bosques y selvas (en gran medida por el aumento extraordinario de las zonas urbanas y sus diferentes procesos), el deterioro ambiental incide de igual o peor forma en las metrópolis, al resentir, de entre muchas afectaciones, la falta de precipitaciones y menor recarga de mantos acuíferos, pérdida de escurrimientos, aumento de la temperatura (lo cual conlleva más pérdida de humedad), menores posibilidades de purificación del aire (ante la falta de flora que ha sido devastada), menores posibilidades de filtración de agua al subsuelo (por el incremento de construcciones), mayor contaminación, etc.

La problemática del agua en la megalópolis, tiene distintas aristas, mismas que resalta focos de atención mayores en ciertas zonas que en otras. De entre las principales fuentes de agua que nutren a las metrópolis se encuentran la extracción de agua de los mantos acuíferos y los escurrimientos superficiales, ambos que son nutridos por las lluvias, pero



también de manera artificial, por medio de sistemas hidráulicos que traen agua proveniente de otras cuencas, por lo que en adelante desarrollaremos cada uno de estos aspectos.

#### **3.4.1.1 Problemática de Estado: aprovechamiento, servicio, suministro, saneamiento del agua**

En México, el Estado vía la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y sus diversos Organismos de Cuenca, son quienes se hacen cargo de la captación, extracción, distribución y suministro (pocas veces saneamiento) para las actividades socioeconómicas, lo cual, en muchos de los casos, evidencia su capacidad de inversión en estos rubros determinada bajo condiciones sociales elitistas, como la regiones donde se ubican las principales metrópolis del país.

Es evidente que existe una diferenciación en cuanto a la posibilidad de contar con este elemento natural, en una u otra región, determinada por la concentración de población que se encuentra insertada en ciertas condiciones de mercado como las grandes ciudades o en el ámbito rural, en actividades principalmente agroindustriales. El sistema de suministro y servicio del agua, no solo termina en el uso de la misma por parte de los consumidores, vas más allá, lo cual tiene que ver con el proceso de desecho, por medio de descargas al drenaje provenientes de viviendas, oficinas, industrias.

De las 37 regiones hidrológicas (macrocuencas) en las que se divide el país, en alrededor del 80% de sus fuentes superficiales las características del agua están catalogadas como “media y baja” dentro del Índice de la Calidad del Agua, lo que a su vez es motivo de que 20 cuencas estén clasificadas como de “atención prioritaria”. En 1997, se publicó y entro en vigor la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, la cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. A partir del 1 de enero de 2000, esta norma se ha vuelto obligatoria, principalmente en las ciudades con más de 50 000 habitantes, donde las aguas residuales requieren de gran atención, ya que a su vez, son descargadas sobre drenajes a cielo abierto los cuales anteriormente eran ríos y que hoy transportan agua con materiales y

contaminantes peligrosos que requieren ser tratados bajo procesos de saneamiento (Programa Nacional Hidráulico, 2007).

A la par de esta norma, se publicó la Ley Federal de Derechos en Materia del Agua (2007) la cual establece los montos a pagar por: a) El uso o aprovechamiento de bienes de dominio público de la nación como cuerpos receptores<sup>24</sup> de las descargas de aguas residuales; y b) Las veces que rebasen los límites máximos permisibles de contaminantes. Hoy en día, por la indolencia a esta norma y ley, y ante la indolencia con relación al pago de derechos y al incumplimiento de los límites permisibles de contaminantes, por la falta de recursos financieros para la construcción de sistemas depuradores de aguas residuales, los adeudos que han contraído los municipios ante la CONAGUA y Secretaria de Hacienda y Crédito Público (SHCP) son millonarios. Asimismo, el papel que ha jugado los gobiernos locales desde la modificación al artículo 115 (en 1983), en el cual se le ha otorgado mayor responsabilidad o autonomía en la prestación de servicios públicos (y donde el suministro y saneamiento de agua potable es uno de ellos) ha derivado en casi nulos proyectos de plantas de tratamiento y disposición de aguas residuales, debido a los malos manejos financieros y falta de rendición de cuentas en los distintos rubros<sup>25</sup>.

La falta de recursos financieros para crear condiciones tecnológicas que impliquen una adecuada captación, distribución, saneamiento, etc.; la apatía para realizar proyectos de esta índole o la ignorancia y desinterés en el tema ambiental, han generado que los ayuntamientos tengan adeudos impagables ante la CONAGUA y SHCP, pese a que la legislación promueve la condonación total de la deuda de un municipio y facilita la obtención de recursos federales (en temas de agua), cuando éstos se integren al Programa Federal de Saneamiento de Aguas Residuales (PROSANEAR) el cual busca revertir la situación de deterioro y déficit en el que se encuentra inmerso el sistema de infraestructura hidráulica de la CONAGUA, buscando descentralizar su total responsabilidad en la operación de las distintas etapas que implica su suministro en el país, al integrar a los

---

<sup>24</sup> Se refiere a corrientes, depósitos naturales de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos donde se inyectan o se infiltran dichas aguas, cuando puedan contaminar el suelo o los acuíferos (Ley Federal de Derechos en Materia del Agua, 2007).

<sup>25</sup> Véase Periódico *La Jornada*, "Deudas de estados y municipios amenaza la estabilidad del país: PRD", 20 de enero de 2013.

demás órdenes de gobierno. Asumiendo que no sólo las obras de captación, potabilización y suministro por medio de una red del agua son los elementos de este sistema, sino también los aspectos del consumo y por supuesto de su vertido al drenaje hasta terminar su contaminación hacia el mar, el PROSANEAR busca incentivar la construcción, rehabilitación o reingeniería de sistemas depuradores de aguas residuales y sus subproductos (CONAGUA, 2010)<sup>26</sup>.

En el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 se señala la importancia de implementar acciones en materia de agua y saneamiento. Por lo que en febrero del 2002 se publica el Programa Nacional Hidráulico 2001-2006 que señala como prioridad el tema del agua para el país. Y es que en México, según cifras oficiales, más de 12 millones de mexicanos y mexicanas no tienen acceso al vital líquido (CONAGUA, 2010), por lo que se ha tratado de implementar diferentes tipos de proyectos hidráulicos como el Sistema Lerma-Cutzamala, que opera para la Megalopolis.

### **3.4.2 Sistema Lerma-Cutzamala**

El sistema Cutzamala<sup>27</sup> es una obra de infraestructura hidráulica de grandes magnitudes, así como lo son sus efectos socioambientales. Este proyecto se inicia a partir de 1942 con la finalidad de importar agua proveniente de la CRL. En 1951 se concluye la primera etapa consistente en la conducción de agua del río Lerma, a la Ciudad de México (CM) por medio del túnel Atarasquillo – Dos Ríos (que atraviesa la SC) terminando en el cárcamo de Dolores (en la segunda sección del bosque de Chapultepec). En 1976, ante una creciente demanda de agua en la ZMVM, se inicia la segunda etapa consistente en un sistema hidráulico conformado por una serie de presas interconectadas, algunas ubicadas dentro de la CRL y otras en la CRB, donde se encuentra el río Cutzamala (Barrera, 2013c).

---

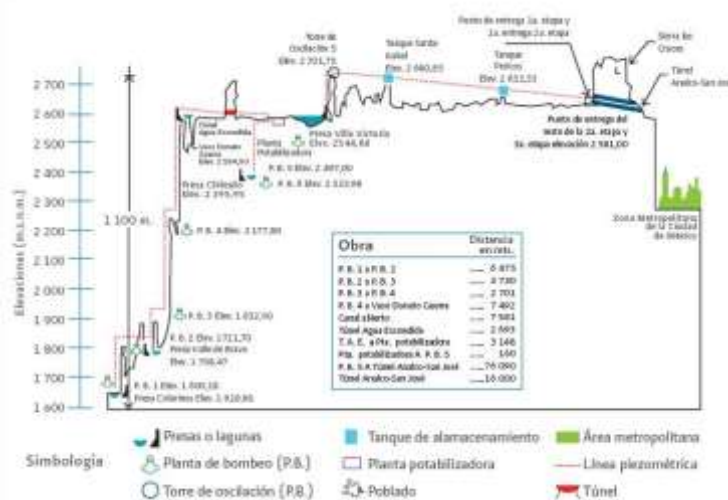
<sup>26</sup> CONAGUA. PROSANEAR. Subdirección general de agua potable, drenaje y saneamiento. Gerencia de potabilización y saneamiento. Octubre de 2010.  
O también consultar: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/PROSANEAR.pdf>

<sup>27</sup> De acuerdo a la CONAGUA, 2010, el sistema Cutzamala dota, desde 1982, al Distrito Federal de 25 por ciento del agua que consume. Tiene siete presas, Tuxpan y El Bosque, en Michoacán; y Colorines, Ixtapan del Oro, Valle de Bravo, Villa Victoria y Chilesdo, en el estado de México.

En dicho sistema operado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) se invierten anualmente mil 600 millones de pesos para transportar 14.4 m<sup>3</sup>/s de agua a la CM. Cada litro recorre por los acueductos y las tuberías una distancia de 140 kilómetros superando, gracias a un costoso sistema de bombas, un desnivel de mil 366 metros y aporta el 30% del agua que se consume en la metrópoli (CONAGUA, 2011).

Comenzando desde las presas colorines y Valle de Bravo, ubicadas dentro de la CRB, la infraestructura hidráulica del sistema se va nutriendo de agua de otras presas como Childeso, Villa Victoria, Ignacio Ramírez, Antonio Álzate, hasta pasar por la periferia de la ZMVT. Cercano al pueblo de San Mateo Atarasquillo (municipio de Lerma) se encuentra el túnel ya referido, el cual atraviesa parte de la SC, hasta salir a la altura del poblado Dos Ríos en el municipio de Huixquilucan. Lo absurdo es que, si el sistema Cutzamala lleva 14.4 metros cúbicos de agua por segundo, en el DF se desperdician a la vez 12.35 metros cúbicos de agua por segundo por fallas en la red hidráulica. O sea que el sistema sólo compensa las fugas, mientras decenas de comunidades mazahuas pertenecientes a la CRB se quedan sin agua (CONAGUA, 2006).

**Gráfico 2. Perfil del Sistema Cutzamala**



Fuente: CONAGUA, Organismo de Cuenca del Valle de México. *Estadísticas de la región XIII*, año 2007.

Ejemplo dimensional de la problemática del costo del agua y su uso diverso, es como Sistemas de Aguas de la Ciudad de México (SACM) cobra aproximadamente una tarifa de \$6.00 el m<sup>3</sup> de agua o sea mil litros. En promedio un hogar en la misma ciudad consume de 36 a 40m<sup>3</sup> bimestrales (SACM, 2005). A diferencia, una empresa refresquera privada paga la misma tarifa de agua por metro cúbico a su operador, pero nos vende una bebida de 600 ml a \$8.00, lo cual evidencia un desigual manejo y uso de este elemento natural, así como lucro ejercido por privados.

### **3.4.3 Acuíferos en la Biorregión**

El subsuelo mexicano aloja gran número de acuíferos, que son fuentes de agua que funcionan a la vez como vasos de almacenamiento, redes de acueductos y “plantas” de tratamiento naturales, por su capacidad de filtrar por medio de sus rocas calizas y volcánicas las aguas superficiales hasta purificarlas.

La calidad y la cantidad del agua subterránea están estrechamente ligadas a la permeabilidad de los suelos. La transformación de las condiciones naturales en las zonas geológicas de transición y de montaña como en la SC, repercute en la disponibilidad de agua en las cuencas y acuíferos. El crecimiento urbano-metropolitano impide la infiltración y recarga de acuíferos, ya que substituye la cobertura natural por una capa impermeable de pavimento y edificios. Por otro lado, la ocupación urbana trae consigo el incremento de las fuentes de contaminación de agua de origen doméstico e industrial.

La importancia del agua subterránea es mayor en países como México con extensas regiones áridas, donde el subsuelo suele ser la principal y la única fuente permanente de agua. En el caso de la Biorregión, está conformada por tres acuíferos: Toluca, México y Cuernavaca, mismos que se extrapolan subterráneamente hacia sus respectivas Cuencas Hidrológicas.

#### **3.4.3.1 Acuífero de la ZMVM**

---

El acuífero de la ZMVM se encuentra ubicado en el sur poniente de la CVM, ocupa el 17% de la superficie de la esta cuenca de tipo endorreico. La ciudad y el acuífero están separados, en su mayor parte, por un acuitardo<sup>28</sup> arcilloso, su espesor es de aproximadamente 50 metros, el acuífero alcanza profundidades mayores a 800 metros; y en él se encuentran pozos con profundidades que oscilan entre 100 y 400 m (CONAGUA, 2009).

El acuífero de la ZMVM está constituido por 13 Delegaciones del DF y 7 municipios del EM, entre los que se encuentran las demarcaciones Coyoacán, Tlalpan, Xochimilco, Álvaro Obregón, Benito Juárez, Magdalena Contreras, Azcapotzalco, Cuajimalpa, Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Miguel hidalgo, Venustiano Carranza y los municipios de Atizapán de Zaragoza, Huixquilucan, Jilotzingo, Lerma, Naucalpan de Juárez, Tlalnepantla de Baz y Xonacatlan (CONAGUA, 2009)<sup>29</sup>.

El agua que se extrae del acuífero se utiliza principalmente para uso público-urbano, con un total de 448.499 mm<sup>3</sup> anuales. El segundo volumen más importante de extracción es para uso industrial con 49.419 mm<sup>3</sup> anuales; y el tercer uso en importancia es el comercial con 6.540 mm<sup>3</sup> anuales. De las 13 delegaciones que se incluyen dentro del acuífero, es Coyoacán donde se reporta el mayor volumen de extracción con 120.289 mm<sup>3</sup> anuales, y de los siete municipios contemplados en el acuífero el mayor volumen de extracción se presenta en el municipio de Naucalpan con una extracción de 32.530 mm<sup>3</sup> anuales. El volumen total de extracción para el acuífero de la ZMVM es de aproximadamente 507.364 M de m<sup>3</sup> anuales.

### **Entradas y salidas del acuífero**

Debido a que en el acuífero se encuentra un inmenso número de asentamientos humanos y vialidades, las posibles áreas en donde se podría tener una recarga natural se

---

<sup>28</sup> Es una formación geológica semipermeable, que conteniendo apreciables cantidades de agua la transmiten muy lentamente, por lo que no son aptos para el emplazamiento de captaciones de aguas subterráneas, sin embargo bajo condiciones especiales permiten una recarga vertical de otros acuíferos (<http://www.ingenierocivilinfo.com/2010/08>).

<sup>29</sup> CONAGUA, Actualización de la disponibilidad media anual de Agua subterráneas. Acuífero (0901) Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Publicada en el Diario Oficial de la Federación, 28 agosto de 2009.

encuentran cimentadas y pavimentadas, por lo que se considera crítica la infiltración natural hacia el acuífero, misma que se da fundamentalmente en la SC, Sierra del Ajusco –COBIO Chichinautzin - Tlaloc. Por otro lado, la recarga inducida se da ya sea por medio de pozos de inyección, o bien por áreas de riego, sin embargo dentro de este acuífero no se tienen pozos de inyección y son muy pequeñas las áreas de riego; estas se localizan principalmente en algunos municipios del EM, por lo cual no se considera que exista una recarga Inducida hacia el acuífero.

Las entradas, consistentes en flujos horizontales subterráneos, es de aproximadamente 279. 0 Mm<sup>3</sup>/año. Con respecto a las salidas de agua, entre los factores naturales y artificiales para determinarlas, están la evapotranspiración, descargas naturales, bombeo y los flujos subterráneos (UNAM, 1987)<sup>30</sup>. Debido que los niveles dentro del acuífero se encuentran a 20 metros de profundidad, así como la existencia de pavimentación en una gran área del acuífero, no se considera que existan salidas por evapotranspiración para el acuífero. La gran extracción que se tienen del agua subterránea ha ocasionado el descenso de niveles, así como la desaparición de manantiales. El bombeo es la única salida que se presenta en el acuífero, ya que se tienen reportados (desde 1990) un total de 830 aprovechamientos, en donde se incluyen pozos, norias y pozos combinados, con un volumen de extracción de 507.364 Mm<sup>3</sup> anuales. Finalmente, ya que la CVM es endorreica, no se presentan salidas naturales hacia otras cuencas.

### **3.4.3.2 Acuífero de la ZMVT**

El Valle de Toluca forma parte de la Cuenca Alta de la CRL junto con el Valle de Ixtlahuaca. Tiene un buen potencial de aguas subterráneas el cual ha sido mermado por la explotación de grandes volúmenes mediante pozos del sistema Lerma-Cutzamala el cual suministra agua a la ZMVM, así como por explotaciones locales para actividades industriales-urbanas. Las extracciones han rebasado la potencialidad de los acuíferos, que se reflejan en una disminución de recarga y formación de grietas en terrenos del Valle de Toluca.

---

<sup>30</sup> Estudio de Geología en el Valle de México con fines Geo hidrológicos; realizado a contrato en 1987 para CAVM por el Instituto de Geología de UNAM

Este acuífero se localiza en el EM, al sur del Altiplano Mexicano y cubre un área total aproximada de 2,738 km<sup>2</sup>. Los municipios comprendidos dentro del polígono del acuífero son: Almoloya de Juárez, Almoloya del Río, Atizapán, Calimaya, Capulhuac, Chapultepec, Iturbide, Huixquilucan, Jalatlaco, Jilotzingo, Joquicingo, Lerma, Naucalpan de Juárez, Metepec, Mexicalcingo, Ocoyoacac, Otzolotepec, Rayón, San Antonio la Isla, San Mateo Atenco, Temoaya, Tenango del Valle, Texcalyacac, Tianguistenco, Toluca, Xonacatlán y Zinacantepec, aunque en varios de estos municipios es de manera parcial (CONAGUA, 2009).

Existen 2 presas importantes que se alimentan de diversos ríos de la región y que contribuyen con la recarga del acuífero. Por un lado, la presa José Antonio Álzate, cuyo uso principal es el control de avenidas y almacenamiento para riego, cuenta con una capacidad de 35.3 mm<sup>3</sup>. Por el otro, la presa Ignacio Ramírez, es un embalse artificial que controla avenidas y canales de riego, se localiza en la porción noroccidental del Valle de Toluca, con 20.5 mm<sup>3</sup> de capacidad, se alimenta de los ríos Almoloya de Juárez, El Rosario y La Gavia, así como de los arroyos San Cristóbal y San Diego respectivamente. Las descargas de la presa Ignacio Ramírez prosiguen por la prolongación del cauce del río La Gavia hasta entroncar con el río Lerma.

El uso más importante del agua del Acuífero de Toluca es el suministro de agua potable para uso urbano mediante 403 pozos, cifra que incluye a los aprovechamientos de la ZMVT y Partes del DF; le siguen en importancia el uso agrícola con 205 pozos; el industrial con 155 aprovechamientos; servicios con 29 pozos y otros usos múltiples con 56 aprovechamientos. En total se tienen 848 pozos en operación, de los cuales 383 pozos son que su agua se distribuye para el sistema Lerma-Cutzamala (CONAGUA, 2009).

### **Entradas y salidas de agua**

Entre las entradas de agua al acuífero se encuentran por un lado, las de tipo vertical natural, consistentes en las precipitaciones, y por el otro, las de tipo subterráneo asociadas a la filtración de agua proveniente del Nevado de Toluca y la SC. Con respecto a las



salidas de agua, estas tienen que ver con las descargas naturales de los ríos y manantiales, así como por el principal factor: la extracción para usos urbanos, industriales y agrícolas. De acuerdo a Castro (2011) las metrópolis y megalópolis ocupan el segundo lugar en el consumo del agua y el uso doméstico representa en México el 14% del consumo total de agua. La agricultura consume el 76.8% , las termoeléctricas el 5,4% y la industria abastecida el 3.8%.

### **3.4.3.3 Acuífero de la ZMC**

El acuífero Cuernavaca colinda en la porción Norte con la CVM y CRL. Al Este y Sur colinda con los acuíferos de Cuautla-Yautepec y Zacatepec, respectivamente, ambos en el Estado de Morelos; al poniente colinda con la subcuenca del río Chalma en el EM. Los municipios que se incluyen en la zona acuífera de Cuernavaca son: Huitzilac, Cuernavaca, Emiliano Zapata, Jiutepec, Temixco, y la porción norte del municipio de Xochitepec y poniente de los municipios de Tepoztlán y Yautepec, todos en el Estado de Morelos. La zona norte de la región hidrogeológica incluye parcialmente los municipios de San Pedro Atlapulco, Ocuilán de Arteaga y Chalma del EM y las delegaciones de Milpa Alta y Tlalpan del DF.

Al igual que los climas, la precipitación pluvial que incide en el acuífero de Cuernavaca se ve influenciada por la topografía y relieve. Por lo anterior se tiene que en la porción alta de la región hidrogeológica comprendida por la SC y por la Sierra Ajusco-COBIO Chichinautzin se genera una precipitación del orden de 1,100 a 1,500 mm anuales. Las lluvias que inciden sobre el acuífero Cuernavaca inician durante el mes de mayo y terminan a finales del mes de octubre.

La SC y la sierra Ajusco-COBIO Chichinautzin son las principales zonas de recarga del acuífero. El desnivel de las sierras y el valle es de 2,490 m en una distancia aproximada de 30 km, lo que da lugar a una expresión geomorfológica de gran contraste. Las sierras descienden abruptamente hacia el Sur dando lugar a la formación de lomeríos ondulantes de depósitos aluviales del valle de Cuernavaca ubicado a 1,600 msnm (CONAGUA, 2009).

Durante las últimas dos décadas, el acuífero Cuernavaca ha mostrado un acelerado desarrollo urbano, industrial y servicios actividades que han generado importantes demandas de agua. A fines de la década de los 70 y principios de los 80 se elaboran y ejecutan estudios para un mejor conocimiento geo hidrológico, con el objetivo principal de determinar su funcionamiento hidráulico y disponibilidad de agua subterránea y con base en ello establecer normas y criterios para un manejo racional del acuífero. En años recientes y debido al creciente desarrollo, los usuarios del uso industrial y de servicios ya establecidos están solicitando incrementos de agua como complemento al aumento de producción o la diversificación de sus servicios. Además, el incremento de la población, demanda nuevas fuentes de abastecimiento de agua como apoyo de las ya existentes.

Caso contrario al desarrollo urbano e industrial ha sido la disminución de las actividades agrícolas, debido principalmente porque las zonas urbanas compiten por espacio con las primeras, generando un cambio progresivo del uso de suelo y como consecuencia del uso del agua. Entre las actividades agrícolas que se han desarrollado se encuentra la creciente instalación de viveros o invernaderos, que progresivamente contribuyen con la demanda de flores y plantas para su venta a centros de población locales y mercados circunvecinos, aprovechando las bondades del clima del valle de Cuernavaca.

La zona conurbada de Cuernavaca, Jiutepec, Temixco y Emiliano Zapata concentra la mayor densidad de pozos del acuífero y del estado. En el caso particular de la zona ubicada entre Cuernavaca y Jiutepec, se presenta permanentemente un cono de abatimiento local, con niveles de 40 metros por debajo del nivel estático, que ha dado como resultado que en los últimos tiempos algunos usuarios de la zona han solicitado la reposición de pozos profundos por el abatimiento y niveles piezométricos que se presentan (CONAGUA, 2009).

Un aspecto importante es la continua degradación en la calidad del agua del acuífero, debido a que se descargan aguas residuales domésticas y municipales sin tratamiento en arroyos y ríos, que debido a la alta vulnerabilidad de los materiales en que van circulando, infiltran y alteran la calidad del agua subterránea. En algunos pozos de la porción sur del

valle de Cuernavaca, se han identificado concentraciones de nitratos que superan los límites permisibles de acuerdo con las normas oficiales mexicanas establecidas. Uno de los programas prioritarios a ejecutar en el acuífero, que se puede extrapolar al resto del estado y porción alta de la Región Balsas, es continuar con el proceso de manejo y ordenamiento de las cuencas hidrológicas y de acuíferos, planteando acciones tendientes a resolver el problema de la contaminación, eliminar el desequilibrio hidrológico, inducir la conservación, la protección y el aprovechamiento del suelo, el agua, bosques, contribuyendo de esta manera a restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente.

### **Fuentes de abastecimiento**

De acuerdo a la SAHR (1981)<sup>31</sup> en el acuífero de Cuernavaca se reportan un total de 44 pozos profundos, de los cuales se extrae un caudal de 883 lps. Para el año de 1980-1981, este mismo trabajo, define que se extraen por bombeo un total de 50.2 millones de m<sup>3</sup> al año.

En el valle de Cuernavaca existen únicamente cuatro norias que son utilizadas para extraer aguas del subsuelo en forma importante o significativa, dos pertenecientes al Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Cuernavaca (Ocotepc y Chapultepec II), una perteneciente al Sistema de Agua Potable de Jiutepec (Cuauchiles) y una más perteneciente al Sistema Local de Agua Potable de Tejalpa (Ojo de Agua). A través de manantiales, se genera una descarga natural del orden de los 175.2 millones de m<sup>3</sup> al año (CONAGUA, 2009).

Durante el censo de aprovechamientos realizado a finales del año de 1997, se registró un total de 328 pozos profundos (incluyendo cuatro norias), de los cuales 23 se utilizan para uso agrícola, 35 para uso industrial, 16 para uso doméstico, 2 para usos múltiples, 217 para uso público urbano (incluyendo las cuatro norias mencionadas anteriormente) y 35 para uso de servicios. Todos estos aprovechamientos extraen un caudal combinado de 6.69

---

<sup>31</sup> TACSA, 1981, Estudio geo hidrológico preliminar del valle de Cuernavaca, en el estado de Morelos, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).

m<sup>3</sup>/s y que equivale a un volumen anual de 120.757 millones de m<sup>3</sup>, de los cuales el 85.1% son para uso público urbano, 9.2% es para uso industrial y el restante 5.7 se distribuye en los usos de servicios, agrícola, doméstico y múltiple.

En el caso de los manantiales, existen aproximadamente 42 manantiales de los que se obtiene desde 2 lps a casi 1,500 lps, que suman un caudal total de 5.605 m<sup>3</sup>/s, lo que representa un volumen anual de 175.237 millones de m<sup>3</sup>. Originalmente la mayoría de estos manantiales se utilizaban para uso agrícola y abastecimiento a poblaciones (público urbano), progresivamente el crecimiento urbano está ganando participación en el uso del agua de estos manantiales. Le sigue el uso público urbano con un caudal de 1.125 m<sup>3</sup>/s, que consume un total de 33.956 millones de m<sup>3</sup> al año (19.3%). El 2.5% restante de las descargas de manantiales se utiliza para uso industrial con una toma de 60 lps y volumen anual de 1.892 millones de m<sup>3</sup> y uso de servicios con dos tomas con caudal de 14 lps y volumen anual de 0.441 millones de m<sup>3</sup>.

La extracción por pozos profundos representa el 40.7% del uso del agua subterránea del Acuífero Cuernavaca, mientras que los manantiales representan el 59.2%. La tendencia de la extracción a través de pozos profundos se incrementa día con día; para el año de 1970 representaba el 4.5% de agua subterránea utilizada en el acuífero, para el año 1980 representaba el 20.2% y para el año de 1998 se incrementó a 40.7% (CONAGUA, 2009).

### **Entradas y salidas**

Las entradas de agua al acuífero de Cuernavaca se dividen en: flujos horizontales, recargas naturales, infiltración en cauces, infiltración por riego, y recarga inducida. Tienen su origen en la zona de recarga del COBIO Chichinautzin-Tlaloc y SC. Estas zonas están formadas principalmente por roca basáltica fracturada con una alta permeabilidad. La precipitación media anual en la zona de recarga se considera del orden de 1,500 mm lo que arroja un volumen anual precipitado de 893.5 millones de m<sup>3</sup>.

El volumen de entradas al acuífero estimado es de 303.8 millones de m<sup>3</sup>. Por otra parte, la filtración vertical en los 400.3 km<sup>2</sup> de la zona acuífera de Cuernavaca a causa de la precipitación, genera una recarga anual estimada de 56.6 millones de m<sup>3</sup>. Los ríos que cruzan el valle de Cuernavaca normalmente drenan el agua almacenada en las formaciones donde están labrados lo cual origina un flujo base calculado en 8 millones de m<sup>3</sup>. Este flujo base se ha incrementado paulatinamente en 25.1 millones de m<sup>3</sup> debido a los retornos agrícolas y a la descarga de aguas residuales urbanas.

La infiltración por riego, consistente en los valles de los ríos Salado, Agua Dulce, Bajo Apatlaco y manantiales Las Fuentes y Chapultepec entre otros, por su alto uso de agua y la permeabilidad del suelo, se estimó en una infiltración por riego de 22.5 millones de m<sup>3</sup>. Por su parte, la recarga inducida se puede generar a través de las pérdidas por fuga en las redes de agua potable y alcantarillado de la ZMC y poblados periféricos. Esta se puede estimar con un factor del 10 % del volumen anual utilizado en el valle que es de 120.7 millones de m<sup>3</sup>, por lo que la recarga inducida se limita a 12 millones de m<sup>3</sup> al año (CONAGUA, 2009).

Con respecto a las salidas de agua, se encuentran la evapotranspiración, descargas de los escurrimientos, bombeo y flujos subterráneos. Debido a que los niveles estáticos se encuentran a profundidades mayores de 10 metros en la mayor parte del acuífero Cuernavaca, se puede definir que la evapotranspiración se limita únicamente a zonas de los manantiales. Por su parte, la descarga a través de manantiales ubicados en el acuífero Cuernavaca, los cuales generan un volumen anual de 175.2 millones de m<sup>3</sup>.

La extracción por bombeo consiste en pozos profundos y norias que se localizan en el valle de Cuernavaca que en conjunto tienen un volumen concesionado de 180.5 millones de m<sup>3</sup>. Los flujos subterráneos se generan a través de las partes del subsuelo de los ríos Tetlama, Apatlaco y Dulce arroja un volumen del orden de los 39.3 millones de m<sup>3</sup> anuales. El total de la suma de las salidas, resulta del orden de los 395.0 millones de m<sup>3</sup> anuales (CONAGUA, 2009).

### 3.4.4 Esgurrimientos en la Biorregión

De acuerdo a nuestro SIG, en la SC existen poco más de 60 escurrimientos en la Sierra que alimentan a cerca de 36 cuerpos de agua (muchos de ellos artificiales y de pequeñas dimensiones). A su vez, estos surten del vital líquido a centenares de poblaciones ubicadas al interior y fuera de la Biorregión (incluidas las zonas metropolitanas). Entre los principales ríos que poseen caudales permanentes y volúmenes significativos de agua en la Sierra que bajan a las metrópolis se encuentran:

---

- En la ZMVM: Río Magdalena, Río Borracho, Río Los Remedios, Río Hondo, Cuautitlán, Tlalnepantla, los cuales aportan cerca del 3% del agua que se consume en el área metropolitana, y que descargan sus aguas a las presas Iturbide, Taxhimay, Guadalupe, Madín entre otras (Barrera, 2012a). El resto lo aportan el sistema Cutzamala (que es agua traída de otras cuencas) con aproximadamente 25%, y por medio de la extracción de agua del acuífero, que representa cerca del 72% (CONAGUA, 2009).
- En el caso de la ZMVT, los principales ríos son: Lerma, San Felipe, Temascaltepec, Sultepec, Tejalpa, La Asunción, La Venta y San Juan del Río, entre otros, que descargan sus aguas en las presas Danxhó, Ignacio Ramírez y Antonio Álzate (Barrera, 2012a). Cifras de la Comisión de Agua del EM (CAEM) indican que en la entidad mexiquense se aprovechan 2 millones 641 mil m<sup>3</sup>, de éstos, 58.59 por ciento, es decir un más de un millón y medio de metros cúbicos (41.41 por ciento) son extraídos del acuífero y un millón más de m<sup>3</sup> son de origen superficial por medio de ríos<sup>32</sup> (CAEM, 2005).
- La ZMC posee ligeros escurrimientos intermitentes provenientes de las SC y del COBIO-Chichinautzin, escurrimientos que bajan hacia la CRB (Barrera, 2012a). El agua que se consume en la metrópoli proviene principalmente de la extracción del acuífero (CONAGUA, 2009).

---

<sup>32</sup> Milenio Diario Online, Habrá programa para rescatar ríos en la ZMVM, 2010-06-17, El Tema

#### **3.4.4.1 Santuario del Agua**

El 12 de mayo de 2006 se decreta como Santuario del Agua con sus diferentes Subcuencas Tributarias la del Rio Mayorazgo–Temoaya<sup>33</sup>, y su reafirmación el 08 de febrero de 2007 como patrimonio ecológico del EM. Asimismo, con dicho decreto, se le asignó una zonificación especial para el aprovechamiento de sus “recursos” naturales. La Subcuenca Tributaria Rio Mayorazgo–Temoaya se ubica dentro de la CRL. Se extiende sobre porciones del territorio de los municipios de Oztolotepec, Temoaya, Xonacatlan, Lerma, Jilotzingo, Isidro Fabela y Nicolás Romero del EM.

Esta área comprende zonas forestales, pastizales, matorrales de uso agropecuario, afluentes, manantiales, barrancas y cañadas ubicadas al interior de la Sierra. En sus partes bajas, se encuentran Centros de Investigación agrícola y acuícola, así como poblaciones que son periféricas a la ZMVT.

#### **3.4.5 Problemáticas**

El deterioro ambiental que implica la construcción de megaproyectos de presas y sistemas de suministro como el Sistema Cutzamala (sin olvidar proyectos carreteros, residenciales-habitacionales, etc.), la extracción de agua por medio de construcción de pozos y redes de infraestructura, afecta a toda la sociedad en su conjunto, ya que los graves daños se dan a un nivel ecosistémico. El deterioro de las cuencas hidrológicas, por la obstrucción de la recarga de los mantos acuíferos, a causa del crecimiento urbano y sus edificaciones cimentadas, vialidades pavimentadas; por las alteraciones climáticas globales; la destrucción de la biodiversidad y la expansión desmesurada de las metrópolis, sin soslayar la descomposición social-cultural en las comunidades en donde se extraen sus elementos naturales de manera indiscriminada, derivan en un desequilibrio ecológico.

---

<sup>33</sup> Gaceta del Gobierno del Estado de México, 29 enero de 2008. Programa de conservación y Manejo del Parque Estatal denominado “Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Rio Mayorazgo-Temoaya”.

En el caso de los proyectos de infraestructura hidráulica, la lógica de represar los ríos para satisfacer cuestiones meramente económicas o hacer sistemas de suministro altamente costosos tiene consecuencias socioculturales y ambientales. La mayoría de las veces, el proceso de planeación y ejecución de proyectos de infraestructura hídrica, se sustenta en endeudar al pueblo (incluso habitantes de regiones que ni siquiera se encuentran cercanas a las cuencas donde se lleva a cabo el proyecto), ya que se convierten en una carga financiera para el país, al acobijarse dentro de un instrumento federal, como ejemplo, los PIDIREGAS<sup>34</sup>.

Es en este contexto, que una batalla por un río o por el reparto equitativo de un bien común como es el agua llega a levantar dudas sobre el sentido de todo un sistema hidráulico que satisface a los que más tienen. Lo que se debe retomar en consideración es que hay derechos humanos en juego, hay prioridades, y debe haber otra forma de gestionar el agua y la energía; una forma respetuosa con el medio ambiente, con las personas, su cultura y con el derecho de las próximas generaciones a satisfacer igualmente sus futuras necesidades vitales.

A su vez, el servicio elitista que en México se representa por medio de una geografía con disponibilidad de agua limitada, polarizada, y que en muchos de los casos suele suministrar agua proveniente de otras ubicaciones geográficas (Cuencas) a consumidores que pagan por este elemento natural un costo relativamente bajo (subsidiado) no acorde al proceso de trabajo invertido, deriva en conflictos socioambientales.

---

<sup>34</sup> Los Proyectos de inversión con impacto diferido en el registro de gasto (PIDIREGAS) son utilizados por el gobierno federal para financiar las infraestructuras del sector energético. En 2009 se encuentran bajo el esquema de inversión financiada directa 199 proyectos plenamente identificados; 36 para Pemex y 163 para la Comisión Federal de Electricidad. Según las cifras oficiales y de acuerdo con el horizonte de amortización de los PIDIREGAS y las metas programadas, se vislumbran mayores presiones de recursos fiscales para los próximos 13 años por un monto promedio anual de 224 mil 854.4 millones de pesos de 2006, equivalente a 2.6 por ciento medido como proporción del PIB para este año. Asimismo el Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (CEFP) de la Cámara de Diputados advirtió que se requerirá un 1 574 000 000 000 (1 billón 574 mil millones de pesos) para cubrir el pago de amortizaciones e intereses de PIDIREGAS, en los próximos dos periodos sexenales, es decir, casi la décima parte del Producto Interno Bruto Nacional en 2009 (CEFP, Cámara de Diputados, 2009).



La escasez del vital líquido en ciertas regiones en donde ambientalmente no debería haberla (como en poblaciones de la Sierra o las poblaciones Mazahuas<sup>35</sup> a las que se les ha robado agua, como en el caso del Sistema Cutzamala, que sobreexplota desmedidamente las presas Villa Victoria o Valle de Bravo; las inundaciones a causa de las escorrentías y cada vez menos espacios de permeabilidad a causa de las urbanización; la contaminación de ríos y manantiales debido a que se vierten aguas domesticas e industriales; la falta de infraestructura de *drenaje* y saneamiento, son algunas de las problemáticas hidrográficas que se presentan en diversas poblaciones de la Sierra.

**DRENAJE:**

El sistema de drenaje se ubica principalmente en localidades que son cabeceras municipales o en poblaciones cercanas a estas. Muchas veces es a cielo abierto, y es canalizado hacia barrancas principalmente. La mayoría de las poblaciones enclavadas al interior de la Sierra no cuenta con este tipo de infraestructura, por lo que las aguas domesticas son descargadas a los ríos o a las calles, aunque también se utilizan letrinas.

El drenaje, al no tener una infraestructura adecuada que permita canalizarlo e incluso, sanear este tipo de descargas, se vuelven un factor de contaminación de suelo, agua y aire.

Aunado a esto, y no menos importante, los diversos procesos de deforestación, son sin duda uno de los factores más preocupantes, ya que en la medida en que perdemos bosques, la recarga de agua es menor, y es la escasez, una de las principales problemáticas, no solo sociales sino también ambientales, al repercutir totalmente en la biodiversidad.

---

<sup>35</sup> Fue la carencia de agua lo que llevó a las mujeres mazahuas a declararse en rebelión. Desde la década de los 80s, cuando el Sistema Cutzamala comenzó a operar y suministrar agua a la Ciudad de México y la zona conurbada hasta el 2004 que las mujeres no aguantaron más la injusticia social y ambiental que les ha traído los emprendimientos hidráulicos realizados en su territorio. Lo que ha significado a su vez, contaminación y escasez creciente de los lugares donde se abastecen y, con ello, la desesperación de no tener agua potable y de haber perdido la flora y fauna que era el sustento de las comunidades aledañas al Cutzamala y al río Malacatepec ocasionando la migración de su población a las grandes ciudades (Enciso, 2010)..

La escasez de agua en la Sierra, repercute totalmente en la megalópolis. En poblaciones ubicadas en municipios como Jiquipilco<sup>36</sup>, Huixquilucan<sup>37</sup>, Naucalpan<sup>38</sup>, Ocoyoacac<sup>39</sup>, Lerma<sup>40</sup>, resiente cada vez más los problemas de escasez y *contaminación del agua*, en gran parte, por el crecimiento de las localidades y de actividades económicas perjudiciales para el ambiente como el transporte, vulcanizadoras, autoservicios-mecánicos, gasolineras, centros de abastos, etc. que no solo consumen agua, sino que sus desperdicios van a dar a los ríos y manantiales. Esto aunado con los PI de la megalópolis los cuales requieren de grandes cantidades del líquido, han ido paulatinamente agotando las fuentes naturales en la Sierra.

---

**CONTAMINACION DEL AGUA:**

En la actualidad de los muchos ríos que presentan niveles de contaminación, destacan Verdiguél, Zarco, Los Remedios, Cuautitlán, Los Ajolotes, Lerma que representan un serio problema para los habitantes por donde fluyen sus aguas, debido al alto grado de contaminación que presentan. El caso del río Lerma y Los Remedios, son evidentes, y en ellos convergen una buena cantidad de los afluentes de otros ríos, atraviesan zonas urbanas donde hay usos habitacional e industrial que han vuelto crítica la situación por la cantidad de químicos y metales pesados que nos solo afectan el agua, también suelo y aire. El primero alcanza niveles alarmantes de contaminación debido a que los valores de demanda química de oxígeno se encuentran por encima de 300 mg/litro (Periódico Milenio, 2009-10-22, Edomex, Las descargas de Toluca al Lerma lo contaminan más). En el caso de Los Remedios, el alto nivel de contaminación del agua por las numerosas descargas residuales que se incorporan en su trayecto, las cuales contienen una concentración importante de sustancias nocivas como metales pesados, solventes, ácidos, grasas y aceites, entre otros, han vuelto crítica su situación. Asimismo, tanto las fisuras de los drenajes de las metrópolis por el hundimiento, y la filtración del agua de los canales a cielo abierto al subsuelo, han sido factores de contaminación de los acuíferos.

---

**Río de Los Remedios (ZMVM) y Río Lerma (ZMVT)**

---

<sup>36</sup> “Escasez de agua en Jiquipilco”, archivado en mar 9, 2010 15:17 por Sonia Alejandro Vilchis, tomado en: <http://www.asisucedo.com.mx/2010/03/09>.

<sup>37</sup> Periódico *El Universal*, 10 de Mayo 2010, “Denuncian ecocidio en bosques de Huixquilucan”.

<sup>38</sup> Periódico *El Universal*, 22 de septiembre 2009, “Vecinos exigen agua en Naucalpan”.

<sup>39</sup> “Ocoyoacac, y el largo conflicto del agua en la cuenca alta del Río Lerma”, 09 marzo 2011, en: <http://www.saboteamos.info/2011/03/09/>

<sup>40</sup> Periódico *El Universal*, 13 de marzo 2012, “Por falta de agua bloquen acceso a palacio municipal”



Fuente: Archivo personal

---

Por su parte, la extracción de agua proveniente de los mantos acuíferos junto con el desarrollo de obras para proteger a la ciudad de las inundaciones, han provocado la desecación de las zonas lacustres de la CVM y CRL, al producir el abatimiento de los niveles piezométricos, induciendo con ello hundimientos del terreno, principalmente en las partes urbanas (donde se registran los mayores hundimientos).

La extracción de agua en las subcuencas y subregiones que comprenden a la SC, y que a su vez, están geohidrológicamente ligadas a sus respectivas cuencas, inciden en las pérdidas de presión del acuífero lo que a su vez provoca que se extiendan hacia la ciudad y conduzcan a hundimientos mayores en las zonas urbanas. Dichos hundimientos representan un peligro potencial para la calidad del agua subterránea. La pérdida de humedad genera el agrietamiento de la formación arcillosa superior, lo cual puede servir de conducto al agua contaminada de la superficie hacia la capa dura que está en contacto directo con los acuíferos (CONAGUA, 2009).

### **3.5 Actividad agropecuaria**

La agricultura es el conjunto de técnicas y conocimientos para cultivar la tierra. Dentro de ella se engloban los diferentes trabajos de tratamiento del suelo y los cultivos de vegetales, pero también crianza de animales como vacas, cerdos, borregos, etc. Comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforman el ambiente, con el fin de hacerlo más apto para el crecimiento de las siembras. Esta actividad se remonta a los años 8500 a 7000 a.c, específicamente a la etapa neolítica, en la cual el hombre deja de ser nómada para volverse sedentario, derivado del desarrollo de prácticas de cultivo y crianza de animales,

lo cual permitió producir sus propios satisfactores y generar excedente, mismo que era comercializado o intercambiado (Marx, C., y Hobsbawn, E. (1857-1858) 1971).

De acuerdo Life Sinergia (2006)<sup>41</sup>, la agricultura se puede definir como la actividad que ejerce el hombre haciendo uso deliberado de la tierra para extraer bienes del subsuelo gracias al aprovechamiento de la energía solar. Pese a que es una actividad de producción de alimentos que trabaja con insumos naturales como la tierra y agua, ha quedado demostrado que es susceptible de provocar daños al ambiente, su potencial dañino es incluso superior, cuando se le agregan elementos artificiales-químicos para los procesos de cultivo. La tierra, al ser el elemento fundamental para los sistemas de producción agrícolas, posee importantes características y funciones ambientales, entre las que destacan: Funge como plataformas natural para el desarrollo de la biodiversidad; constituye una reserva genética; influye en el intercambio y captación de radiación; regula los ciclos hidrológicos de los ecosistemas; almacena y transforma nutrientes; es fuente y sumidero del dióxido de carbono y metano; es fuente de nitrógeno; ejerce de barrera, filtro, transformador y almacén de sustancias contaminantes; constituye la base de la producción de alimentos.

En el caso de la Sierra, pese a que los NA posen más del 80 % de la superficie birregional, la pérdida de áreas boscosas, la contaminación generada por la inserción de infraestructuras, maquinarias e insumos para la producción agrícola (Barrera, 2012), conlleva un deterioro de los elementos naturales de una u otra forma, ya sea por la saturación de los suelos que provocan salinización, el uso de tractores que escurren lubricantes, por el uso de fertilizantes químicos y su filtración de sustancias hacia el subsuelo y acuíferos, por la sobreexplotación de la naturaleza en general (Schoijet, 2008).

Asimismo, hemos diferenciado dentro del subsistema actividad agropecuaria, tanto la campesina practicada por los grupos indígenas otomíes bajo el régimen de tenencia agrario, así como otro tipo de agricultura más tecnificada y con mayores apoyos

---

<sup>41</sup> El Proyecto Life Sinergia es un instrumento financiero comunitario diseñado a partir de 1992, dedicado exclusivamente al desarrollo, aplicación y mejora de la política y legislación de la Unión Europea en materia de Medio Ambiente. Entre sus documentos citamos en este trabajo: *Producción respetuosa con el medio ambiente en viticultura*, 2006, elaborado por el gobierno de la Rioja (España) y la Comisión Europea para el Medio Ambiente.

económicos asociada a prácticas privadas y muchas veces extensivas en términos de superficie, para realizar cultivos comerciales o crianza de animales.

### **3.5 1 Agricultura indígena campesina**

En el planeta, una buena parte de la extensión no dominada por la agricultura moderna se halla ocupada por bosques. Estos han sido ocupados durante milenios por comunidades indígenas que han construido en ellos culturas adaptativas de una gran eficacia (Maya, 1997). Podríamos decir, en el caso de la Sierra, que la agricultura es practicada por formas de organización fundamentalmente indígenas, más que campesinas, como comenta Mauricio (indígena otomí): “a los campesinos los mato el gobierno de Carlos Salinas, ya no existen campesinos... lo que somos es indígenas peleando por nuestro territorio”, debido a la disminución de apoyos al campo, a las políticas neoliberales, al diseño de instrumentos y mecanismos de privatización de las tierras, estas últimas obtenidas como logro de la Revolución Zapatista de 1910, y que en el caso de la SC, las dotaciones o repartos agrarios comenzaron a partir de 1919 con el ejido Santa María Magdalena Cahuacán (Barrera, 2012).

La agricultura indígena, al ser una actividad de producción de alimentos que requiere insumos naturales como la tierra, el agua, nitrógeno, fósforo, calcio, etc., también es un factor emisor (en pequeñas cantidades) de CO<sup>2</sup> a la atmósfera (Sarukhán y otros, 2009). En la Biorregión, esta actividad indígena realizada por las comunidades agrarias se ha visto cada vez más mermada por las políticas neoliberales que han diseñado diversos instrumentos y mecanismos para desaparecerlas e integrarlas a las relaciones sociales de producción capitalistas, así como para apropiarse de la naturaleza de las culturas autóctonas. A diferencia de las formas agroindustriales privadas capitalistas, la *agricultura indígena-campesina* ha mantenido dentro de sus sistemas productivos, el uso de técnicas y materias naturales que no son tan agresivos ambientalmente, al grado que un terreno puede ser aprovechado una y otra vez (dejándolo reposar) para el cultivo de diversas especies, sin que se agote la tierra.

**AGRICULTURA CAMPESINA:**

La actividad agrícola realizada por los indígenas en la Sierra se remonta a cientos de años. Esta práctica ha permitido el desarrollo sociocultural de las comunidades, pero también ha mantenido estables los ciclos de vida y reproducción de la naturaleza en la SC. Entre los principales cultivos que se realizan, bajo el régimen de tenencia de la tierra ejidal y comunal, se encuentran la producción de maíz, avena, papa principalmente para autoconsumo; también siembran, en menor cantidad, frijol, chile, trigo, alfalfa, cebada, calabaza, haba entre otros. El cultivo del maguey para la elaboración de pulque, bebida tradicional en muchas de las poblaciones ha disminuido drásticamente, al grado que la producción artesanal de esta bebida ha desaparecido en varias comunidades de la Sierra. Los cultivos se realizan con técnicas y herramientas tradicionales bajo condiciones climáticas muchas veces adversas por la altitud superior a los 3000 msnm. Asimismo, se crían diversos animales como becerros, ovejas, vacas, gallinas, conejos, guajolotes en pequeño número, que en su mayoría son para autoconsumo, aunque también se intercambian con vecinos. En ciertas partes se practica la piscicultura que es una actividad turística-comercial.

Evidentemente, que los sistemas productivos indígenas también implican en muchos de los casos, consumo de importantes volúmenes de agua, misma que es canalizada por brechas, lo cual incide en la disminución de los caudales. Asimismo, el cultivo de especies como maguey, haba, maíz, papa, al ser monocultivos, requieren de importantes cantidades de luz solar, lo cual implica la remoción de árboles y por ende la disminución de biodiversidad. La madera es aprovechada por las comunidades como materia leñosa, aunque los efectos ecológicos por la pérdida de especies arbóreas resultan significativos, debido que influye en un aumento de luz solar sobre el suelo y en una mayor evaporación de humedad, así como erosión.

En relación a las técnicas y prácticas para realizar el cultivo o cría de especies vegetales y animales para su consumo, estas se asocian a formas de organización social tradicionales en donde el conocimiento heredado, el respeto a la naturaleza, el manejo de técnicas elementales forman parte de sus sistemas productivos de autosubsistencia. Debido a que sus utensilios y materias utilizadas en los ciclos reproductivos de las poblaciones provienen de la naturaleza, su desecho no implica un deterioro significativo. En la cuestión económica, muchos de sus excedentes suelen ser comercializados e intercambiados con poblaciones vecinas. Asimismo, varias comunidades se han acercado a los gobiernos locales y estatales para ser partícipes en los programas de apoyos al campo.

Desde 1995, la crisis económica, los recortes presupuestarios y la inflación han afectado a los sistemas de apoyo universales directos. Estos apoyos no lograron sustituir íntegramente a los subsidios de precios extraordinarios de los productos comercializados exigidos por los grupos económicos más poderosos y políticamente influyentes. El

sistema de financiamiento público rural, fue desmantelado para ser reorganizado, pero su burocracia no e intereses políticos-partidistas no lo han permitido (Warman A., 2002<sup>42</sup>).

### 3.5.2 Actividad agroindustrial

Hasta mediados del siglo XX, la producción agrícola se practicaba de forma casi natural, por medio de técnicas asociadas a prácticas culturales indígenas que no se habían modificado mucho desde el neolítico. Es precisamente en la mitad del siglo pasado con la denominada Revolución Verde, cuando la innovación tecnológica traducida en fertilizantes químicos, pesticidas y el mejoramiento de las semillas, brindaba una producción agrícola mayor (Schoijet, 1992; Maya, 1997). Pero también, mayor ha sido el riesgo en términos ambientales por la utilización de químicos como el DDT<sup>43</sup> (el cual ya no está en uso), amoniaco, ácido nítrico, en ocasiones derivados de ácido sulfúrico y algunos derivados del petróleo.

Con el incremento poblacional el problema ambiental también se nutre de la cuestión agrícola, es decir, la demanda de más alimento requiere por un lado, la inserción de tecnologías que son la base de la *agricultura de tipo industrial*, y por el otro, la ampliación de la frontera agrícola, lo cual significa la remoción de importantes coberturas forestales para intensificar sobre la tierra la producción. De este modo, la agricultura intensiva sustentada en la tecnificación, ha logrado un aumento cuantitativo de la producción, sin embargo, se le ha hecho trabajar más a la tierra, así como se ha valido del uso de fertilizantes y pesticidas químicos. Con ello se ha podido duplicar las cosechas, aumentar la

---

**42** Arturo Warman, 2002. *La reforma agraria mexicana: una visión de largo plazo*, consultado en: <http://www.fao.org>.

<sup>43</sup> El DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano) es un compuesto organoclorado utilizado en los insecticidas. Es muy soluble en las grasa y en disolventes orgánicos, y prácticamente insoluble en agua. Fue utilizado con intensidad a mitad de siglo XX como insecticida pero en ese mismo periodo Rachel Carson dio a conocer los efectos ambientales de su uso, ya que alegaba que este compuesto se acumulaba en las cadenas tróficas contaminación de los alimentos y el agua.

biomasa de las semillas y disminuir las pérdidas económicas, aunque el costo ambiental ha sido elevado; es el triunfo de la Revolución Verde (Maya, 1997; Schoijet, 2011).

**AGRICULTURA INDUSTRIALIZADA:**

Existen diversas organizaciones privadas en la Sierra que se han visto beneficiadas por los proyectos hidráulicos de presas realizados (principalmente en el Valle de Toluca) que han ido ganándole terreno a las actividades campesinas de montaña. Además el PROCEDE como un instrumento de privatización del ejido, ha permitido la incursión apropiación de tierras agrarias mismas que son utilizadas para cultivos principalmente forrajeros, así como para las actividades pecuarias. Muchos de estos productores, están inscritos al PROCAMPO, de donde obtienen apoyos consistentes en semillas mejoradas, financiamiento para maquinaria, así como fertilizantes químicos.

El problema alimentario moderno no es la producción bruta, sino que reside más bien en las formas sociales de la producción de alimentos. La gigantesca producción de alimentos no alcanza a satisfacer las necesidades básicas de una gran parte de la población mundial, principalmente la ubicada por debajo del Trópico de Cáncer. Esto se aclara si se comprende no tanto la distribución de los productos alimenticios sino principalmente la estructura social de la producción moderna, y los límites ambientales de la misma (Maya, 1997). Asimismo, las prácticas industriales-capitalistas en este sector, ha generado la proliferación de especies altamente resistentes con capacidad de devastar los cultivos que no están “protegidos por los químicos” como en los casos de los sistemas productivos comunitarios, los cuales quedan vulnerables.

En la Sierra, la agricultura tecnificada está dirigida, en una buena parte, para la producción de alfalfa, avena forrajera, papa, haba, soya entre otras. La actividad pecuaria desarrollada fundamentalmente en diversas zonas a pie de monte, ha ido acrecentándose en diversos municipios que conforman la Biorregión.

**Cultivos de alfalfa y avena en Xalatlaco y cría de ganado en Ocuilan**





Fuente: Archivo personal

La rentabilidad económica de la ganadería, tanto en inversión de fuerza de trabajo como en el valor de la producción (Dolores, 1992), son razones por las que se está desarrollando esta actividad, y que en diversas partes del país su efectos son visibles en la pérdida de cobertura forestal, compactación y erosión del suelo de los ecosistemas de selvas y bosques.

### **3.5.3 Deterioro ambiental por actividades agropecuarias**

Las tecnologías incorporadas en los cultivos como fertilizantes o insecticidas, conllevan un daño significativo hacia los elementos naturales como agua y tierra. Se puede decir que hay un deterioro ambiental, cuando alguno de sus componentes del ambiente sufre una alteración causada por una acción o actividad humana (Gómez, 2003).

Las actividades agrícolas y ganaderas afectan a determinados ecosistemas, en mayor o menor grado, por las formas de organización social y sus relaciones con sus ambientes, así como por la tecnología que se utiliza. Definitivamente que la formas de organización social comunitaria mantienen relaciones físicas y subjetivas de mayor respeto y cuidado de sus ambientes, a diferencia de las relaciones sociales de producción capitalistas extendidas sobre los ecosistemas. En estas últimas, las relaciones ecológicas son endeble y frágiles, porque muchos de los individuos que las llevan a cabo, no han nacido en la tierra que están trabajando y capitalizando, por lo que desconocen el tejido de nichos ecológicos que constituyen al ecosistema. Desde la perspectiva de redes, los elementos naturales

abióticos y bióticos, los organismos vivos y sus nichos ecológicos están ligados por medio de redes que al ser cortadas o eliminadas ponen en riesgo la estructura del sistema.

Asimismo, los insumos varían de acuerdo a las necesidades de producción. Mientras que los sistemas productivos de las culturas indígenas de la Sierra están encaminados a satisfacer de alimento a un cierto número de población, y al conocer los ciclos de reproducción de la naturaleza, evitan el estrés de la naturaleza, dejándola descansar sin agotar la tierra.

Por su parte, en las formas agroindustriales capitalistas, la tecnificación implica la inserción de maquinaria, semillas mejoradas, fertilizantes, plaguicidas para acrecentar la producción, no dejando descansar la tierra, contaminando el suelo y agua de químicos, fortaleciendo a ciertas especies de insectos denominadas “plagas” al modificar las leyes de asociación vegetal (Maya, 1997), lo cual no solo afecta a los elementos naturales, sino incide en las relaciones ecológicas de la Sierra.

De acuerdo a Life Sinergia (2006) la actividad agrícola y ganadera tiene efectos en los ecosistemas de distintas maneras: Aniquilación indistinta de “plagas” y otros animales beneficiosos para los ciclos de vida de la tierra y las plantas, así como aumento en la resistencia de ciertos organismos a los químicos empleados; contaminación de suelos; agotamiento y pérdida de materia orgánica y nutrientes; disminución de la vitalidad de la tierra; erosión, compactación, pérdida de retención hídrica, y salinización; desaparición de flora y fauna por el uso de herbicidas residuales; empobrecimiento de la capa de vegetación; uso intensivo de tierras no aptas para el cultivo; acumulación de contaminantes (sedimentos, fertilizantes, pesticidas); pérdida de humedad del suelo: por sobreexplotación al no respetar los ciclos naturales que mantienen su disponibilidad; reducción de la diversidad genética por la uniformidad de cultivos (monocultivos); riesgos potenciales para la salud relacionados con la aparición de residuos, en ocasiones tóxicos en alimentos; contaminación del subsuelo y mantos acuíferos por químicos en los fertilizantes.

En la Sierra, la *actividad pecuaria*, consistente en la cría de mamíferos de las familias ovino, bovino o porcino, también tienen consecuencias ambientales negativas, al ser uno de los principales factores de compactación y erosión del suelo.

**ACTIVIDAD PECUARIA:**

La ganadería se realiza mediante los potreros que varían en superficie dependiendo de la disponibilidad de áreas con pastos y abundancia de agua, y principalmente sobre terrenos de pequeñas propiedades, aunque también ejidatarios han cambiado sus anteriores cultivos por esta subrama. Esta práctica, además de requerir grandes extensiones de suelo, requiere la remoción de grandes áreas de cobertura vegetal. Asimismo la erosión y pérdida de humedad del suelo, la compactación del mismo por el ganado impide la permeabilidad de agua al subsuelo. En su mayoría, la actividad pecuaria se realiza en las zonas a pie de monte (2600-2800 msnm) pero a más de 3000 msnm, en zonas de Naucalpan, Huixquilucan, Xalatlaco, Isidro Fabela, Xonacatlán se pueden encontrar grandes valles que anteriormente eran bosques y que ahora están destinadas para la cría de ganado.

La erosión, es uno de los principales problemas ambientales que afectan al suelo, por la remoción de los elementos naturales superficiales terrestres a causa de las actividades antropogénicas, incluidas las agrícolas, pecuarias, industriales, urbanas-metropolitanas, los incendios, etc. además de la pérdida de humedad, la desecación de la tierra se va extendiendo gradualmente, lo que puede vulnerar ecosistemas enteros, al modificar y perder la biodiversidad existente.

### **3.4.3.1 Efectos de los insumos químicos**

Es prácticamente imposible usar insumos químicos sin dañar el medio ambiente. Gran parte de los fertilizantes químicos son sales minerales, derivados sintéticos de carbón mineral o de productos del petróleo. En la actualidad la mayoría de las actividades agroindustriales usan fertilizantes en sus procesos de cultivo. Esto ha ocasionado resultados desastrosos para la naturaleza. De acuerdo Life Sinergia (2006) los agricultores de todas partes del mundo están sufriendo la peor erosión del suelo de la historia a causa de los fertilizantes, ya que tiende a degradarlo y a matar los organismos que viven en la tierra. La aplicación repetida de fertilizantes y herbicidas químicos matan microbios y plantas que tienen un rol específico en la naturaleza.

Además de debilitar la estructura del suelo, las plantas que se cercanas son altamente afectados por químicos no cuentan con una resistencia natural a las enfermedades. Los

fertilizantes químicos matan a cochinillas, escarabajos, lombrices de tierra, mismos que oxigenan el suelo creando un buen drenaje para el agua, y sus deposiciones contienen gran cantidad de nitrógeno, fósforo, potasio de liberación lenta, así como minerales y micronutrientes (fertilizantes naturales). Debido a que estos organismos se alimentan de materia orgánica hacen que las plantas sean resistentes a las sequías, enfermedades y a fenómenos de sobrepoblación de especies en periodos determinados, mal llamadas plagas (Maya, 1997). Como comenta el ejidatario Santiago “si las plantas se encuentran cubiertas por alguna enfermedad, no se requiere echarles químicos, solita la misma planta encuentra cura...”

Por otra parte, las plantas al no poder obtener los nutrientes de los suelos muertos (por los químicos), se hacen dependientes de los insumos químicos (fertilizantes, herbicidas) para poder sobrevivir. Los agroquímicos necesitan agua para poder liberar sus nutrientes; esto quiere decir que el nitrógeno, fósforo y potasio son disueltos en cuerpos de agua, contaminándolos y afectando la vida acuática. La sal puede quemar fácilmente las plantas; si no se aplica agua rápidamente, succiona la humedad de las plantas.

Los fertilizantes químicos no entregan minerales al suelo, por consiguiente los cultivos contienen muy pocos minerales y los consumidores sufren las consecuencias, grandes concentraciones de cal consumen el humus que es necesario para promover el crecimiento de hongos los cuales disuelven y transportan minerales a las raíces de las plantas. El humus (la parte orgánica del suelo, formado por la descomposición parcial de la materia vegetal y animal) es necesaria también para el crecimiento de moho, los cuales producen antibióticos que repelen insectos<sup>44</sup>.

### **3.6 Deforestación**

La deforestación es uno de los grandes problemas ambientales en México. De acuerdo a datos de Semarnat (2010), al año se pierden 150 mil ha. de bosques, mientras que Greenpeace (2011) estima que son más de 500 mil ha. Es pertinente entender por qué la

---

<sup>44</sup> *Fertilizantes químicos: Lo que las químicas no quieren que usted sepa acerca de ellos*, Revista Mas Datos, Chile.

perdida de áreas forestales significa, además de una afectación ecológica, también significa la pérdida de importantes beneficios ambientales. En este mismo sentido, primero destacamos algunos de los aspectos más importantes que proporcionan la cobertura vegetal para el ambiente, con la finalidad de entender la magnitud que conlleva su exterminio.

### **3.6.1 La vegetación y sus propiedades ambientales.**

Los extensos bosques, selvas, matorrales, estepas y zonas desérticas poseen flora característica que no solo nos brindan un hermoso “paisaje”, sino que como sistemas vivos, forman parte de la estructura de un determinado ecosistema. A su vez, sus nichos ecológicos son fundamentales para el desarrollo de otros seres vivos. La vegetación, estabilizan las pendientes, retardan la erosión, influyen en la cantidad y calidad de agua, mantienen los microclimas locales, filtran la atmósfera, actúan como atenuante de los escurrimientos, y constituye el hábitat de numerosas especies de fauna (Higueras, 2008).

El interés del estudio de la vegetación en lo que respecta para el desarrollo socioambiental puede ser diverso; desde conocer los usos agrícolas, los hábitats, las formas de aprovechamiento de los elementos forestales o para comprobar la alteración ecológica y el deterioro ambiental los cuales se busca mitigar. La vegetación resulta esencial para adaptar y proteger la biodiversidad de organismos vivos, al favorecer la composición atmosférica, la velocidad del aire, la humedad ambiental y la radiación solar. Asimismo, absorbe el CO<sup>2</sup> y libera oxígeno. De acuerdo a Higueras (2008) 1 km<sup>2</sup> de bosque genera unas 1000 toneladas de oxígeno anuales. Asimismo, acumulan polvo y partículas en suspensión entre sus hojas gracias a fenómenos electrostáticos.

Por la fotosíntesis, las especies vegetales liberan humedad al ambiente proveniente de sus raíces principalmente en temporadas secas. La discontinuidad de ramas, hojas, le confiere ventajas contra el viento. La vegetación permite el paso de corrientes que regulan la temperatura del ecosistema haciéndolo menos frío en temporadas invernales y lo hace más templado en temporadas muy cálidas.

La cobertura vegetal constituye una pantalla natural ideal para evitar los excesos de radiación solar en el suelo, evitando la pérdida de humedad. Asimismo, genera electrostática misma que fricciona con las nubes, lo cual deriva en precipitaciones, existencia de escurrimientos perenes, recarga de acuíferos, humedad del suelo lo cual permite el desarrollo de la vegetación.

### **3.6.2 Deforestación en México**

De acuerdo a la Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la deforestación es “la conversión de bosques a otro uso de la tierra o la reducción a largo plazo de la cubierta forestal por debajo del 10%”. Esta definición implica que la pérdida debe ser permanente y que el sitio ha cambiado a otro tipo de uso (agricultura, pastizales, presas, o áreas urbanas). Aunque esta definición excluye áreas en donde los árboles son removidos o el bosque ha sido deteriorado pero no ha disminuido a menos del 10% de su cobertura original, o no ha sido reemplazado por otra actividad permanente.

En consecuencia cuando hablamos de deforestación, estamos hablando del deterioro y remoción de la flora en áreas que perdieron total o casi totalmente su cubierta forestal. Asimismo, es importante agregar el concepto de degradación, ya que éste incluye cambios que afectan negativamente la estructura o función del bosque deshilando los nichos ecológicos de los demás organismos que habitan un ecosistema. La degradación incluye la remoción de árboles y además incluye cambios que no se detectan con percepción remota (fotografías aéreas o imágenes de satélite), como la remoción de la madera en el suelo para leña y la remoción de otros componentes del bosque por actividades clandestinas de extracción de elementos naturales.

México se distingue por la gran riqueza en biodiversidad, y eso se debe a las características topográficas, a su ubicación longitudinal y latitudinal en el planeta y cercanía al ecuador, que permiten una variedad de ecosistemas. Mientras Estados Unidos y Canadá juntos cuentan con 650 especies de aves y 700 especies de mariposas, en México

tenemos más de mil especies de aves y más de 1800 de mariposas; en el caso de las plantas con flores, se ha registrado más especies (muchas de ellas endémicas) para México que en Rusia, el país con mayor superficie territorial del orbe (Semarnat, 2010).

México ha sufrido un proceso de deforestación muy intenso, que se ha calculado entre 300 a 500 mil ha. al año (Greenpeace, 2011), aunque datos del Gobierno Federal estiman una pérdida de áreas forestales de 150 mil ha. La agricultura y la ganadería han originado las transformaciones ambientales más importantes, aunado a la presión que ejercen las zonas urbanas sobre las áreas naturales. De acuerdo a datos de la Organización de Naciones Unidas, , de 1990 al 2005 se perdieron en México 4 700 000 ha de bosques y selvas por la tala indiscriminada por lo cual este país contribuye con el 4% de la deforestación mundial (ONU, 2009).

En las últimas décadas, precisamente los ecosistemas que han sido mayormente transformados son los bosques y las selvas. Los cambios al uso del suelo por las actividades productivas como la actividad agropecuaria y los usos del suelo urbanos son los que más han incidido negativamente en la destrucción de los hábitats. Asimismo, algunas prácticas indígenas consistentes en la recolección de leña y carbón sigue siendo la principal fuente de energía en comunidades rurales, aunque conlleva afectaciones ambientales poco perceptibles. Pese a que muchas veces no se cortan árboles para obtener leña, la continua recolección de ramas y troncos del suelo elimina hábitats para muchos organismos y nutrientes, lo que inhibe los procesos físicos, químicos y biológicos que se dan en el bosque, limitando muchas veces el desarrollo de la biodiversidad, además de eliminar ramaje que sirve para cubrir el suelo y mantenerlo humectado.

A su vez, la deforestación es uno de los principales factores del calentamiento global y por ende de cambio climático debido a las altas emisiones de CO<sup>2</sup>. El calentamiento global que se experimenta en distintas latitudes del planeta y que se ha hecho evidente de distintas formas con el aumento de la temperatura, pérdida de ecosistemas y biodiversidad específica, escasez de agua, derretimiento de glaciares, etc., son resultado principalmente de millones de emisiones de bióxido de carbono a la atmósfera. Tanto las actividades

industriales, el uso del transporte público y particular, los electrodomésticos, las actividades agropecuarias y la deforestación, son las principales causas de dicho efecto invernadero (Sarukhán, 2010<sup>45</sup>; Molina, 2010<sup>46</sup>; Lovelock<sup>47</sup>, Gore<sup>48</sup>).

Por su parte, la contaminación atmosférica generada en las metrópolis causa la llamada “lluvia ácida”, que es la precipitación con altos niveles de ácido nítrico o sulfúrico. Esta precipitaciones cuando descargan sobre los bosques afecta a los organismos directamente, como es el caso de muchos árboles que se debilitan y son afectados por plagas, (WWF, 2007)<sup>49</sup>, fenómeno visible en el Parque Nacional Desierto de los Leones, La Marquesa y otras áreas boscosas mismas que se han deteriorado debido a la contaminación atmosférica o falta de lluvias.

### 3.6.2 Deforestación en la Biorregión

La disminución de la cobertura vegetal en la Biorregión se debe a diversos motivos. El avance urbano-metropolitano y sus procesos de compra-venta de terrenos agrícolas, traducidos en proyectos de infraestructura, desarrollo inmobiliarios, incremento de asentamientos humanos irregulares, la apertura de nuevas áreas para la agricultura y las actividades pecuarias, han generado cambios al uso del suelo, incidiendo en la fragmentación y deterioro de las más de 100,000 ha. de bosque existentes en la Sierra.

---

<sup>45</sup> Programa *Entre Tres* (TvAzteca), transmitido el 29 de noviembre de 2010 con participación de José Sarukhán, Coordinador de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio)

<sup>46</sup> Entrevista transmitida en el programa *Es la hora de opinar* (Foro TV), realizada por Leo Zuckerman a Mario Molina el 10 de diciembre de 2010 – Cancún, México.

<sup>47</sup> Entrevista realizada por diario *The Independent*, al científico inglés James Lovelock el cual distinguió que el fenómeno del calentamiento global había rebasado el punto sin retorno, ya que la temperatura se encamina a superar más de dos grados sobre el nivel registrado en la Revolución Industrial. Formulo la teoría de Gaia, donde afirma que la biosfera es una entidad autorregulada, capaz de mantener la salud del planeta mediante el control de su entorno físico y químico. Asimismo ha causado un revuelo mediático, al pronunciarse a favor de la energía nuclear, que en su opinión, es la única opción real a los combustibles fósiles y con la capacidad de cubrir la demanda de la humanidad, al tiempo que disminuye las emisiones de invernadero que provocan el calentamiento global (El financiero, 03 de diciembre de 2010). Los procesos físicos y la composición de la superficie de la Tierra se encuentran regulados por la suma de la vida en el planeta: la biota (Toledo O., 1998: 9).

<sup>48</sup> Información presentada en el documental: *Una verdad incómoda*, Al Gore, 2006.

<sup>49</sup> World Wide Foundation, 2007.



**DEFORESTACION:**

De acuerdo al INE, en México se pierden 150,000 Ha de superficie forestal al año. Aunque datos de Greenpeace estiman que son más de 300,000. La Biorregión se encuentra en una situación crítica debido a la deforestación por tala ilegal, aumento de asentamientos humanos por la actividad agropecuaria, las minas, la apertura de nuevos caminos, etc. Esto repercute en la alteración del ecosistema, al quedar menos territorio para la biodiversidad autóctona y endémica, que tiene una función específica dentro del ecosistema. En la SC se han identificado diversas zonas donde se realiza la tala clandestina (Véase mapa: Extracción de elementos naturales de la Sierra). Asimismo, la pérdida de humedales, de ríos, manantiales, son resultado de la sobreexplotación del agua por poblaciones cercanas, que han generado pérdida de humedad de ciertas zonas propiciando la muerte de especies arbóreas, lo cual contribuye a la pérdida de bosques en la Sierra.

Desde finales de la década de 1970 se empezaron a publicar estimaciones de la deforestación en México que van desde 75 mil a casi dos millones de hectáreas por año (Lund *et al.* 2002). Las estimaciones de la FAO desde los 80s han sido bastante consistentes con un rango entre 350 y 600 mil hectáreas por año. Como ya hemos comentado, Greenpeace estima que en 2010, en México se perdieron más de 300,000 Ha forestales; para entender su magnitud, podríamos decir que al año se pierde más de la superficie de 2 Sierras como la Biorregión SC.

Entre las principales causas de la pérdida y deterioro del ecosistema SC por procesos de deforestación se encuentran la tala ilegal de bosques, el aumento de la actividad agrícola y pecuaria<sup>50</sup>, los incendios deliberados para cambios al uso del suelo (entre estos para las actividades agropecuarias, así como el incremento de asentamientos humanos (usos del suelo habitacionales-comerciales) y construcción de proyectos de infraestructura<sup>51</sup>, son entre los más destacados.

---

<sup>50</sup> El avance de las tierras agrícolas y ganaderas reemplaza a los bosques. En algunos sitios el avance se debe a razones de subsistencia, mientras que en otros se debe a razones comerciales (agricultura o ganadería de exportación). Muchas de las tierras convertidas no son aptas ni para la agricultura ni para la ganadería, ya que sus suelos son escasos y pobres en nutrientes. El resultado es baja productividad a muy alto costo, por la pérdida de ecosistemas, flora y fauna y sus bienes y servicios. Después de un tiempo las tierras deforestadas son abandonadas debido a su reducida productividad.

<sup>51</sup> Entre estos proyectos se encuentran la construcción de carreteras, infraestructura eléctrica, presas, minas y los desarrollos turísticos también contribuyen a la deforestación, tanto por sus efectos directos como por los indirectos. Las carreteras eliminan amplias franjas de bosques y selvas en donde además de causar la pérdida del hábitat, ocasionan su fragmentación, es decir, el aislamiento de los ecosistemas forestales remanentes. Además, las carreteras proporcionan acceso a la colonización y la subsecuente conversión de bosques y selvas. Las presas Temascal (construida durante el gobierno del Presidente Miguel Alemán) y Cerro de Oro (Miguel de la Madrid) sobre el río Papaloapan en Oaxaca, y construidas de 1950 a la de 1980, resultaron en la eliminación de amplias superficies de ecosistemas y en el desplazamiento de miles de pobladores indígenas, lo que su vez, el repoblamiento por el reacomodo, significó la pérdida y deterioro del ecosistema.

### **Deforestación por incremento de asentamientos humanos en El Guarda y por el trazo para la construcción de la autopista Naucalpan Toluca en San Fco. Ayotuxco**



Fuente: Archivo personal

### **Remoción de cobertura vegetal por el incremento de valles recreativos en el ANP La Marquesa, y venta de terrenos en el ANP Cumbres del Ajusco**



Fuente: Archivo personal

Asimismo, detrás de estas cuestiones, hay raíces más profundas relacionadas con aspectos históricos, culturales, sociales, económicos y políticos. La presión poblacional ejercida sobre las áreas naturales, se debe en gran medida, a la falta de suelo urbanizable en el centro de las metrópolis (Unikel, 1976; Delgado, 1988; Pradilla, 1993; Duhau, 1998), lo que ha originado los procesos irregulares de compra-venta de tierras sobre áreas naturales (Terrazas, 1995; Aguilar, 2008).

El bosque, que en su mayoría se encuentra bajo regímenes ejidal y comunal, equivocadamente es considerado como zonas “ociosas” al no generar un beneficio económico, pero el beneficio ecológico es mucho mayor al proporcionar un hábitat para flora y fauna, generar bienes y servicios ambientales (oxígeno, suelo, agua, productos del bosque), así como brindar alimentación a los pobladores quienes trabajan la tierra.

## Deforestación en Huixquilucan y en el ANP Lagunas de Zempoala



Fuente: Archivo personal

Además de la enorme pérdida de diversidad biológica y la reducción en la disponibilidad de agua que implica la deforestación, la pérdida de bosques ha contribuido de manera directa al cambio climático que enfrentamos. Se estima que la quinta parte de las emisiones de gases de efecto invernadero, responsables del incremento de la temperatura del planeta, provienen de la deforestación (Sarukhan y otros, 2009).

Uno de los principales problemas del SC es la pérdida de la cobertura natural ocasionada por el crecimiento urbano, la agricultura, la extracción de materiales (como roca o suelo para la construcción) y la tala ilegal. Hemos estimado con base en el SIG, que de los 1121 km<sup>2</sup> de superficie de la SC, cerca del 28% (es decir 312.4 km<sup>2</sup>) se encuentran totalmente transformados y utilizados para actividades humanas: asentamientos e infraestructuras, actividades agropecuarias, minas, basureros, zonas de tala clandestina, valles recreativos (Véase Tabla: Usos de suelo en la Biorregión).

Por su parte, la superficie que aún es bosque en la Sierra es de 70,260 Ha. es decir el 72.38%, de las cuales 13,195 Ha. (10.88%) se encuentran como ANP, mientras que el resto de las áreas forestales 68,941 Ha. (61.5%) se encuentran bajo instrumentos de conservación poco claros como el Parque Otomí-Mexica y el suelo de conservación del DF.

### Véase Tabla: Usos del suelo en la Biorregión

Actividades y usos de suelo	Hectáreas	%
-----------------------------	-----------	---

Asentamiento humano	8,295	7.4
Usos Agropecuarios	14,348	12.8
Valles recreativos	851	0.76
Minas	179	0.16
Zonas de tala	7,510	6.7
Tiraderos de basura	56	0.05
Bosque - Área Natural Protegida	13,195	10.88
Bosque	68,941	61.5
<b>Total</b>	<b>112,100</b>	<b>100</b>

Fuente: elaboración propia

Entre las zonas más vulneradas y deterioradas en términos socioambientales destaca el bloque central, donde están las delegaciones y/o municipios Álvaro Obregón, Cuajimalapa, Ocoyoacac, Huixquilulucan y Naucalpan. La deforestación también ha generado la pérdida de hábitats. Tanto la agricultura, la ganadería, la extracción forestal y el crecimiento urbano han generado discontinuidades en el ecosistema hasta formar parches y áreas heterogéneas de vegetación que se encuentran segmentadas por las actividades humanas.

Esto a su vez modifica los ciclos meteorológicos e hidrológicos de la Sierra, debido a la constante pérdida de vegetación. De acuerdo a Higuera (2008) 1 m<sup>2</sup> de bosque aporta 500 kg (litro) de agua al año. Esta estimación aplicada en la Biorregión, con una superficie de más de mil km<sup>2</sup>, nos daría más mil millones de m<sup>2</sup> los cuales aportan aproximadamente 500 millones de litros de agua al año; teniendo en cuenta las características topográficas y la ubicación geográfica de la región centro del país, cercana al ártico (neo ártico<sup>52</sup>) y también al trópico (neo trópico<sup>53</sup>), posiblemente el volumen de agua que genera la Sierra al año es mucho mayor.

<sup>52</sup> El Neoártico es una de las ocho ecozonas terrestres que dividen la superficie de la Tierra. Esta zona cubre la mayoría de Norteamérica, incluyendo Groenlandia y las montañas de México.

<sup>53</sup> El Neotrópico es una ecozona terrestre que incluye casi toda América del sur, Centroamérica, Antillas, una parte de Estados Unidos y de México. Tiene fauna y flora diferente de la región neártica por su diferente evolución del continente del norte.

# CAPÍTULO IV. MODELACIÓN ECOLÓGICA DE LA SIERRA

## Introducción

En este capítulo nos enfocaremos en conocer con detalle la estructura<sup>1</sup> del sistema complejo SC, con la ayuda de la herramienta biocibernética del Modelo Sensible (MS) diseñada por Frederich Vester<sup>2</sup>. De este modo, buscamos comprender, desde una visión sistémica compleja, las relaciones de los elementos que componen el ecosistema SC, sus entradas-salidas (de energía, información), sus retroefectos, su esqueleto biocibernético así como las principales problemáticas en la Sierra.

Investigar sistemas complejos significa “estudiar un *trozo de la realidad* que incluye aspectos físicos, biológicos, sociales, económicos y políticos (García, 2006)”, como los que hemos visto a lo largo del documento. Partiendo de la visión conceptual-teórico-metodológica del Capítulo I, el MS se encuentra intrínsecamente asociado a la cibernética<sup>3</sup>,

---

<sup>1</sup> Entendemos por estructura, a los elementos que constituyen la base del sistema, los cuales se designan como las variables del sistema mismas que no son estáticas, sino que fluctúan bajo la influencia de elementos que están fuera del sistema (condiciones de contorno). Estas fluctuaciones son de 2 tipos: a) Fluctuaciones de pequeña escala que inducen pequeños cambios pero no alteran las relaciones fundamentales que caracterizan la estructura; b) fluctuaciones que exceden un cierto umbral, definido solo para cada situación particular, y que produce una disrupción de la estructura. La disrupción de la estructura no solo depende de la magnitud de fluctuación sino también de propiedades intrínsecas de la estructura que se designan como condiciones de estabilidad del sistema las estructuras son aquellas que se encuentran determinadas por el conjunto de relaciones entre elementos dentro de un sistema organizado (García R., 2000).

<sup>2</sup> Frederic Vester fue un bioquímico alemán experto en el campo de los sistemas y la ecología. Estudió química en diversas universidades: Mainz, Paris, Hamburgo, Yale, Cambridge. Asimismo, formo parte en los setentas, del Club de Roma. Posteriormente se dedicó a la docencia en Alemania y Suiza. Sus ideas en torno a la cibernética, los sistemas y la complejidad tuvieron gran influencia en el partido verde alemán. El diseño de su modelo, ha sido usado por organizaciones como la UNESCO, la FORD, entre muchas otras.

<sup>3</sup> Como hemos visto en el Capítulo I, la cibernética es la ciencia que estudia el control, los flujos de comunicación y energía en las máquinas y en los sistemas vivos (Wiener, 1948). Es la expansión de la visión sistémica de la vida en un nivel de descripción centrado en patrones de comunicación, en redes y bucles cerrados, retroalimentación, recursividad, autorregulación y autoorganización. La cibernética está estrechamente vinculada a la teoría de control y a la teoría de sistemas en sus orígenes como en su evolución. La cibernética es igualmente aplicable a los sistemas físicos y sociales. Los sistemas complejos afectan y luego se adaptan a su ambiente externo; en términos técnicos, se centra en funciones de control y comunicación: ambos fenómenos externos e internos del sistema (Bertalanffy, 1951: 16). Esta capacidad es natural en los organismos vivos y se ha imitado en máquinas y organizaciones. Presta especial atención a la retroalimentación y sus conceptos derivados. De acuerdo a Stafford Beer (filósofo de la teoría

por esta capacidad de retroalimentación e intercambios de energía (*feedbacks*) y de información (Wiener, 1948) existente dentro de los componentes del ecosistema estudiado.

Aplicamos el termino biocibernética, debido a que no se reduce a intercambios y relaciones encontradas en las maquinas (robots, computadoras, sistemas informáticos, etc.) característico del método cartesiano, sino que adquiere una connotación biológica debido a que el punto de partida de la biocibernética como ciencia es el estudio de todo lo que vive, sobre todo la naturaleza y los seres humanos (Vester, 1999; Wolf, C., y otros, 2012). De este modo, el MS también se encuentra ligado a la metodología de la Dinámica de Sistemas (DS), que a su vez se vale del análisis de sistemas, para una mayor comprensión de nuestro sistema complejo investigado.

Como hemos visto en el Capítulo I, la DS es una metodología que permite conocer el comportamiento de cualquier clase de sistema a través de retardos en el tiempo y bucles de realimentación (Martínez S., y Requema A., 1988; Capra, 1998). De este modo, usa conceptos del campo del control realimentado para organizar información en un modelo de simulación por medio de un ordenador. Un ordenador ejecuta los papeles de los individuos en el mundo real. La simulación resultante revela implicaciones del comportamiento del sistema representado por el modelo, el cual es una abstracción de la realidad, es decir, una descripción formal de los elementos más esenciales de un problema (Forrester, 1971).

A lo anterior, utilizamos la simulación para imitar o describir paso a paso, el comportamiento del ecosistema que estamos estudiando en un tiempo determinado. Los modelos de simulación están compuestos de una serie de operaciones aritméticas y lógicas que en conjunto, representan la estructura (el estado) y el comportamiento (el cambio de

---

organizacional y gerencial, considerado como el padre de la cibernética de gestión) define a la cibernética como “la ciencia de la organización efectiva”. Para Stafford Beer (1959), la cibernética estudia los flujos de información que rodean un sistema, y la forma en que esta información es usada por el sistema como un valor que le permite controlarse a sí mismo: ocurre tanto para sistemas animados como inanimados indiferentemente. Asimismo, es una ciencia interdisciplinar, estando tan ligada a la física como al estudio del cerebro como al estudio de los computadores, y teniendo también mucho que ver con los lenguajes formales de la ciencia, proporcionando herramientas con las que describir de manera objetiva el comportamiento de todos estos sistemas. Entre científicos ligados a esta forma de pensamiento sistémico (incluso algunos retomados en este trabajo) resaltan: Ludwig Von Bertalanffy, Stafford Beer, Jay Forrester, Humberto Maturana, Radcliffe Brown, Frederic Vester, entre otros.

estado) del sistema complejo. En nuestro caso, la modelación se representa, interpreta, manipula y opera por medio del MS. Asimismo, dicha simulación es también prospectiva, ya que se vale de la generación de escenarios parciales, mismos que permiten visualizar las alternativas que mitiguen las tendencias críticas dentro de un panorama futuroológico.

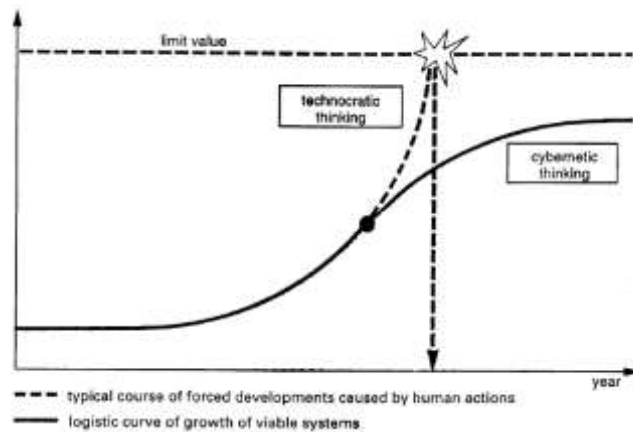
A su vez, con este modelo como un instrumento de planeación aplicado a un ámbito ambiental, podremos generar diversas matrices que expliquen la dinámica ecológica de la SC, para posteriormente diseñar diferentes escenarios parciales (EP) con la finalidad de establecer propuestas para un desarrollo socioambiental, con el que se logre revertir las tendencias actuales de descomposición que conducen a un riesgo de colapso a los diferentes subsistemas que componen a la Sierra.

A lo anterior, la **sostenibilidad**<sup>4</sup> (no sustentabilidad) de un ecosistema, región, localidad, etc., debe evitar sobrepasar el sistema (y sus elementos existentes: población, biodiversidad, agua, tierra, aire) mediante la imposición de medidas de retroalimentación mitigantes o modificadoras cuando el sistema se acerque a sobrepasar su capacidad de carga (Vester, 1988). En este sentido, la dinámica ecosistémica debe expresarse en términos matemáticos como una función logística (logistic curve of growth-cybernetic thinking), que desde el punto de vista de la sostenibilidad, su patrón de crecimiento no debe sobrepasar los límites, sino más bien debe estabilizarse o revertirse (según sea el caso), para evitar una curva exponencial (technocratic thinking) que la mayoría de las sociedades humanas han mostrado después de la revolución industrial (Mathus, 1798; Vester, 1988; Shih-Liang C. y Shu-Li H., 2004), como se puede apreciar en el esquema \_\_: **Función logística del pensamiento biocibernético.**

---

<sup>4</sup> Entendiendo por sostenibilidad como la capacidad de mantener estable una dinámica ecosistémica (incluidas relaciones sociales y naturales) en el tiempo, sin forzosamente reducirnos a la sustentabilidad como objetivo y estrategia para lograr un equilibrio ecosistémico, ya que, como hemos visto, los subsistemas políticos y económicos son fundamentales para garantizar un desarrollo sustentable, cuestión que todavía está lejos de concretarse en la mayoría de las regiones del planeta. Ejemplo de esto es la visión tecnocrática del EPN, que hace énfasis en el manejo sustentable de los recursos naturales, pese a que las políticas que está llevando a cabo como el dinamizar la economía en diferentes regiones del país, sin importar la ecología y el diseño de instrumentos de política ambiental para lograr un verdadero desarrollo sustentable que integre y de peso a la naturaleza de manera real. De este modo, la sustentabilidad engloba objetivos, estrategias, mecanismos, acciones; la sostenibilidad es una condición asociada más a un estado o dimensión temporal, que no forzosamente requiere de la sustentabilidad, biocentrismo, ecosocialismo, ecodesarrollo, para mantenerse, es más una cuestión cultural.

**Figura \_\_: Función logística del pensamiento biocibernético**



Fuente: Shih-Liang C. y Shu-Li H., 2004 *A system approach for the development of a sustainable community*, Journal of Environmental Management page 134, Taiwan.

## 4.2 Modelación y resultados

De acuerdo a García (2006) en un sistema complejo sus elementos “suelen constituir *unidades* también complejas (subsistemas) que interactúan entre sí. Las relaciones entre los *subsistemas* adquieren importancia fundamental no solamente porque ellas determinan su estructura del sistema (...) que está dada por el conjunto de relaciones, no por los elementos” (García, 2006: 50). Debido a que el ecosistema SC es entendida como un sistema complejo estructurado por subsistemas, elementos con relaciones endógenas y exógenas (variables), es necesario identificar las características y el nivel de sensibilidad (jerarquía) de cada uno de los componentes esenciales que lo estructuran, para posteriormente formular propuestas que lo conduzcan a resolver las problemáticas asociadas a los ejes de investigación, los cuales también identificamos como componentes esenciales para entender la problemática en la Biorregión.

Desde una primera aproximación, destacamos que los distintos fenómenos socioambientales que se presentan en la Biorregión SC, son resultado de las diversas interacciones entre elementos que estructuran el ecosistema, y evidentemente existen unas con mayor peso o jerarquía social o ambiental, mismas que su representación en el



espacio biofísico (y también en el territorio) es más visible por las afectaciones ecológicas como: las vías de comunicación, la extracción de elementos naturales, el incremento de asentamientos humanos, la presión urbano-metropolitana, la descomposición sociocultural, magnoproyectos, etc. Como ejemplo, cuando se construyen vías de comunicación para interconectar a dos metrópolis como la ZMVT y ZMVM, inevitablemente atravesaran la Sierra, lo que automáticamente genera condiciones para la incursión de transporte, comercios y servicios, por la cantidad de flujos energéticos, económicos, sociales, materiales característicos de las relaciones sociales de producción capitalistas, las cuales se van paulatinamente insertando al interior del ecosistema de diversas maneras: fraccionamientos privados, asentamientos humanos, aumento de comercios, de transporte público y privado, etc.

En el caso del subsistema vías de comunicación, resulta un elemento dentro del sistema complejo con una incidencia socioambiental, al influir de manera importante en la modificación y afectación de las relaciones ecológicas pero también socioculturales. Es precisamente la descomposición socioambiental, y mejor dicho, el aumento sensible de ciertos subsistemas/variables, a causa de diversos fenómenos atribuidos principalmente a cuestiones socioeconómicas insertas en una dinámica megalopolitana, lo que atrae nuestro interés para comprender y diferenciar a los principales elementos que están influyendo negativamente en las interacciones ecosistémicas: sociales, culturales, productivas, naturales en la Biorregión.

### **Diálogos con actores sociales**

Para conocer más a fondo las diversas problemáticas socioambientales en la Biorregión, visitamos diversos puntos geográficos, conocimos la percepción de habitantes de diferentes comunidades por medio de las reuniones periódicas que han llevado a cabo en distintas localidades; conocimos muchas de las poblaciones, sus actividades sociales-culturales, productivas, sus elementos naturales bióticos y abióticos, las tradiciones y sus formas de pensarse dentro de su ambiente de montaña, con la finalidad de comprender una parte fundamental como es su cultura. Muchos de estos insumos se obtienen por

medio de grupos de discusión y consulta, que al ser procesos participativos abiertos permiten la comunicación, la cooperación y el compromiso entre los muchos participantes (residentes, industrias, gobiernos, grupos ambientalistas, grupos indígenas) para construir un consenso para el desarrollo local (Shih-Liang C. y Shu-Li H., 2004). Esta fase es una de las bases no solo para obtener información que será procesada con ayuda del MS, también es una de las claves para crear una comunidad sostenible.

A través de sus ideas percibimos la forma en que visualizan los principales problemas socioambientales que atribuimos al avance de las relaciones sociales de producción capitalistas y sus diferentes expresiones que adquieren al incursionar al interior de la Biorregión. De este modo, el avance urbano-metropolitano y sus actividades económico industrializadas, la extracción de “recursos” naturales, los proyectos de infraestructura, residenciales, campestres y comerciales, la privatización de la tierra, del bosque, del agua, la devastación y alteración ecológica, son tan solo algunas de las principales preocupaciones de las comunidades, y que han sido manifestadas en reuniones periódicas del Frente de Pueblos Indígenas en Defensa del Medio Ambiente (FPDMA) integrado por diversas comunidades otomíes-nahuatl (mexicas) de la Sierra.

Por lo que hemos grabado<sup>5</sup> varias de sus intervenciones con el fin de elaborar una tabla que incluya los conceptos más recurrentes (**Véase tabla: Conceptos más recurrentes**) y que sintetizamos en una gráfica. Esto, aunado a la inferencia del investigador, así como de la apreciación de las autoridades locales<sup>6</sup>, ha permitido definir los subsistemas que constituyen y estructuran a la Biorregión, para posteriormente comenzar su modelización.

Como se puede apreciar en la gráfica, los conceptos más recurrentes mencionados por las personas que fueron grabadas durante la asistencia a las reuniones del FPDMA, así como

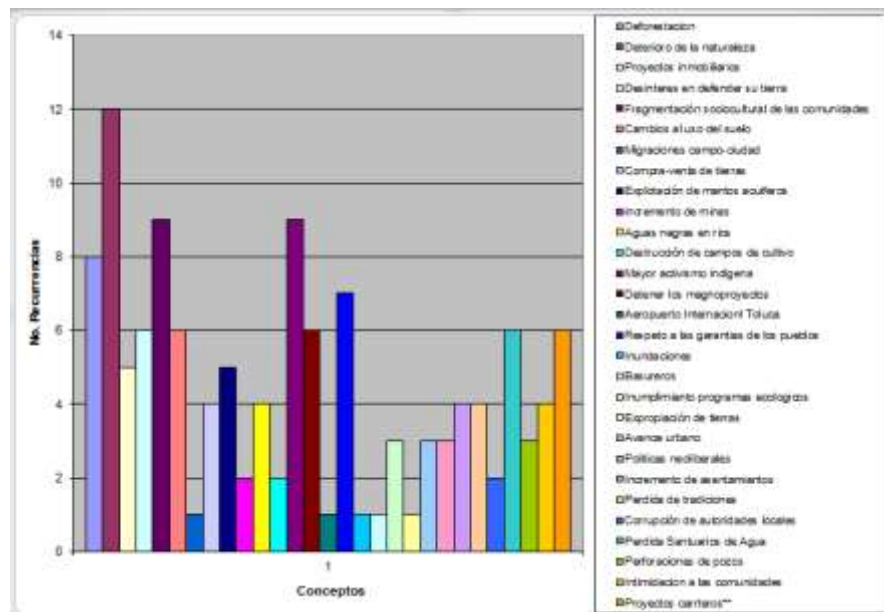
---

<sup>5</sup> Hasta el momento hemos realizado 42 entrevistas en diferentes poblaciones: San Miguel Ajusco, Xalatlaco, Huixquilucan, Santa Cruz Ayotuzco, San Luis Ayucan San Pedro Atlapulco y Jiquipilco. Estas entrevistas se presenta su transcripción en los anexos. También presentamos un mapa donde se llevaron a cabo las entrevistas y el detalle sobre las muestras que se hicieron en cada una de las poblaciones elegidas. Asimismo se entrega en el documento un CD donde se guardaron para que puedan ser reproducidas y escuchadas.

<sup>6</sup> Cabe señalar, que no se han podido realizar entrevistas a todas las autoridades locales municipales donde se encuentra la Sierra, ya que no han podido o querido darnos un breve espacio para platicar sobre las problemáticas sociales y ambientales. Debido a esto, hemos consultado los programas de desarrollo municipales, para de ahí, identificar su postura con respecto a las problemáticas (desde la visión institucional) que existen en la SC.

de entrevistas realizadas a diferentes pobladores son: deterioro de la naturaleza, fragmentación sociocultural de las comunidades, deforestación, extracción desmedida de agua de los mantos acuíferos, compra-venta de tierras agrarias, proyectos carreteros, cambios al uso del suelo y la proliferación de minas de arena en la Sierra.

**Gráfica. Conceptos más recurrentes por los entrevistados**



Fuente: Elaboración propia con información recabada de las entrevistas realizadas en diferentes poblaciones de la Sierra.

De este modo, la gráfica anterior nos permite tener un mayor conocimiento sobre las principales preocupaciones de las personas entrevistadas. Pero todavía no podemos saber cuáles son las principales problemáticas socioambientales. Para esto, el MS resulta de gran ayuda, ya que es posible evaluar y determinar que elementos son los que tienen una mayor incidencia negativa o positiva en el ecosistema.

Para esto se elabora un cuadro consistente en la delimitación de los subsistemas que describen a la Sierra, mismos que van a ser parte de su estructura, y por medio de las cuales conoceremos la dinámica y biocibernética del ecosistema. Este cuadro o tabla está compuesto por 36 subsistemas que hemos distinguido por su nivel de importancia (por las comunidades, investigador y programas municipales), y que en capítulos anteriores se han

ido resaltando, por lo que finalmente las reunimos en una tabla denominada **Subsistemas de la SC.**

**Cuadro. Subsistemas de la SC**

No.	Variable/ subsistema	Descripción
1	<b>Flora</b>	Entre las especies de flora destaca la vegetación comprendida por pastizales como el zacatonal subalpino y coníferas consistentes en encinos y pinos entre los que destacan: pinus Hartwegii, pinus Montezumae, pinus quadridentata, abies religiosa, pinus alnus, quercus crassipes, quercus obtusata (Velázquez A., y Romero, F., 1999: 74), los cuales dependen los unos de los otros por las sombras de sus coberturas que impiden la pérdida de humedad, regulan la temperatura, permiten el paso exacto de los rayos solares al suelo, atraen lluvias, etc., asimismo dependen de la fauna para sus procesos de polinización o de distribución de sus semillas en la montaña. Lamentablemente las actividades humanas y su necesidad de abrir nuevos territorios para las actividades económicas han ido fragmentando y ganándole terreno al ecosistema de bosque. Página de la tesis: 231.
2	<b>Fauna</b>	Entre los diversos organismos vivos existentes en la Sierra se encuentran una diversidad de especies que han visto alteradas sus ciclos de vida y de reproducción por la pérdida de sus hábitats como el cacomixtle, venado cola blanca (odocoileus virginianus), coyote, gato montés, tlacuache, zorra, zorrillo, onza, hurón, ardilla, conejo, liebre, tejón, musarañas tuza, teporingo, tigrillo, comadreja, ardillón, rata de campo, armadillo, víbora de cascabel, ratón de los volcanes, calandria, carpintero, gorrión, jilguero, lechuza, búho, murciélagos (Velázquez A, y Romero F., 1999). De acuerdo a pobladores de la Biorregión, al parecer el lince (linx) está extinto. Las diversas especies de animales de la Sierra mantienen dentro del ecosistema relaciones fundamentales para la supervivencia de los demás seres vivos. Entre los principales nichos ecológicos de la fauna se encuentra: la polinización de floras, la diseminación de frutos y semillas para los ciclos de reproducción también de la fauna, la biodegradación del suelo por medio de sus excrementos los cuales contienen nutrientes y las cadenas alimenticias que también son vitales para el desarrollo de otras especies. La falta de alguna especie (ya sea por su extinción) repercute significativamente en el ecosistema al desequilibrar su estructura. - Página de la tesis: 233.
3	<b>Clima</b>	El clima en la Biorregión es una condición natural a destacar para entender las relaciones ecológicas al interior de la Sierra. Por un lado, la temperatura fría que se registra durante todo el año, solo permite el desarrollo de organismos (biodiversidad) capaces de soportarla. Asimismo, las poblaciones ubicadas en este ambiente de montaña, durante largo tiempo y generacionalmente, se han ido adaptando a condiciones climáticas muchas veces adversas, donde sus formas de organización social-cultural les ha permitido conocer los ciclos y cuidados para la producción de sus alimentos (los cuales no son vastos, sino limitados en diversidad por la altura, temperatura y los fenómenos meteorológicos que la caracterizan) y conservación de la naturaleza. Creemos que dichas características (al igual que la orografía accidentada), han sido un factor de contención del avance y colonización de la Sierra. - Página de la tesis: 235.
4	<b>Agua y escurrimientos</b>	Se han contabilizado más de 60 ríos (incluidos permanentes e intermitentes) en toda la Sierra, de los cuales destacan: San Lorenzo, Mayorazgo, Los Ajolotes que bajan hacia la CRL, y varios de estos alimentan al Rio Lerma; El borracho, Magdalena, Xintle, San Luis, Cuautitlán, Los Sabios, El Portezuelo, El Oro, San Jerónimo, Paseo de las Mulas, Los Arcos, Las Palomas, que descargan sus aguas hacia la CVM; Zempoala, Coauixtla, Cruz de Tejaltepec, entre otros escurrimientos de ligero caudal que se integran a las aguas del Rio Balsas. Estos son de vital importancia no solo para las poblaciones y biodiversidad de la SC, también para muchas de las actividades socioeconómicas de las grandes metrópolis, ya que sin agua simplemente se colapsarían. La SC es una zona importantísima para la recarga de los acuíferos de la ZMVM, ZMVT y ZMC, los cuales aportan aproximadamente cerca del 70% del agua que se consume en las tres ciudades. En la Sierra existen más de 100 pozos de donde se surten a más de 200 comunidades, algunos de ellos ya secos. - Página de la tesis: 239.

5	<b>Orografía - Topografía</b>	<p>La morfoestructura de la SC es compleja. En primer lugar, su división en tres bloques principales se hace patente debido a las diferencias en altitud, pendientes, densidad de fracturamiento, patrones de drenaje, energía del relieve, profundidad de disección y orientación, aunado al complejo arreglo de fallas que la afectan. En segundo lugar, en términos socioambientales, se destaca una transformación evidente del territorio natural por el crecimiento urbano, especialmente en su parte (bloque) central. Entre los volcanes principales que son la columna geomorfológica de la Sierra y que resultan una base fundamental para este trabajo como delimitación y entendimiento del socio-ecosistema se encuentran: Ajusco, La Bufo, La Catedral, Chimalpa, La Corona, Iturbide, San Miguel, Salazar y Zempoala (Palomo, y otros, 2008). Pero también existen otras elevaciones significativas, esenciales en términos ambientales por proveer de vastos manantiales y escurrimientos naturales, regulan el clima de la Biorregión y purifican el aire toxico proveniente de las zonas metropolitanas. Entre estas elevaciones destacan: El Triángulo, Volcán Jumento, La Palma, El Muñeco, El Gavilán, La Gachupina, El Caballete, El Coyote, Las Palomas, etc. Estas elevaciones, parte de la orografía de la Sierra, mantienen importantes coberturas vegetales debido en gran parte, a sus elevaciones que sobrepasan los 3300 msnm y en algunos casos superan los 3800 msnm y que fungen como barreras naturales que han contenido el crecimiento de los asentamientos humanos (Terrazas, 1995). - Página de la tesis: 238.</p>
6	<b>Naturaleza Abiótica</b>	<p>La constituye una diversidad de elementos esenciales para el funcionamiento de la vida en la SC, tanto para la biodiversidad de flora y fauna, así como de las poblaciones ubicadas al interior del socio-ecosistema y cercanas a este. Estos elementos podrían describirse como las características edafológicas de sus suelo: Andosol, Litosol, y Cambisol (Mollard E., et. al., 2005), mismos que permiten una buena filtración de agua al subsuelo, así como la roca caliza y volcánica le generan nutrientes como fosforo, calcio, nitrógeno y permiten el desarrollo de las especies arbóreas, arbustivas, etc. También consideramos diversos elementos como arenas, gravas, arcillas encontrados en diferentes partes de la Sierra, que incluso han sido extraídos de sobremanera por las actividades mineras, ocasionando graves afectaciones ambientales. - Página de la tesis: 232. Agua y aire</p>
7	<b>Actividad campesina</b>	<p>La actividad agrícola realizada por los campesinos indígenas en la Sierra se remonta a cientos de años. Esta práctica ha permitido el desarrollo sociocultural de las comunidades, pero también ha mantenido estables los ciclos de vida y reproducción de la naturaleza en la SC. Entre los principales cultivos que se realizan en la SC bajo el régimen de tenencia de la tierra ejidal y comunal se encuentran la producción de maíz, avena, papa principalmente para autoconsumo; también siembran, en menor cantidad, frijol, chile, trigo, alfalfa, cebada, calabaza, haba entre otros. El cultivo del maguey para la elaboración de pulque, bebida tradicional en muchas de las poblaciones ha disminuido drásticamente, al grado que la producción artesanal de esta bebida ha desaparecido en varias comunidades de la Sierra. Los cultivos se realizan con técnicas y herramientas tradicionales bajo condiciones climáticas muchas veces adversas por la altitud superior a los 3000 msnm. Asimismo, se crían diversos animales como becerros, ovejas, vacas, gallinas, conejos, guajolotes en pequeños números, que en su mayoría son para autoconsumo, aunque también se intercambian con vecinos. En ciertas partes se practica la piscicultura que es una actividad turística-comercial. Página de la tesis: 395.</p>
8	<b>Actividad agroindustrial</b>	<p>Existen diversas organizaciones privadas en la Sierra que se han visto beneficiadas por los proyectos hidráulicos de presas realizados (principalmente en el Valle de Toluca) que han ido ganándole terreno a las actividades campesinas de montaña. Además el PROCEDE como un instrumento de privatización del ejido, ha permitido la incursión apropiación de tierras agrarias mismas que son utilizadas para cultivos principalmente forrajeros, así como para las actividades pecuarias. Muchos de estos productores, están inscritos al PROCAMPO, de donde obtienen apoyos consistentes en semillas mejoradas, financiamiento para maquinaria, así como fertilizantes químicos. Página de la tesis: 398.</p>
9	<b>Actividad pecuaria</b>	<p>La ganadería se realiza mediante los potreros que varían en superficie dependiendo de la disponibilidad de áreas con pastos y abundancia de agua, y principalmente sobre terrenos de pequeñas propiedades, aunque también ejidatarios han cambiado sus anteriores cultivos por esta subrama. Esta práctica, además de requerir grandes extensiones de suelo, requiere la remoción de grandes áreas de cobertura vegetal. Asimismo la erosión y pérdida de humedad del suelo, la compactación del mismo por el ganado impide la permeabilidad de agua al subsuelo. En su mayoría, la actividad pecuaria se realiza en las zonas a pie de monte (2600-2800 msnm) pero a más de 3000 msnm, en zonas de Naucalpan, Huixquilucan, Xalatlaco, Isidro Fabela, Xonacatlán se pueden encontrar grandes valles que anteriormente eran bosques y que ahora están destinadas para la cría de ganado. Página de la tesis: 401.</p>

10	<b>Actividad piscícola</b>	Resulta una actividad muy importante en ciertas poblaciones de la Sierra. La cría, pesca y venta de la especie Trucha Arcoiris por medio de la creación de estanques y pequeños cuerpos de agua artificiales que son nutridos por los muchos ríos de la Sierra, ha permitido el desarrollo de los sistemas productivos piscícolas mismos que son el sustento de muchas de las poblaciones en la Sierra. Su comercialización se encuentra en localidades como Salazar, La Marquesa, Los Tachos, Las Canoas, Santa Martha, La Pila, Zempoala, entre muchas otras, en donde se ha detonado también el turismo y comercio en Valles naturales en donde se ha dado un incremento de asentamientos humanos, los cuales han generado una contaminación de los ríos resultando perjudicial para la actividad piscícola. Aunado a la disminución y pérdida de escurrimientos en la Sierra, ponen en riesgo dicha actividad. - Página de la tesis: 286.
11	<b>Actividad comercial</b>	La actividad terciaria en la Sierra está constituida principalmente por tiendas de abarrotes, carpinterías, mueblerías, restaurantes, carnicerías, farmacias, panaderías, servicios de Internet, peleterías, tortillerías, estéticas, estudios fotográficos, papelerías, cantinas, talleres, ferreterías, tiendas, etc. La actividad comercial se ha incrementado en la mayoría de las poblaciones de la Sierra. Dicha actividad genera importantes flujos de dinero al interior y exterior de las poblaciones, por lo que este sector ha ido modificando socioculturalmente la dinámica socioeconómica al relegar los sistemas productivos agrícolas mismos que se encuentran en crisis a raíz del diseño de políticas con tendencia a la privatización de la tierra. Estas actividades además de requerir importantes cantidades de energía eléctrica (mismas que genera CO <sub>2</sub> ) también genera grandes volúmenes de residuos sólidos y líquidos, muchos de estos, van a dar a basureros clandestinos, barrancas, ríos, cuerpos de agua y en zonas forestales. - Página de la tesis: 350.
12	<b>Valles recreativos</b>	Existen en la Sierra, mesetas y/o valles naturales en donde encontramos ríos y pequeños cuerpos de agua naturales que fungen como zonas de recarga hacia los mantos acuíferos. En varios de estos valles, han proliferado las actividades comerciales y de servicios como restaurantes, comercios de artesanías, renta de cuatrimotos, actividades de gotcha, paseos a caballos, cría de truchas, etc., actividades que han detonado el aumento de asentamientos humanos, así como importantes flujos de transporte público y privado. Entre estos valles destacan La Marquesa, Valle del Silencio, Valle del Conejo, Valle del Potrero, Valle de la Cantimplora, Valle de Monte Alegre, Valle Las Palomas, etc. Esto ha significado la alteración de los cursos de agua existentes, pérdida de áreas anteriormente agrícolas, así como la remoción de importantes coberturas, para el aparcamiento de autos, creación de brechas para "disfrutar" las cuatrimotos y paseos a caballo, así como para construcciones diversas. Es importante comentar, que los permisos para la construcción de comercios y de las actividades que se practican, son otorgados por los mismos ejidatarios y/o comuneros, que van relegando las actividades primarias para insertarse en las terciarias. - Página de la tesis: 343.
13	<b>Industria de petros (extracción de elementos naturales)</b>	Consiste en la industria extractiva de elementos naturales de la Sierra. La riqueza de su naturaleza biótica (deforestación) como abiótica ha sido explotada, por la industria de la construcción. Existen varios sitios de extracción de grava, arenas, arcillas, roca caliza, así como las organizaciones de tala clandestina que lucran con la madera al interior de la Sierra, lo cual implica la incursión de maquinaria, el desmonte de cerros, la generación de caminos que fragmentan y afectan el bosque. El deterioro ambiental por estas minas se localiza en Santiago Analco, Paraje La Cañada, Jesús del Monte, Santiago Yancuitalpan, Rancho Sta. María, El Obraje, Llano las Flores, El Castillo, entre otras. La mayoría de estas industrias se encuentran ubicadas en los municipios de Huixquilucan y Naucalpan, en donde la deforestación, el impacto de la extracción con dinamita en el afloramiento rocoso genera el deslave y colapso de cerros, perdiéndose cañadas, barrancas por donde anteriormente corrían ríos. La extracción, distribución, venta de materiales obtenidos y vendidos en muchas de las localidades de la misma Sierra, ha tomado fuerza, ya que facilita el rápido acceso a los materiales y acelera los procesos de construcción de viviendas y comercios. Asimismo, estas prácticas que fragmentan el bosque e implican la pérdida de la biodiversidad, han dado trabajo temporal a muchos pobladores como albañiles. - Página de la tesis: 323.
14	<b>Contaminación del agua</b>	En la actualidad de los muchos ríos que presentan niveles de contaminación, destacan Verdigué, Zarco, Los Remedios, Cuautitlán, Los Ajolotes, Lerma que representan un serio problema para los habitantes por donde fluyen sus aguas, debido al alto grado de contaminación que presentan. El caso del río Lerma y Los Remedios, son evidentes, y en ellos convergen una buena cantidad de los afluentes de otros ríos, atraviesan zonas urbanas donde hay usos habitacional e industrial que han vuelto crítica la situación por la cantidad de químicos y metales pesados que nos solo afectan el agua, también suelo y aire. El primero alcanza niveles alarmantes de contaminación debido a que los valores de demanda química de oxígeno se encuentran por encima de 300 mg/litro (Periódico Milenio, 2009-10-22, Edomex, Las descargas de Toluca al Lerma lo contaminan más). En el caso de Los Remedios, el alto nivel de contaminación del agua por las numerosas descargas residuales que se incorporan en su trayecto, las cuales contienen una concentración importante de sustancias nocivas

		como metales pesados, solventes, ácidos, grasas y aceites, entre otros, han vuelto crítica su situación. Asimismo, tanto las fisuras de los drenajes de las metrópolis por el hundimiento, y la filtración del agua de los canales a cielo abierto al subsuelo, han sido factores de contaminación de los acuíferos. - Página de la tesis: 392.
15	<b>Contaminación del suelo</b>	<p>Su contaminación está ligada a diversas acciones antrópicas. La afectación del suelo es la alteración a su capacidad productiva, pero también biológica, fundamental para el desarrollo de una gran diversidad de organismos y especies. Un suelo se puede degradar al acumularse en él sustancias a unos niveles tales que repercuten negativamente en sus características y consistencia natural. La contaminación del suelo en la Sierra se debe a diversos motivos: existencia de basureros a cielo abierto, lubricantes de automóviles, quema de llantas, uso de fertilizantes y pesticidas en la agricultura, etc.</p> <p>Asimismo, la contaminación del suelo tiene efectos en los organismos que habitan dicho elemento natural, lo cual puede modificar los ciclos de vida, reproducción y los nichos ecológicos que permiten los procesos físicos- químicos- biológicos en la naturaleza de la Sierra. - Página de la tesis: 349.</p>
16	<b>Contaminación del aire</b>	Es evidente que la mayoría de los contaminantes a la atmosfera provienen de la megalópolis, específicamente, de las actividades industriales y de transportación pública y privada. Por otra parte, en la Sierra la industria minera, el transporte público (mecánicamente en pésimas condiciones) no solo son las únicas fuentes contaminantes. Las deposiciones sobre el suelo, las aguas residuales vertidas a las barrancas, los basureros clandestinos a cielo abierto, generan malos olores y contaminan el aire. La actividad pecuaria también ha incidido en la generación de malos olores con las heces de los animales o incursión de fertilizantes y pesticidas. - Página de la tesis: 317.
17	<b>Megalopolis</b>	<p>En 2010 las Zonas Metropolitanas que rodean a la SC (ZMVT, ZMVM y ZMC) suman una población cercana a los 23 millones de habitantes. Con una superficie de su área urbana (AU) cercana a los 3,000 km<sup>2</sup>, forman parte de la megalópolis del centro y la región económica más importante del país. Aporta más del 30% del PIB nacional, por su concentración de actividades comerciales, de servicios, financieras, industriales, políticas, mismas que ligadas con los requerimientos de sus habitantes consumen grandes cantidades de elementos naturales e insumos como agua, alimentos, materias primas, energía eléctrica, así como generan importantes cantidades de desechos y contaminantes.</p> <p>Sus 30 Parques Industriales (PI) concentran miles de industrias y empresas que han ido empleando a muchos pobladores de la Sierra, incidiendo en la modificación socioambiental. La presión de muchos de los asentamientos periféricos sobre áreas agrícolas y forestales, ha ido configurando un territorio disforme y fragmentando el socio-ecosistema, así como deteriorando y contaminado la naturaleza. Las muchas vías de comunicación que convergen desde diferentes partes del país hacia esta región, han ido alentando no solo las relaciones económicas fundadas en la producción, intercambio y distribución de mercancías producidas en los PI, sino también la paulatina integración del AU de las metrópolis con poblados periféricos ubicados en la Sierra. - Página de la tesis: 199.</p>
18	<b>Magno proyectos</b>	Entre uno de los factores más problemáticos para las comunidades son los proyectos de fraccionamientos residenciales, clubes campestres, las propuestas para creación de centros comerciales, universidades privadas fomentadas, en gran medida por la accesibilidad de las vías de comunicación ya existentes y en construcción. Actualmente en la Sierra ya existen tanto al interior como en las faldas importantes zonas urbanas residenciales que han significado el deterioro ambiental y ecológico como: los fraccionamientos Hacienda Jajalpa, Residencial Tires, Villa Alpina, Condados de Sayavedra, Interlomas, Bosque Real; proyectos de universidades (ya en ejecución); propuestas de Centros Comerciales que permitan la recreación de las poblaciones de altos ingresos en la Sierra. Aunado a esto, las autopistas en cuestión vendrán a consolidar dichos proyectos, así como a interconectar a las clases altas del poniente de la ZMVM con el aeropuerto de Toluca (ZMVT). - Página de la tesis: 244.
19	<b>Industria Parques</b>	La industria es un motor para el desarrollo económico, aunque esto implique la afectación y deterioro de la naturaleza. En las tres zonas metropolitanas encontramos aproximadamente 30 Parques y zonas industriales dedicadas a la producción automotriz, de plástico, confección, papel-cartón, química, metalúrgica, farmacéutica, agroquímica, electrónica, cristal, bebidas, reciclaje, maderera, construcción, alimentos, etc. en donde en sus procesos específicos de producción requieren materia prima e insumos provenientes de la Sierra (como agua, madera, arcillas, arenas, etc.) así como produce cantidades de desechos sólidos y líquidos peligrosos que son descargados a los cuerpos de agua, contaminan el suelo, aire, etc. Asimismo, el intercambio de mercancías requiere vías de comunicación, que han ido deteriorando el socio-ecosistema. - Página de la tesis: 321.

20	<b>Incremento de asentamientos humanos</b>	Entre los asentamientos humanos destacan las poblaciones periféricas a las zonas metropolitanas que han recibido migraciones de población provenientes de diversas partes de la republica asentándose de manera irregular. En muchas de las poblaciones rurales ubicadas dentro de la Sierra y/o en sus faldas, dedicadas principalmente a las actividades agrícolas se han dado procesos irregulares de compra-venta de terrenos para construcciones de viviendas y comercios privados. Asimismo, los procesos de urbanización por el incremento de las actividades terciarias y secundarias periféricas, pero también al interior de la Sierra, han incidido en la descomposición social-cultural y ambiental en la Biorregión. Aunado al incremento de fraccionamientos privados de intereses sociales medios y altos, que han incursionado físicamente en el socio-ecosistema, ha venido a profundizar la problemática ecológica de la Sierra, al generarse una mayor dinámica socioeconómica en la zona, una fragmentación cultural y un resquebrajamiento de las relaciones sociales comunitarias con la naturaleza. Las vías de comunicación han generado una mayor penetración de la propiedad privada, contaminación del aire, suelo, agua por las actividades humanas, pérdida de áreas agrícolas, pérdida de áreas forestales, vulnerabilidad de la flora y fauna, mayor consumo de elementos naturales: agua, tierra (para construcciones), incrementándose así el daño ambiental. - Página de la tesis: 257.
21	<b>Cambios al uso del suelo</b>	El suelo es un elemento natural. El cambio al uso del suelo es la modificación que el ser humano puede darle a un espacio natural o a un suelo previamente destinado para una actividad específica jurídicamente permitida o no, por otra, lo que se considera como cambio al uso del suelo, y que inevitablemente conllevará una modificación al terreno e indudablemente tendrá efectos y alteraciones socioambientales distintos. El suelo tiene un papel fundamental ya que es sobre éste donde se dan esas relaciones socioculturales, económico-productivas, además de que se utiliza e intercambia y se delimita territorialmente. Es visto como una "mercancía" sui generis a la que se le da un valor de uso y valor de cambio sin haber sido producto del trabajo humano, y más allá de que del suelo no podemos prescindir (Harvey, 1985), al ser tan indispensable para el ser humano tiene un valor, pero este valor no sólo depende del uso que le damos, adquiere relevancia en el proceso de consumo, cuando los valores de uso pueden ser intercambiables (valor de cambio) mediante una relación social en donde intervienen individuos independientemente unos de otros, pero lo hacen únicamente en su calidad de poseedores (del suelo) y en donde este tiene un precio. Entre los actores participantes del proceso de cambios al uso del suelo en la Sierra se encuentra la población inmigrante o proveniente de otras localidades, pequeños productores, así como los propietarios de los ejidos. También existen grupos y organizaciones sociales en ciertas poblaciones como El Hielo, San Luis Ayucan, La Unidad Huitzilalpan entre otras, que se han visto beneficiadas por la existencia de ciertas infraestructuras, mismas que han alentado los procesos de invasión de suelo forestal para la apropiación irregular de terrenos, mismos que son vendidos, propiciando el crecimiento físico de las localidades por incrementos de asentamientos humanos. Los cambios al uso del suelo no se manifiestan únicamente de manera biofísica y/o jurídicamente en el territorio, sino también en la modificación sociocultural y ambiental de las poblaciones (y su gente) dentro del socio-ecosistema.- Página de la tesis: 358.
22	<b>Conflictos por la tierra</b>	Este fenómeno en la Sierra está más asociado a procesos de expropiación, venta clandestina, apropiaciones ilegales de particulares (en contubernio con las autoridades locales) y del mismo gobierno, para proyectos diversos, entre los que destaca la construcción de autopistas, desarrollo de fraccionamientos, clubes campestres; y por el otro, está asociado a la privatización de las tierras agrarias por particulares que se han ido adueñando de grandes extensiones para el fraccionamiento de tierras y venta de lotes, para actividades comerciales y pecuarias bajo la permisividad del gobierno local, estatal y federal. - Página de la tesis: 360.
23	<b>Deforestación</b>	De acuerdo al INE, en México se pierden 150,000 Ha de superficie forestal al año. Aunque datos de Greenpeace estiman que son más de 300,000. La Biorregión se encuentra en una situación crítica debido a la deforestación por tala ilegal, aumento de asentamientos humanos, actividades agropecuarias, minas, apertura de nuevos caminos, etc. Esto repercute en la alteración del ecosistema, al quedar menos territorio para la biodiversidad autóctona y endémica, que tiene una función específica dentro del ecosistema. En la SC se han identificado diversas zonas donde se realiza la tala clandestina (Véase mapa: Extracción de elementos naturales de la Sierra). Asimismo, la pérdida de humedales, de ríos, manantiales, son resultado de la sobreextracción del agua por poblaciones cercanas, que han generado pérdida de humedad de ciertas zonas propiciando la muerte de especies arbóreas, lo cual contribuye a la pérdida de bosques en la Sierra. - Página de la tesis: 407.



24	<b>Deterioro ambiental</b>	<p>El avance urbano ha originado asentamientos humanos y cambios al uso del suelo sobre áreas agrícolas o forestales, lo cual conlleva un efecto negativo sobre la flora y fauna previamente existente, así como en la degradación del suelo y contaminación del agua, entre los más importantes; El acceso restringido a la tierra y la cada vez mayor división de ésta debido al aumento de la población, dan como resultado pequeñas unidades agrícolas. Estas unidades están localizadas en áreas con bajo potencial para la actividad primaria, y regularmente pertenecen a gente pobre, que ante la necesidad de tener un espacio propio, muchas veces ignora la relevancia de la naturaleza inmediata, y la agota o extermina, no considerando los diversos servicios ambientales que brinda; la transformación de los elementos naturales en la SC, particularmente por los usos del suelo habitacional y la pérdida de las actividades primarias por la falta de apoyos económicos para reactivar los sistemas productivos agrícolas; el aumento de las actividades pecuarias, los cambios al uso de suelo (en términos de agricultura) de cualquier tipo de cultivo hacia la ganadería conlleva la remoción parcial o total de la vegetación, compactación y erosión del suelo; la pérdida de biodiversidad (flora y fauna), lo cual ha ocasionado que cada vez pierdan terreno ante las actividades humanas y se encuentren en peligro de extinción; la extracción irracional de materia bruta (madera, materiales pétreos, arena, tierra) principalmente para su comercialización en procesos industriales, significa el desmonte de cerros, reblandecimiento de la tierra, generando la pérdida de nutrientes y zonas sin cobertura vegetal fácilmente erosionables; el aumento de los niveles de contaminación del aire y agua, por desechos orgánicos e inorgánicos y que en muchos de los casos no son biodegradables; la falta de infraestructura para disponer y tratar las aguas residuales; la creciente disminución en el caudal de los ríos, arroyos ha incidido en la escasez de agua potable y la deficiente prestación del servicio, especialmente en los asentamientos ubicados en las zonas altas de la Sierra; la disposición inadecuada de las excretas y desechos sólidos en barrancas también contribuyen al deterioro ambiental. - Página de la tesis. - 308.</p>
25	<b>Transporte</b>	<p>El transporte ha incursionado en relación con la existencia de vías de comunicación. Se ha extendido de manera paulatina y notable a casi todas las comunidades de la SC. Entre el tipo de transporte que hay se encuentran autobuses que con rutas al interior de la sierra, pero también que llevan a alguna de las zonas metropolitanas como: microbuses, camionetas, taxis y por supuesto los vehículos de carga y particulares. En términos ambientales resulta cada vez más un problema, ya que al tener motores de combustión, generan emisiones de monóxido de carbono, hidrocarburos, óxido de nitrógeno, hollín así como ruido. Al ser muchos vehículos de modelos viejos, escurren lubricantes, aceites, así como muchas de sus piezas y/o refacciones como llantas, acumuladores, tapones, bujías, son tiradas a escurrimientos, cuerpos de agua, cañadas, lo que contribuye al deterioro del socio-ecosistema. - Página de la tesis: 331</p>
26	<b>Vías de comunicación</b>	<p>Son muchas las vías de comunicación que se encuentran en la Sierra. De entre autopistas de peaje, carreteras, caminos pavimentados y de terracería destacan la México-Toluca, Naucalpan-Toluca, La Marquesa - Huixquilucan, Naucalpan - Jilotzingo, Huitzilac-Santa Marta, Huixquilucan- La Magdalena Chichicarpa, La Magdalena Chichicarpa - San Pablo Chimalpa entre otras autopistas que están en proyecto y ejecución como la Naucalpan - Toluca y Lerma - Tres Marías. Estas vialidades han sido un factor esencial para entender los procesos de transformación biofísica, pero también sociocultural y ambiental. Resultan condiciones ideales para las actividades socioeconómicas por medio de las cuales se alientan las actividades de intercambio entre metrópolis y al interior de las poblaciones de la Sierra, los cambios al uso del suelo por asentamientos humanos y actividades comerciales; se fomenta la incursión del transporte, la tala clandestina, la apertura de nuevos territorios para las actividades humanas así como una fragmentación y deterioro del socio-ecosistema. - Página de la tesis: 325.</p>

27	<b>Agua potable (consumo humano)</b>	<p>La disponibilidad de agua en la Sierra es evidente. La presencia de ríos, arroyos y ojos de agua permanentes que en gran medida provienen de las partes más altas del sistema montañoso dotan de importantes volúmenes de agua a las poblaciones. En la mayoría de las localidades de la Sierra, el agua se encuentra próxima, ya que los asentamientos están cercanos a riachuelos y manantiales permanentes. Otra forma de obtención de agua potable es por medio de los pozos, aunque muchos se han secado como en las poblaciones de El Guarda o El Hielo, donde las personas obtienen el agua por medio de pipas. Asimismo, existen localidades donde el agua es suministrada por medio de la red del sistema Cutzamala que llena pequeñas presas de las poblaciones de Dos Ríos, La Pera, el Obraje, San Ramón, etc. El agua cada vez se ha vuelto una problemática por el aumento de viviendas, actividades comerciales y de habitantes, así como por la disminución de los afluentes. Entre las diversas formas de obtención de agua de las comunidades destacan: manantiales, arroyos, ojos de agua, ríos que por medio de infraestructura y bombeo permiten su aprovechamiento. Asimismo, existen pozos, cárcamos, tanques artificiales que provén solo a ciertas poblaciones (principalmente las que tienen un gran número de habitantes). Por otro lado, entre los organismos que administran el agua en la Biorregión están: Agua del Bloque de la Comisión de Agua del Estado de México (CAEM), Organismos Públicos Descentralizados para la Prestación de los Servicios de Agua Potables, Alcantarillado y Saneamiento (OPDAPAS) de ciertos municipios, y el Sistema Cutzamala que atraviesa parte de la Sierra, mismo que también suministra un pequeño volumen a ciertas poblaciones como Huixquilucan, Dos Ríos, entre otras. - Página de la tesis: 240.</p>
28	<b>Energía eléctrica</b>	<p>Existen actualmente plantas generadoras de energía eléctrica de la CFE en la tres metrópolis, mismas que comparten una infraestructura de electrificación por medio de cableado y torres, que conducen la energía a diversas poblaciones de la megalópolis, incluidas las de la Sierra. En la Sierra, se han removido importantes coberturas forestales, y abierto brechas para la colocación de torres y cableado necesario para generar los flujos de energía eléctrica en la megalópolis. Al igual que las vías de comunicación, estas infraestructuras han venido a deteriorar y fragmentar el socio-ecosistema. Las torres de electrificación, que muchas de ellas se internan en los bosques densos de la Sierra, generan un ruido constante y muy fuerte debido al alto voltaje de los flujos de energía que pasan por su cableado, incidiendo en la tranquilidad del ecosistema.</p> <p>En las poblaciones, más allá de que dicha infraestructura ha implicado el fácil acceso (muchas veces irregular) a este tipo de energía, también genera problemas relacionados con la contaminación visual por el cableado, que en muchos de los casos se pueden apreciar los denominados "diablitos" los cuales pueden generar cortos e inclusive incendios. Por este motivo, básicamente todas las poblaciones de la Sierra cuentan con electricidad en sus viviendas. - Página de la tesis: 343.</p>
29	<b>Drenaje</b>	<p>El sistema de drenaje se ubica principalmente en localidades que son cabeceras municipales o en poblaciones cercanas a estas. Muchas veces es a cielo abierto, y es canalizado hacia barrancas principalmente. La mayoría de las poblaciones enclavadas al interior de la Sierra no cuenta con este tipo de infraestructura, por lo que las aguas domesticas son descargadas a los ríos o a las calles, aunque también se utilizan letrinas.</p> <p>El drenaje, al no tener una infraestructura que permita canalizarlo e incluso, sanear este tipo de descargas, se vuelven un factor de contaminación de suelo, agua y aire. Página de la tesis: 389.</p>
30	<b>Tiraderos de basura</b>	<p>Son áreas destinadas para la disposición de residuos sólidos generadas por las poblaciones de la Sierra, pero sobre todo de las metrópolis. Son materia en descomposición, objetos o productos que la gente desecha. Pueden ser de origen orgánico o inorgánicos, algunos considerados peligrosos como el caucho de las llantas, plásticos, envolturas, metales, materiales biológico-infecciosos, etc. que en muchos de los casos sus lixiviados van a parar a los ríos, se filtran a la tierra contaminando el agua y el subsuelo, además de generar fauna nociva y enfermedades para la población en donde se encuentran estos tiraderos al aire libre como en los casos de Yancuitalpan, Santiago Analco, Puerto el Guarda, Huitzilac, Chimalpa, San Luis Ayucan, entre otros. - Página de la tesis: 349.</p>
31	<b>Seguridad</b>	<p>La seguridad, al igual que en el resto de México, es un tema muy cuestionado en la Sierra. Las expresiones del narcotráfico relacionadas con secuestros, ejecuciones, intimidaciones, delincuencia, narcomenudeo son reales y en algunos municipios, se han detenido incluso a autoridades públicas que están coludidos con distintas organizaciones como La Familia o los Caballeros Templarios. Hay una tensión social clara principalmente en municipios como Huixquilucan, Lerma, Naucalpan, Tlazala, Nicolás Romero, y en el caso de Huitzilac con talamontes y autoridades corruptas.</p> <p>Asimismo, la presión ejercida por las autoridades estatales y federales en contra de las organizaciones indígenas defienden el medio ambiente, ha venido a generar miedo y a deteriorar aún más las relaciones entre las organizaciones comunitarias y los gobiernos estatal y municipales. - Página de la tesis: 243.</p>

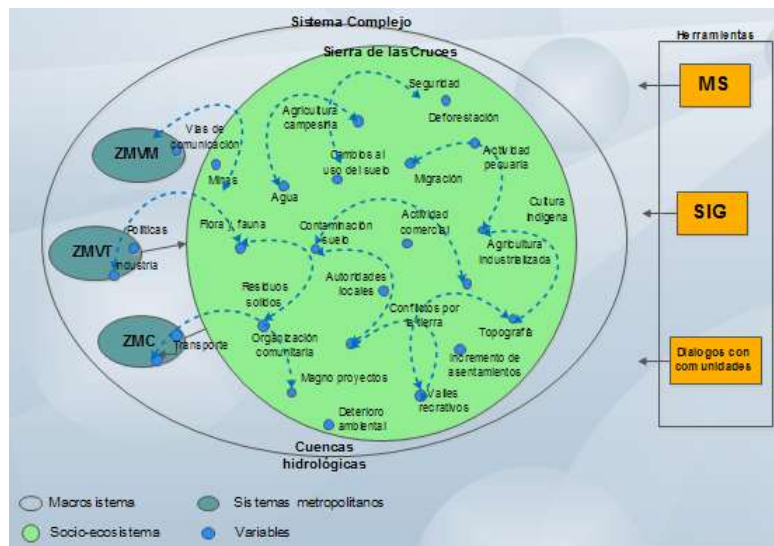
32	<b>Autoridades locales municipales</b>	<p>Es uno de los actores principales en la Biorregión. Al circunscribirse muchas de las problemáticas agrarias, ambientales, económicas, sociopolíticas y culturales a los límites territoriales de los municipios. Además de gestionar una diversidad de trámites (programas de apoyos al campo, arreglar conflictos por la tierra, tramitar permisos para cambios al uso del suelo, establecimientos mercantiles, etc.), también provee (con la modificación 115 constitucional que le da más atribuciones a los municipios) servicios de limpieza, pavimentación, seguridad, electrificación, agua potable, drenaje, que en muchos de los casos son deficientes y de poca cobertura en los municipios, además de las consecuencias ambientales que estos elementos pueden ocasionar. Sin lugar a dudas, el papel del gobierno local en diversos fenómenos socioambientales es crucial, en gran medida, porque la transformación de la estructuras sociales agrarias, el aumento de asentamientos humanos privados (algunos de ellos residenciales), clubes campestres, establecimientos comerciales, cambios al uso del suelo, están íntimamente ligados a las gestiones políticas de las administraciones en turno (ya sean municipal o local como el caso de las agencias en los pueblos grandes de la Sierra). La modificación del socio-ecosistema está intrínsecamente relacionada a la gestión de las autoridades locales, debido a que tiene una gran atribución en cuanto a recursos económicos para resolver las carencias y problemáticas de índole político y ambiental. El papel que puede tener las autoridades en el desarrollo y mejoramiento de las condiciones socioambientales y de vida de la población mediante diversas acciones es de vital importancia. Aun cuando hay cierta desconfianza entre los habitantes debido a la nula aplicabilidad de la ley en materia agraria, ambiental así como facilidades para el cambio del uso del suelo. Asimismo, las comunidades han acusado a los gobiernos locales de estar en contubernio con gobiernos de otros niveles y con empresarios para el despojo de tierra y el beneficio del capital por medio de proyectos económicos que ya están en marcha. - Página de la tesis. - 242.</p>
33	<b>organización comunitaria</b>	<p>La organización comunitaria entre las poblaciones ubicadas en la Sierra es determinante para salvaguardar su cultura Otomí y por tanto su naturaleza. Recientemente está latente el movimiento Frente de Pueblos Originarios en Defensa del Medio Ambiente (FPDMA) en donde se han manifestado en contra de la inminente construcción de la Autopista de cuota Naucalpan-Toluca, así como de proyectos consistentes en fraccionamientos privados que implicaran el agravamiento del ya deteriorado ecosistema de montaña. Asimismo, pese a que muchos de los núcleos agrarios se han inscrito al PROCEDE, continúan habiendo muchos sujetos agrarios y sus familias que buscan mantener sus formas de organización comunitarias que tienen como base de su desarrollo a la tierra y la naturaleza. La unión comunitaria, sin duda, es una estrategia de conservación, que como movimiento social pro ambiente, resulta fundamental para mitigar muchas de las problemáticas en la Sierra. La lucha de las comunidades por defender su patrimonio (la tierra) y la naturaleza ha sido evidente por medio de confrontaciones contra las autoridades locales, como en el caso del proyecto de la autopista Naucalpan – Toluca, el cual no ha sido iniciado por las manifestaciones en contra. - Página de la tesis: 302.</p>
34	<b>Cultura indígena campesina</b>	<p>La cultura es parte importante en los poblados de la Sierra. Es un bagaje de herramientas, conocimiento y comportamientos adquiridos, que se transmiten de una generación a otra en relación con sus formas de vida, organización social y preservación de su naturaleza. Asimismo destacan infinidad de fiestas distintivas de cada poblado de la Sierra, mismas que de acuerdo a las comunidades, son actos de consolidación de sus tradiciones, así como vínculos sociales de unas comunidades con otras, y formas de dar a conocer sus historias. La cultura se mantiene por medio del traspaso generacional de su bagaje cultural a los individuos que conforman su estirpe, pero también se ha visto afectada por la incursión de formas socio-culturales de carácter urbano-metropolitano, mismas que han permeado y ganado terreno a estas formas de organización socio-culturales tradicionales de la Sierra. - Página de la tesis: 303.</p>
35	<b>Políticas neoliberales</b>	<p>A partir de la década de los noventa del siglo XX, el país y específicamente su economía, dio un viraje de una economía cerrada (Estado Benefactor) a una economía abierta (Estado neoliberal).</p> <p>Entre los diversos mecanismos, estrategias y políticas neoliberales se encuentran la firma del TLCAN, la modificación al artículo 27 constitucional, el diseño del PROCEDE, la disminución de apoyos al campo, el fin del reparto agrario, la eliminación de contratos colectivos, el traspaso de paraestatales a privados, la menor intervención del Estado en la economía del país, etcétera (Pradilla, 1992), lo que ha significado poner en bandeja de plata la riqueza natural y social a empresas transnacionales, y específicamente, al gobierno norteamericano, estandarte mundial de las relaciones sociales de producción, mismas que están llevando al colapso a infinidad de ecosistemas en el planeta. - Página de la tesis: 298.</p>

36	<b>Migración - Inmigración</b>	<p>La inmigración es un proceso social que repercute socioambientalmente en la Sierra. Está constituida por procesos de invasión de suelo agrario y forestal por personas provenientes de diferentes partes del país, que al no encontrar opciones de suelo barato en las metrópolis, tienden a asentarse en las partes periféricas donde se encuentran la frontera agrícola y forestal. Asimismo los ejidatarios y comuneros son partícipes de estos procesos al vender sus tierras a especuladores del suelo. También existen empresas inmobiliarias que han adquirido grandes extensiones de suelo en la Sierra para producir fraccionamientos residenciales para personas de ingresos socioeconómicos altos.</p> <p>Estos procesos de inmigración de gente no nacida en la Sierra, constituye el principal paso para la pérdida de identidad, costumbres, tradiciones y valores asociados con la cultura comunitaria.</p> <p>Asimismo, el proceso de incorporación de poblaciones indígenas a las actividades urbanas y megalopolitanas, es el paso también, hacia la venta de sus terrenos y cambio de uso del suelo. Lo que significa la inserción de sus tierras a los procesos socioeconómicos y productivos capitalistas. Aunado con las políticas neoliberales, mismas que han tenido efectos evidentes en las poblaciones campesinas al proletarizarlos (Schoijet, 1992), la migración y la inserción de la poblaciones indígenas al sistema económico capitalista, crea condiciones inmejorables para la extensión del modo de producción capitalista. - Página de la tesis: 351.</p>
----	--------------------------------	---

Fuente: Elaboración propia con base en el Manual de Métodos:  
*Modelo de sensibilidad Prof. Vester, Schwanck J. y Ehnis A., 2004*

La tabla anterior, nos permite identificar las variables/subsistemas, que como componentes esenciales, son la estructura del ecosistema SC. Asimismo nos permite entender las fases siguientes en donde se utiliza la herramienta biocibernética del MS. Antes de esto, presentamos un diagrama que muestra los elementos (ya desarrollados a lo largo del documento) y sus interacciones dadas en el sistema complejo SC (**Véase diagrama: Sistema complejo Sierra de las Cruces**).

**Diagrama: Sistema complejo Sierra de las Cruces**



Fuente: Barrera, Herman (2013b), "Modelación biocibernética de las problemáticas socio ambientales en la Sierra de las Cruces", *Investigación y Diseño*, Anuario de Posgrado 09, UAM-Xochimilco. Véase también, ponencia (resumen en proceso de publicación) presentada el 13 septiembre de 2013, en Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.

Una vez identificados los 36 componentes antes mencionados, posteriormente se realiza una matriz de criterios (**Véase tabla: Matriz de Criterios**), por medio de la cual se evalúa la incidencia de cada uno de estos subsistemas en un contexto específico, asignándoles criterios dados por el mismo modelo: ámbitos vitales, categoría física, categoría dinámica o relación sistémica.

Como vemos en la tabla: **Matriz de criterios**, además de los cuatro criterios mencionados, éstos, a su vez, se dividen en subcategorías de la siguiente manera. Para ámbitos vitales: actividades (ventas, utilidades, comercio, puestos de trabajos, servicios, producción, inversiones), población (quienes están presentes: clientes, turistas, accionistas, sindicatos, comisiones, organizaciones campesinas, etc.), espacio (distribución, superficies, almacenamiento, distancias), calidad de vida (motivación, seguridad, identificación, habitabilidad, creatividad, ausencias), ciclo de vida<sup>7</sup> (meteorológico, hídrico, flora, fauna, clima, producción), capital natural (consumo de elementos naturales, agua, energía, reciclaje, etc.), infraestructura (transporte, caminos, información).

Para la categoría física están: materia (edificios, materia prima, medios de producción, personas, animales, plantas, medios de transporte), energía (consumo de energía, fuerza de trabajo, fuentes de energía, poder económico, poder de decisión) e información (medios, decisiones, concientización, intercambio de información, instrucciones, percepción, aceptación); categoría dinámica: dimensión funcional-flujo (consumo de energía, tráfico vehicular, movimientos de conmutación, instrucciones, atractividad), dimensión estructural (áreas verdes, densidad poblacional, red vial, accesibilidad, diversidad laboral, distribución centralizada o descentralizada, jerarquía), dimensión temporal (trabajo estacional, junta de campaña electoral, factores climáticos, horarios, controlaría fiscal) y dimensión espacial (tamaño de tráfico, aguas residuales, áreas naturales protegidas, fondo de promoción estructural, programas de asistencia social).

---

<sup>7</sup> Tanto en las subcategorías calidad de vida y ciclo de vida encontramos un error del software MS, debido a que el concepto está mal escrito, por lo que en la tabla: Matriz de criterios, se puede ver ya la corrección con letra distinta.

Por su parte, en la categoría relación sistémica incluye las subcategorías: abre por entradas (precipitación, tiraderos, importaciones, tráfico turístico, decretos y decisiones supra regionales, subvenciones), abre por salidas (desagües, emigrantes laborales, conmutadores, exportaciones, impuestos supra regionales, imagen, publicidad), internamente afectable (asociado a elementos que a través de procesos de toma de decisiones son conducibles desde adentro del sistema) y externamente afectable (elementos que están sujetos a decisiones que se toman desde afuera del sistema considerado).

El entendimiento y asignación de estos criterios preestablecidos por el MS, mismos que destacan la cualidad y especificidad sistémica de cada uno de los subsistemas/variables, permite que su categorización sea más precisa con respecto al sistema complejo estudiado. De este modo, se coloca un ovalo negro (con valor de 1) o transparente (con valor de 0.5) según sea su nivel de aplicación en cada de los recuadros, como se muestra en la *matriz de criterios*.

Al final de cada columna, podemos ver su sumatoria final, y en cada fila podemos ver las propiedades que tiene cada variable en relación a las categorías antes mencionadas. De este modo, podemos ver, que las categorías, y específicamente, las subcategorías más recurrentes y que más se presentan en un cierto número de subsistemas/variables están: espacio, ciclo de vida, así como muchas de estas tienen la propiedad tanto de generar flujos de energía, materia, información por medio de salidas pero también por entradas al sistema.

Una vez asignado las propiedades vitales, físicas, dinámicas y sistémicas, el siguiente paso fue construir la tabla: **Matriz de influencia**. Por medio de la correlación entre las V (las cuales se presentan en filas y columnas) se asignan distintos valores para conocer su nivel de sensibilidad en el ecosistema SC. De este modo, el nivel de influencia está determinado por los rangos de valor que van de 0 a 3, donde 0 significa que no influye; 1 influye poco; 2 influye y 3 influye mucho (**Véase tabla Matriz de Influencia**).

Posteriormente se realizan ciertos procedimientos aritméticos para conocer el rol biocibernético de cada uno de las 36 subsistemas que componen a la Biorregión. En la parte final de cada fila, está la suma activa (SA) y en la parte final de cada columna esta la suma pasiva (SP). De este modo, se multiplica SA por SP y el resultado es un índice, en este caso: P. Después se divide SA entre SP y el resultado se multiplica por 100 con la finalidad de obtener un coeficiente de correlación<sup>8</sup> (Cox100) (Schwanck J. y Ehnis A., 2004).

En esta etapa biocibernética del MS surgen los siguientes cuestionamientos sobre la modelación que estamos haciendo al ecosistema SC: ¿Cuáles variables pueden llevarlo a un riesgo de colapso? ¿Qué elementos pueden contribuir a estabilizar y/o conducir el ecosistema SC a niveles de un desarrollo socioambiental deseado? ¿Cuáles elementos transmiten cierta inercia y eventualmente pueden amortiguar fuertes modificaciones y alteraciones? ¿Qué nuevas propuestas podrían ayudar a revertir las tendencias actuales de colapso del ecosistema SC?

Como podemos ver en la *Matriz de influencia* hay tres recuadros rojos que destacan los P (índices) más altos, que son de los subsistemas/variables: cultura campesina, zonas metropolitanas e incremento de asentamientos humanos; asimismo hay dos recuadros que destacan a las variables con los coeficientes (Co) más altos: inmigración y políticas neoliberales. Estos respectivos valores altos no significan que sean los subsistemas más importantes o principales del ecosistema, pero si nos pueden dar una idea de su capacidad de incidir fuertemente dentro de este sistema complejo. De acuerdo a Shih-Liang Chan, Shu-Li Huang (2004) los subsistemas con P altos significa que tan pronto como algo pueda alterar al sistema, esta variable se verá rápidamente afectada de manera significativa; mientras que los subsistemas con bajo valor Co significan que son poco alterables, es decir, puede pasar muchas cosas sin que se modifica sustancialmente a este tipo de variables.

---

<sup>8</sup> El coeficiente de correlación múltiple establece una medida del grado de asociación lineal entre la variable A y la variable B.

Simultáneamente a la elaboración de la Matriz de influencia, el MS nos presenta una tabla denominada *Índice de influencia*, en donde se muestra de manera más detalla, los valores de cada variable/subsistema y su categorización en 14 diferentes dimensiones: muy crítico, crítico, ligeramente crítico, neutral, poco amortiguador, amortiguador, muy amortiguador, muy activo, activo, ligeramente activo, neutral, ligeramente reactivo, reactivo y muy reactivo (**Véase tabla: Índice de Influencia**).

**Tabla: Índice de influencia**

ACTIVO	REACTIVO	Valor Co	CRÍTICO	AMORTIGUADOR	Valor P
<b>MUY ACTIVO</b>			<b>MUY CRÍTICO</b>		
35 Políticas neoliberales		4,32	20 Incremento de asentamientos		7533
<b>ACTIVO</b>			7 Cultura campesina		7056
33 Migración		2,64	21 Zonas metropolitanas		6205
34 Megaproyectos metrop.		2,28	24 Organizaciones comunitaria		4794
26 Topografía		2,10	15 Comercio		4736
20 Seguridad		2,08	22 Industria manufacturera		4243
7 Cultura campesina		1,97	9 Agua y escarmentito		4182
32 Extracción de elementos nat		1,93	30 Deterioro ambiental		4091
36 Valles recreativos		1,91	3 Actividad pecuaria		4060
22 Industria manufacturera		1,78	34 Megaproyectos metrop		3990
<b>LEGERAMENTE ACTIVO</b>			2 Agricultura industrializada		3953
16 Vías de comunicación		1,53	17 Agua para consumo humano		3848
23 Autoridades municipales		1,44	24 Valles recreativos		3696
21 Zonas metropolitanas		1,42	11 Contaminación del agua		3223
<b>NEUTRAL</b>			12 Contaminación del suelo		3203
19 Residuos sólidos		1,22	1 Agricultura campesina		3142
10 Cambios al uso del suelo		1,21	33 Migración		3148
15 Comercio		1,16	<b>CRÍTICO</b>		
29 Incremento de asentamientos		1,15	14 Transporte		2050
29 Energía eléctrica		1,11	16 Vías de comunicación		2838
5 Siderostación		0,98	10 Cambios al uso del suelo		2794
2 Agricultura industrializada		0,88	6 Fianza		2784
12 Contaminación del agua		0,87	5 Deforestación		2682
11 Contaminación del suelo		0,81	27 Conflicto por la tierra		2552
3 Actividad pecuaria		0,83	23 Autoridades municipales		2429
18 Drenaje		0,82	25 Clima		2194
28 Clima		0,81	<b>LEGERAMENTE CRÍTICO</b>		
27 Conflicto por la tierra		0,74	31 Naturaleza abiótica		1990
<b>LEGERAMENTE REACTIVO</b>			19 Residuos sólidos		1665
17 Agua para consumo humano		0,73	13 Contaminación del aire		1545
30 Deterioro ambiental		0,70	35 Políticas neoliberales		1550
9 Agua y escarmentitos		0,69	0 Fianza		1466
31 Naturaleza abiótica		0,62	<b>NEUTRAL</b>		
<b>REACTIVO</b>			29 Energía eléctrica		1440
1 Agricultura campesina		0,58	32 Extracción de elementos nat		1454
24 Organizaciones comunitaria		0,54	10 Drenaje		1110
13 Contaminación del aire		0,53	<b>POCO AMORTIGUADOR</b>		
<b>MUY REACTIVO</b>			26 Topografía		924
6 Fianza		0,37	<b>AMORTIGUADOR</b>		
4 Piscicultura		0,36	20 Seguridad		596
8 Fianza		0,19	<b>MUY AMORTIGUADOR</b>		
			7 Cultura campesina		440

Fuente: Elaboración propia con base en el *Manual de Métodos. Modelo de Sensitividad Prof. Vester. System Tools*, Schwanck J. y Ehnis A., 2004.

En un primer momento, la tabla: *Índice de Influencia*, nos muestra los primeros indicios sobre lo que buscamos saber en las preguntas anteriores, por ejemplo, en qué medida una variable incide en lo general en el ecosistema; qué tan fuerte interfiere en los sucesos. Para ello sirven los índices de influencia (valores Co y P), ya que describen el producto de las sumas activa (SA) y pasiva (SP); mientras mayor es este producto, mayor incide la variable/subsistema en el comportamiento del sistema complejo (Schwanck J. y Ehnis A., 2004).

Por un lado, los resultados de las tablas *Matriz de Criterios* e *Índice de Influencia* indican que hay elementos más activos, reactivos, críticos o amortiguadores que otros. El valor



muy crítico, si es negativo, es aquel que no debe sobrepasarse por que la afectación en el sistema podría ser irreversible. Por otro lado, los subsistemas/elementos en situación crítica requieren ser vigilados para saber si su incidencia en el ecosistema modifica positiva o negativamente. El valor reactivo muestra la existencia de variables/elementos que pueden reaccionar positivamente o negativamente ante una determinada afectación El valor activo indica que una variable esta propensa a un impacto y que se puede modificar (en caso de ser negativa) si se actúa de inmediato.

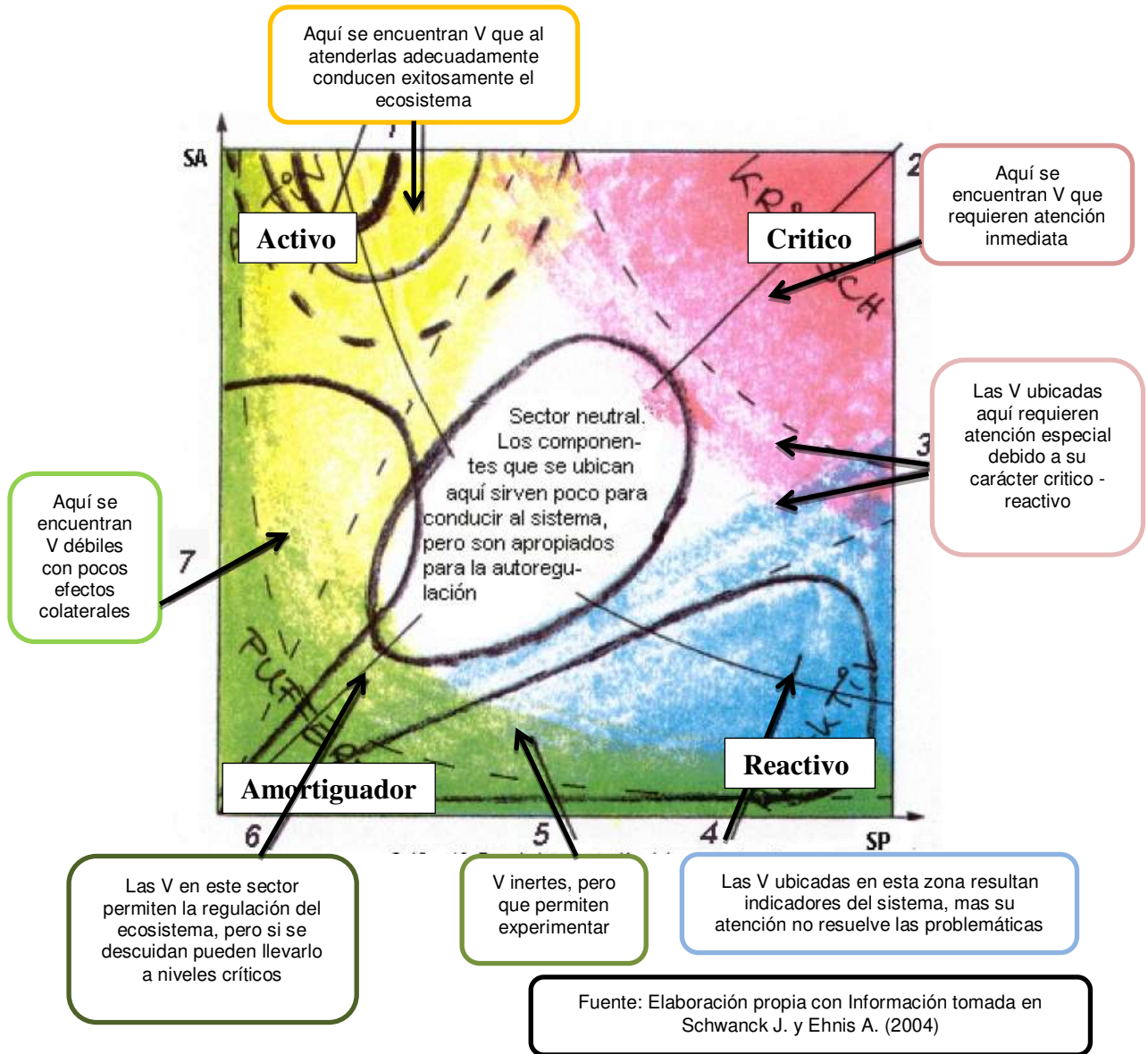
Los valores Co altos o medianamente altos, junto con los P altos (subsistemas/variables: 22 Industria manufacturera, 34 magnoproyectos metropolitanos, 7 cultura campesina, 36 valles recreativos y 33 migración) indican que son dominantes en el ecosistema pero que también conllevan efectos negativos que deben ser tratados con la finalidad de poder revertirlos. Mientras que los subsistemas con alto valor Co pero bajo valor P (26 orografía-topografía, 20 seguridad y 7 cultura campesina) indican que pueden influenciar positivamente al resto de los elementos si se siguen las acciones necesarias.

Se podría pensar que mientras menor es el producto en la SA y/o SP menor incide la variable en el comportamiento del sistema (carácter amortiguador). Esto no es del todo cierto, y está determinado por el resto de los componentes en cuestión, es decir, si son activos o bien pasivos. Por lo demás, una simple adición de la suma activa y la pasiva daría una medición y un rol de sensibilidad distintos De hecho, en la realidad las cosas se comportan también de tal forma que con cada efecto adicional sobre otra parte del sistema las acciones y reacciones no únicamente se suman, sino que debido a los retroefectos asociados se multiplican (Schwanck J. y Ehnis A., 2004).

A lo anterior, el MS permite generar una gráfica bidimensional denominada *Reparto de Roles* en donde con base en los resultados de la tabla *Índice de influencia*, se ubican los subsistemas de acuerdo al rol que desempeñan de manera dinámica en el ecosistema. Para esto, presentamos previamente un gráfico que explica sintéticamente el significado del *reparto de roles*. Así, de un vistazo pueden reconocerse cuatro esquinas (activa,

reactiva, crítica y amortiguador) y un centro (sector neutral) con sus características correspondientes (**Véase grafico \_\_. Significado de la gráfica Reparto de roles**).

**Gráfico\_. Significado de la gráfica Reparto de roles**



Es importante precisar su significado. De acuerdo a Schwanck J. y Ehnis A. (2004) las líneas radiales divisorias corresponden a la transición desde muy activo hasta fuertemente reactivo, tal como se calcula en la escala de los índices de influencia (valores Co y P); las hipérbolas corresponden a la transición desde fuertemente amortiguador hasta muy crítico.

Dado que todas las variables se encuentran en alguna parte del esquema axial entre “activo-reactivo” y “amortiguador-crítico”, ésta representación permite una sinopsis aproximada del diferenciado reparto de roles en el sistema. A lo anterior, la gráfica denominada del mismo nombre, con su trama de rectas e hipérbolas está dividida en 50 campos entre las 4 esquinas referenciales, ordenadas de manera entrecruzada de activo a reactivo y de amortiguador a crítico.

En este campo de “doble tensión” cada variable recibe una posición calculada con base tanto en su valorización en la matriz de influencia como en el número total de variables/elementos (Schwanck J. y Ehnis A., 2004). Así, cada subsistema se ubica según su índice de influencia entre los cuatro "puntos cardinales", revelando su rol cibernético: activo, crítico, reactivo, amortiguador o en alguna posición intermedia denominado neutral (**Véase Gráfica\_. Reparto de roles**).

De este modo, dicha gráfica nos muestra las variables/subsistemas en estado crítico, y que sin ningún cambio en sus patrones de acción están en riesgo de llevar a un colapso al ecosistema (y que presentamos en orden de sus valores índices P más altos de acuerdo a la tabla *Índice de influencia*): 28 incremento de asentamientos humanos, 7 cultura campesina, 21 zonas metropolitanas, 24 organización comunitaria, 15 comercio, 22 industria manufacturera, 9 escurrimientos, 30 deterioro ambiental, 3 actividad pecuaria, 34 magnoproyectos, 2 agroindustria, 17 agua para consumo humano (potable), 36 valles recreativos, 11 contaminación del agua, 12 contaminación del suelo, 1 agricultura campesina y 33 migración. Dichas variables se fortalecen mutuamente, y a su vez requieren del resto para poder revertir sus estados actuales.

Por otra parte, los subsistemas/variables que están en estado reactivo (V: 17 agua potable, 30 deterioro ambiental, 9 agua y escurrimientos, 13 contaminación del aire, 31 naturaleza abiótica, 1 agricultura campesina, 24 organización comunitaria, 6 flora, 4 piscicultura y 8 fauna) son indicadores con los cuales se logra intervenciones que superficialmente dan el resultado deseado, y a partir de las compensaciones sistémicas en poco tiempo pueden ser neutralizado; sin embargo, mal conducidas pueden alcanzar niveles críticos.

En el caso de los subsistemas/variables: 26 orografía-topografía, 20 seguridad y 7 cultura campesina, son amortiguadoras; y neutrales: 29 energía eléctrica, 32 industria minera (extracción de elementos naturales) y 18 drenaje. Estas variables pueden ayudar a estabilizar el ecosistema mediante la autorregulación, si no hay reacciones que las dirijan a niveles críticos. Su importancia en la autarquía del sistema se debe a que su  $Co$  (coeficiente de correlación) y sus índices  $P$  (de influencia) se encuentran, por un lado (y en el caso específico de las neutrales), dentro de un rango intermedio (véase tabla: *Índice de influencia*) lo que las coloca al centro de las 4 dimensiones (véase grafica *Reparto de Roles*). Por otro lado, las variables amortiguadoras, como su nombre lo indica, apaciguan y debilitan a las que se encuentran en estado crítico. Como podemos ver en la tabla *Índice de influencia*, su índice  $P$  se encuentra en el extremo opuesto a los niveles críticos, por lo que éstas pueden compensar los desequilibrios del ecosistema.

Los subsistemas/variables: 35 políticas neoliberales, 33 migración, 34 magnoproyectos metropolitanos, 26 orografía, 20 seguridad, 7 cultura campesina, 32 industria extractiva, 36 valles recreativos y 22 industria son activos, es decir, sus altos valores  $Co$  permiten conducir exitosamente el ecosistema si son intervenidas para fortalecer o mitigar sus efectos, ya sean positivos o negativos. Para una influencia permanente deben ser protegidas contra compensaciones internas del sistema o fortalecidas con una acción con efectos orientados en la misma dirección con la finalidad de regular el sistema complejo.

#### **4.2.1 Estructura de efectos y red de influencia**

Mientras que con la *Matriz de influencia* y el *Reparto de roles* se han podido establecer las estructuras latentes de un sistema en relación con el rol biocibernético de las  $V$  y su valor sensible, con la herramienta *Estructura de efectos* se busca rastrear e identificar los flujos, interconexiones y circuitos reguladores que actúan en el momento presente (Schwanck J. y Ehnis A., 2004). Sin embargo, todavía se desconoce el nivel de sensibilidad específico de las variables/subsistemas en su conjunto, es decir, por medio de sus entrelazamientos mediante un complejo patrón de interacciones en el ecosistema, su tendencia estabilizadora, sus valores límite, etc. Todo esto se descubre a partir de la interconexión de

los subsistemas en forma de *Estructura de efectos*. Dado que la realidad no está hecha de componentes individuales heterogéneos, sino que es un tejido de impulsos y retroefectos interconectados en el que no podemos ver los hilos conectores, por lo general este tejido (complejo) se comporta muy diferente a lo que se puede concebir a partir de un simple estudio de sus componentes (Vester, 1999).

De este modo, con la generación de dicha estructura se pueden hacer visibles aquellas relaciones de efectos entre las variables. Así, el MS nos permite realizar una serie de vínculos entre éstas con la finalidad de distinguir cuales tienen retroefectos reforzantes (se refuerzan mutuamente), y mitigantes (efectos de diferente naturaleza) con el objetivo de determinar una serie de circuitos que conforma la *estructura de efectos* del ecosistema SC, resultado de la biocibernética del sistema complejo (Barrera, 2013b).

Del análisis de las interrelaciones obtenidas de las indicaciones de la *Matriz de influencia* que caracterizan el comportamiento básico del ecosistema y el rol de los subsistemas/variables, es que podemos comprender mejor la estructura sistémica. Una *Estructura de efectos* busca además evidenciar las cadenas de impulsos y de retroalimentación entre los componentes de un determinado sistema y así simular la realidad en su interconexión multidimensional (Vester, 1999; Harrer, 2010). Las relaciones y su entendimiento entre las variables son fundamentales a estas alturas o etapa del MS. De este modo, destacamos diferentes tipos de relaciones, o también llamados circuitos reguladores, para una mejor comprensión del trabajo, de biocibernética y de la dinámica del ecosistema como tal. Asimismo, distinguimos en colores distintos al rojo, los subsistemas a los que les pusimos una mayor atención por su carácter crítico, para ligarlas con la etapa siguiente de diseño de escenarios parciales (**Véase diagrama: Estructura de efectos**).

A lo anterior, existen relaciones vinculadas por una flecha continua cuando la relación es en el mismo sentido, por ejemplo: crecimiento físico de las zonas metropolitanas (V: 21) deriva en más cambios al uso del suelo (V: 10). A su vez, una flecha punteada representa que la relación es inversa: mientras más se consolidan las políticas neoliberales (V: 35) en

el ámbito rural y forestal al generar nulos apoyos a los campesinos (o estar condicionados por intereses de grupos políticos y partidistas), permitir el fraccionamiento-venta de sus ejidos (como lo han hecho las reformas al artículo 27 constitucional a partir de 1992), expropiar tierras para los magnoproyectos metropolitanos (ejemplo son los proyectos de autopistas comandados por EPN), desaparición de los NA y sus actores sociales como son los campesinos y su cultura (por presiones políticas-coercitivas y que infunden miedo en las poblaciones), etc.; resultan cuestiones que inciden en una menor organización comunitaria (V: 24) (Barrera, 2013b).

Además de las relación de incidencia que pueda tener una variable/subsistema sobre otra (ejemplo A incide sobre B positiva o negativamente), existen relaciones cíclicas llamadas retroefectos, mismos que se pueden separar en: **reforzantes** y **contrapuestos**. Cuando hay una relación cíclica con flechas continuas, esta significa un retroefecto reforzante (cuanto más A, más B y cuanto más B mas A). Es decir, mientras más vías de comunicación (V: 16) se alienta el incremento de asentamientos (V: 28), y a su vez mientras más población, se van generando una mayor demanda y necesidad de aperturar brechas o caminos para la comunicación, transporte, cambios al uso del suelo, etc., es decir que estos elementos se refuerzan mutuamente (Barrera, 2013b).

Por otro lado, las relación cíclica con flechas punteadas significan una vinculación contrapuesta (cuanto más A menos B y cuanto más B menos A), es decir, cuanto más deforestación (V: 5), menos agua y escurrimientos superficiales (V: 9), y a su vez, con menos humedad en el ecosistema el desarrollo de la vegetación se ponen en riesgo por erosión y/o desertificación, como actualmente sucede en algunos valles de la Sierra en donde anteriormente existían arroyos y riachuelos que mantenían humectada la tierra lo que permitía el desarrollo de la flora, y que actualmente varias de sus especies arbóreas se están secando por falta de escurrimientos; esto contribuye con una pérdida de especies arbóreas y por ende de bosque. De este modo, esta relación cíclica a diferencia del retroefecto reforzante, se da de tipo **contrario**, lo que significa que cambia la intensidad de influencia en sentido opuesto y dichas variables se alejan una de la otra, se inhiben (Schwanck J. y Ehnis A., 2004).

Si ambos efectos son de diferente naturaleza (flecha punteada y flecha continua), se trata entonces de un **retroefecto mitigante**. Los retroefectos mitigantes son de interés particular porque indican una autorregulación en el sistema. Tienen la característica de suavizar alteraciones o de sobrellevarlas en un movimiento pendular, y en un sistema interconectado debieran dominar frente a los retroefectos reforzantes si se quiere que el sistema permanezca estable frente a disturbios.

A lo anterior, un ejemplo de retroefecto mitigante lo encontramos con las variables agricultura industrializada (V: 2) y de tipo campesina (V: 1). Mientras adquiere una mayor rentabilidad productiva la agricultura industrializada al poseer más apoyos crediticios y tecnologías que eficientan el proceso de producción (pero que deterioran más el ambiente), la agricultura tradicional pierde terreno y no puede competir ante un escenario socioeconómico dispar. Aunado con el empobrecimiento del campesinado (resultado del diseño de las políticas neoliberales), las formas parcelarias de producción van desapareciendo al ser cooptadas (incluida la tierra) por los sistemas productivos de tipo agroindustrial. Entonces decimos que mientras mayor es el desarrollo de la V: 2 (misma que se refuerza con otras V como: las políticas neoliberales), menor es el de la V: 1. Y a su vez, la continua desaparición de la V: 1 va fortaleciendo a la V: 2 (Barrera, 2013b).

#### **4.2.2 Circuitos reguladores como indicadores**

Con el diseño del diagrama: *Estructura de efectos*, se dispone por primera vez de un modelo que muestra las conexiones entre las variables. Dichas conexiones esenciales y los puntos clave, se reconocen inmediatamente por el número de salidas y entradas de las variables individuales, dentro de una red de retroalimentación.

Una red de retroalimentación, se construye con todos los componentes y vínculos sistémicos, a través de los cuales el cambio de uno inducirá cambios en otro componente, que a su vez inducen un cambio en un tercero o cuarto, etc.; muchas de estas interacciones pueden ser unidos entre sí en las cadenas de causa y efecto y las cadenas

de las relaciones de causa y efecto pueden cortarse a sí mismos, significando que un componente puede iniciar una secuencia de causas y efectos que eventualmente vuelve de nuevo, de manera que cada uno de los componentes en el bucle influye indirectamente entre sí (Shih-Liang C. y Shu-Li H., 2004). Un sistema puede contener más de un ciclo de retroalimentación, por lo que el comportamiento de un componente, en un conjunto de relaciones tales, es el resultado de múltiples factores que compiten e inciden (Clayton y Radcliffe, 1996). Para la evaluación de retroefectos complejos, que son decisivos para el comportamiento a largo plazo del sistema, se debe visualizar el esqueleto de relaciones entre variables definido en el **Listado de retroefectos reforzantes y mitigantes**.

### Listado de Retroefectos reforzantes y mitigantes del socio-ecosistema

Retroefectos mitigantes (398)	Retroefectos reforzantes (153)
4-11-8	1-2-1
4-36-19-11-4	3-7-3
4-36-10-12-11-4	4-36-4
4-36-10-27-24-11-4	6-8-6
1-11-4-36-10-27-24-1	21-34-21
4-36-10-27-24-7-11-4	20-32-20
4-36-10-27-24-34-11-4	1-2-3-1
1-11-4-36-10-27-24-3-1	2-3-7-2
1-12-11-4-36-10-27-24-1	7-27-24-7
3-7-11-4-36-10-27-24-3	10-27-24-10
4-36-10-27-24-7-32-11-4	14-21-34-14
4-36-10-27-24-28-18-11-4	14-21-34-14
4-36-10-27-24-28-19-11-4	16-27-24-16
4-36-10-27-24-28-32-11-4	21-34-29-21
4-36-10-27-24-33-7-11-4	24-28-27-24
1-2-12-11-4-36-10-27-24-1	3-7-27-24-3
1-11-4-36-10-27-24-7-3-1	5-9-8-6-5
1-11-4-36-10-27-24-7-3-1	7-27-24-33-7
1-11-4-36-10-27-24-16-2-1	10-27-24-28-10
1-12-11-4-36-10-27-24-3-1	14-21-34-16-14
2-12-11-4-36-10-27-24-7-2	14-27-24-34-16
2-12-11-4-36-10-27-24-16-2	16-26-27-24-16
3-7-11-4-36-10-27-24-34-3	16-26-27-24-16
3-7-32-11-4-36-10-27-24-3	3-7-27-24-34-3
4-36-10-27-24-16-14-12-11-4	7-32-28-27-24-7
4-36-10-27-24-16-21-18-11-4	10-27-24-16-28-10
4-36-10-27-24-16-21-18-11-4	10-27-24-16-36-10
4-36-10-27-24-16-21-18-11-4	10-27-24-28-36-10

Fuente: Elaboración propia con base en el *Manual de Métodos*.

*Modelo de Sensitividad Prof. Vester. System Tools*, Schwanck J. y Ehnis A., 2004.

En el listado anterior se pueden apreciar los retroefectos mitigantes y reforzantes entre los subsistemas/variables, de los cuales nos dieron 398 y 153 respectivamente. De este modo, en la *estructura de efectos* están descritas, junto con sus interacciones, 36 variables que juegan un rol específico dentro de nuestro sistema complejo. A partir de la estructura, surgen una gran cantidad de retroefectos. Entre ellos se encuentran algunos que mediante efectos atenuantes regulan el sistema, y otros que por autoreforzamiento lo amplifican; su desempeño conjunto es fundamental con respecto al desarrollo del sistema a largo plazo.



De esta manera, la lista con 398 retroefectos mitigantes y 153 reforzantes muestra un sistema sujeto a muchas fuerzas reguladoras con procesos circulares “cortos”, es decir, con poca demora temporal sobre los retroefectos reforzantes desestabilizadores. A manera de ejemplo, podemos ver en la lista tres retroefectos sombreados (Véase *Lista de retroefectos reforzantes y mitigantes*).

Por un lado, el retroefecto mitigante: 4 piscicultura - 36 valles recreativos - 19 residuos sólidos - 11 contaminación del agua - 4 piscicultura, nos dice que la actividad piscícola realizada en su mayoría en los valles recreativos como La Marquesa, El Silencio, El Potrero, La Cantimplora, Los ajolotes, etc., se ha ido consolidando comercialmente por la existencia de otros servicios, infraestructuras y actividades de esparcimiento que los valles generan, detonado el incremento de asentamientos humanos y construcciones (Barrera, 2013b).

Es evidente que con el aumento de la población (nativa, inmigrante y visitante) en dichos valles, se generan importantes cantidades de desechos orgánicos e inorgánicos que contaminan el suelo y agua de los ríos y manantiales existentes. La piscicultura refuerza a las actividades comerciales y de servicios realizadas en los valles, al grado de incentivar el incremento de asentamientos humanos, ya sea por la llegada de gente proveniente de otros lados (como de las metrópolis) o por lugareños que se insertan a las actividades comerciales. Esto genera cambios al uso del suelo que conllevan la remoción de áreas forestales, ampliación de brechas, generación de basura, lo que repercute en un deterioro ambiental. El aumento de asentamientos humanos (viviendas, comercios) genera diversas formas de contaminación del suelo, aire y agua. En este sentido, el agua contaminada descargada por muchas viviendas y comercios sobre las barrancas y ríos existentes, más los lixiviados de la basura, han sido un factor de afectación ambiental en la Biorregión.

Por otro lado, en el caso del retroefecto reforzante 16 vías de comunicación – 21 zonas metropolitanas- 34 magnoproyectos metropolitanos -16 vías de comunicación, nos permiten inferir que las vías de comunicación han sido un agente configurador de las áreas urbanas, en gran medida, al permitir el paso del transporte público y privado, así como por

estar acompañadas de otras infraestructuras como la eléctrica y en algunos casos hidráulica.

De este modo, las infraestructuras, han consolidado el avance metropolitano al ir insertando asentamientos humanos ubicados sobre estos canales de comunicación. Como hemos visto en este trabajo, existen muchos proyectos carreteros para vincular a las ZMVM, ZMVT y ZMC, que más allá de ir ganándole terreno a la Sierra, han incorporado tierras ejidales para el “desarrollo” urbano-metropolitano (Barrera, 2012a). A su vez, este tipo de “desarrollo”, que le apuesta a mejorar la calidad de vida de los estratos socioeconómicos fundamentalmente medio-altos con los llamados magnoproyectos, van requiriendo más y más terrenos para vialidades, como en los caso de los proyectos de autopistas de cuota Naucalpan–Toluca y Lerma–Tres Marías, mismos que han significado la expropiación de tierras de ejidales y comunales, remoción de cobertura vegetal, fragmentación (aún mas) del bosque, con la finalidad de dinamizar el territorio megalopolitano.

Por otro lado, el retroefecto: 21 zonas metropolitanas – 32 extracción de elementos naturales - 28 incremento de asentamientos humanos – 29 energía eléctrica – 21 zonas metropolitanas, muestra una relación cíclica reforzante. La dinámica e interacción socioeconómica de las tres metrópolis y la existencia de poblados periféricos en proceso de incorporación a sus respectivas AU, significan procesos de transformación y modificación de la naturaleza en la Sierra. Hemos visto que actualmente en muchos poblados de la Biorregión están proliferando tanto las minas como las casas de materiales para la construcción, dando como resultado el crecimiento físico de las localidades por aumento de construcciones para viviendas, comercios y servicios. El aumento de asentamientos humanos se traduce en expansión urbana tanto de las metrópolis como de zonas periféricas al ir incorporando muchos de estas localidades. A su vez, el crecimiento de la localidad aumenta el uso de la energía eléctrica lo que va consolidando subsistemas como vías de comunicación, transporte, actividades comerciales, magnoproyectos, etc (Barreram 2012a).

Un reducido número de retroefectos indican un sistema dependiente de factores externos; y por el contrario, un sistema con muchos retroefectos indica un comportamiento autárquico o autosuficiente. La longitud de la cadena de efectos da también importantes indicios: los retroefectos “largos”, que vinculan a muchos subsistemas/variables, significan efectos retroactivos con un retraso temporal, mismos que pueden ser peligrosos por notarse generalmente muy tarde; por otro lado, los retroefectos “cortos”, entre dos o tres variables, en general significan una reacción rápida (Schwanck J. y Ehnis A., 2004).

Una retroalimentación mitigante significa un ajuste hacia el equilibrio; mientras una retroalimentación reforzante implica un rápido y creciente escalamiento. Entonces, la distribución de los circuitos reguladores “cortos” o los “largos” entre retroefectos reforzantes y mitigantes resulta decisiva, además de que el análisis del circuito regulador permite reconocer cuáles variables están conectadas (en el tejido de impulsos) con o sin retroalimentación, y si tal vez algunas de éstas sólo están conectadas entre sí mismas, formando así un subsistema aislado adherente al sistema sin retroafectarlo.

En este nivel de avance del MS, el grado de interconexión, la magnitud del flujo y la interdependencia son indicadores biocibernéticos fundamentales, que proporcionan importantes evidencias sobre los probables riesgos de colapso de un sistema (Harrer, 2010), así como la capacidad de sobrevivencia o autorregulación del ecosistema SC. Aunque estos riesgos se pueden distinguir con mayor profundidad a la hora de realizar escenarios parciales, los cuales, resultan o serían un recorte de las variables más críticas y reactivas distinguidas en la *estructura de efectos*, como se verá a continuación.

#### **4.2.4 Escenarios parciales**

Crear escenarios parciales (en adelante EP o escenario) permite analizar con más detalle la biocibernética de subsistemas particulares que son parte del sistema complejo estudiado. Debido a que es demasiado complicado realizar una simulación de todo el sistema, el MS permite enfocarnos en una parte específica del sistema, por medio de un

EP con el propósito de abrir el sistema y examinar la cibernética de las partes interesantes, diagnosticar sus problemas y posibles soluciones (*Shih-Liang Chan, Shu-Li Huang, 2004*).

Esta etapa de la modelación sirve especialmente para investigar cuestiones detalladas y para examinar escenarios específicos, que como recortes parciales (de elementos) de la *estructura de efectos*, nos resultan de gran interés, por la capacidad de conocer la biocibernética de un EP con mayor profundidad, y así poner especial atención (Schwanck J. y Ehnis A., 2004). De este modo, planteamos 4 EP, que también podríamos denominar subsistemas (mismos que son parte del sistema complejo SC) y que para efectos prácticos denominamos EP o escenario debido a que el concepto subsistema lo hemos asociado a elementos, componentes y/o variables que en este caso son 36; dichos EP son: deforestación, magnoproyectos, cultura campesina e industria, como escenarios a los cuales analizaremos, sin dejar de subrayar, que su dinámica y entendimiento es imposible sin su connotación holística y ecológica, es decir, desde su comprensión con el resto de las variables que constituyen nuestro ecosistema evitando: “seeing a tree without seeing the forest (Shih-Liang C. y Shu-Li H., 2004: 135)”.

Estos escenarios han sido considerados por sus índices de influencia de carácter críticos, y debido a que engloban a muchas otras variables que se encuentran en el mismo estado o nivel. Asimismo, los subsistemas que comprenden cada uno de éstos, presentan un número de circuitos importantes para ser consideradas dentro de las más influyentes en el ecosistema; es decir, los procesos que dependen de sus variables y que derivan de ellas, son más de los que ocurren con el resto.

En esta fase del MS, se pueden juntar distintas variables/subsistemas en una sola, dividir una en subvariables o introducir nuevas que no estaban consideradas, y que funcionan como propuestas para la autarquía del ecosistema SC. De este modo, el MS permite proponer nuevos subsistemas/variables, mismas que se pueden incorporar como posibles soluciones, que mediante la interconectividad e integración en el ecosistema, y por medio de los retroefectos mitigantes o reforzantes que puedan establecer con el resto de las variables en estado crítico como: magno proyectos urbanos, vías de comunicación,

deforestación, cambios al uso del suelo, incremento de asentamientos humanos, etc.; podrían conducirlo a una mayor estabilidad.

De este modo, las variables propuestas que se incorporan como estrategias para equilibrar y disminuir las tendencias que conducen al ecosistema a un riesgo de colapso, se muestran en la tabla siguiente (véase cuadro: **Subsistemas propuestos en escenarios parciales**). Es importante comentar, que estos elementos que se establecen como propuestas y posibles soluciones para revertir muchas de las problemáticas planteadas a lo largo del documento, se desarrollan con mayor profundidad en el capítulo V: Prospectiva, ya que son elementos fundamentales para la fase culminante de esta investigación concerniente a las propuestas, estrategias y acciones a realizar para revertir el contexto de riesgo y deterioro social y ambiental en la Biorregión. De este modo, modelamos estos nuevos subsistemas al incorporarlos con el resto de las variables (36) para conocer su nivel de incidencia y mitigación, en caso de haberla, en el ecosistema SC.

**Cuadro. subsistemas propuestos en los EP**

No.	Variable/ Subsistema	Definición
1	<b>Autogestión comunitaria</b>	Es una estrategia de participación ciudadana-comunitaria que emplea mecanismos e instrumentos traducidos en nuevas formas de organización socioculturales, los cuales permitan transitar de una visión territorial hacia una visión biorregional; que empoderen y fortalezcan la autogestión de las comunidades y desconozcan a los partidos políticos; que en base a códigos socioculturales se exalte el orden ecosistémico; que consoliden su cultura con base al reconocimiento de sus usos y costumbres así como la participación y gestión comunitaria en los diversos proyectos de órdenes de gobierno federales, estatales y locales; que permitan la reproducción de los valores y pensamientos biocéntricos con miras a fortalecer una visión de desarrollo socioambiental que enaltezca al ser humano por su capacidad de entenderse como elemento más de la vida, como lo han hecho muchas comunidades indígenas en el país. La autogestión de los pueblos indígenas, permite determinar, gestionar y aprobar diversos proyectos que se pretendan realizar dentro del socio-ecosistema. Para clarificar esta idea, retomamos una frase zapatista: "Aquí manda el pueblo y el gobierno obedece".
2	<b>Biorregionalismo</b>	El biorregionalismo es una doctrina racionalista delimitada por barreras naturales en las que predomina un tipo de vegetación (o ecosistema específico), clima o santuarios del agua. Representa un límite fundado en el culto al sitio o al lugar. Este se vuelve la verdadera casa que debe ser respetada, pues la Biorregión tiene la virtud de sostener la vida humana y del resto de los sistemas vivos (Trumpeter, 1996) sin ningún

		<p>orden de importancia. Requiere de una ciudadanía ecológica, en la que los individuos aprenden a respetar la naturaleza y a tener un estilo de vida ambientalmente racional y amigable (algunos son vegetarianos, reciclan, separan basura, usan medios de transporte no contaminantes, etc.).</p> <p>Estas decisiones instrumentales, son esenciales para la preservación del medio ambiente, y sin duda puede tener repercusiones en el modelo económico. El Biorregionalismo como programa político, establece la existencia de lugares predeterminados propios para los asentamientos humanos y de las comunidades, bajo cosmovisiones respetuosas con la naturaleza.</p>
3	<b>Desarrollo socioambiental</b>	<p>Es la capacidad del ser humano de integrarse a un orden ecosistémico dentro del cual garantice, en igualdad de importancia, su desarrollo sociocultural recíproco con el del resto de las especies de flora y fauna. Entendiendo que todo está conectado con todo (Commoner, 1971; Stone 1972) por medio de la trama de la vida (Capra, 1996), el biocentrismo (Naess, 1995) es de vital importancia en la búsqueda de alcanzar un desarrollo socioambiental que involucre no solo nuevos valores y formas de repensar la relación ser humano – naturaleza, a su vez debe inculcar nuevas formas de organización socioculturales que permitan una reciprocidad y simbiosis ambiental (Maya, 2002). El desarrollo socioambiental no se reduce de ningún motivo al crecimiento económico o al desarrollo tecnológico como elementos fundamentales para alcanzar mejores niveles de vida, sino a una capacidad por parte del ser humano de supeditar sus intereses personales ante intereses tan complejos como las relaciones ecológicas. Esto ha sido posible bajo cosmovisiones vinculadas a etnias, grupos indígenas, tribus en donde el desarrollo no significa meramente progreso físico-tecnológico (ni mucho menos económico), sino más bien un desarrollo simbólico, de sus formas de pensamiento, de su relación respetuosa con su naturaleza, donde los resultados son evidentes al mostrarnos que durante siglos han sido capaces de mantener su base poblacional estable así como sus ecosistemas casi intactos.</p>
4	<b>Órgano de evaluación y monitoreo biorregional</b>	<p>La idea de un órgano de evaluación y monitoreo biorregional responde a una necesidad de fomentar el cuidado de la naturaleza, pero también lograr una administración y solución de las problemáticas sociales en la Biorregión, por medio de la participación de autoridades estatales, municipales en donde se ubica la Sierra, académicos, sociedad civil, así como de las comunidades, mismas que se integren como parte de un órgano rector en la Sierra, capaz de atender los fenómenos socioambientales desde una cosmovisión, identidad, cultura arraigada a su naturaleza (a diferencia de administraciones políticas-partidistas) ajenas a un entendimiento ecosistémico.</p> <p>Resulta indispensable el reconocimiento, la organización, la valoración y el registro de las condiciones y los cambios en el ecosistema. Para esto es necesario la articulación de variables socioambientales que componen el ecosistema, indicadores que permitan conocer el estado de salud del mismo, así como estrategias de desarrollo socioculturales que empoderen a las comunidades, pero también que respeten las demás formas de vida existentes en la Sierra.</p> <p>Asimismo, técnicas como la teledetección ambiental, uso de SIG, recorridos de vigilancia periódicos; instrumentos de ordenamiento ecológico que inventarían los asentamientos humanos existentes y prohíban su expansión, así como decretos de áreas especiales para el desarrollo forestal, faciliten el control de las acciones que afectan las condiciones de la naturaleza, y permitan preservarla.</p>

		<p>Resulta una etapa del proceso de conservación asociado a una visión biorregional y no territorial, que estipule presupuestos de diferentes niveles de gobierno e instituciones académicas que se canalicen en tecnologías de monitoreo y evaluación, en apoyos a comités de resguardo, reforestación, saneamiento de ríos, etc.</p>
5	<b>Comités de resguardo forestal</b>	<p>Existen en algunas poblaciones Comisiones ambientales que realizan brigadas para salvaguardar sus bosques como en los casos de las comunidades de San Gregorio Atlapulco, San Fco. Ayotuxco, San Bernabé Ocotepéc, pero que lamentablemente no están vinculadas unas con otras, por lo que es fundamental generar una cohesión comunitaria que estreche lazos culturales y fortalezca la conservación. La creación de comités cohesionados en términos socioculturales, forma parte de un proceso de reforestación y cuidado de los elementos naturales de la Sierra.</p> <p>Esto requiere el interés, la participación y conjunción de las poblaciones, así como dejar de un lado las ideologías y militancias políticas (partidistas), que en muchos de los casos, los han fragmentado como sociedad. Los Comités de resguardo, se fundamentan en la participación comunitaria y como tal, sus objetivos son generales y no específicos. Finalmente la preservación de la Sierra y su naturaleza no es solo en beneficio de unos cuantos, sino de todos.</p>
6	<b>Proceso de rehabilitación forestal</b>	<p>Es parte de un proceso de reforestación en zonas de la Sierra donde había bosque, y que por las diversas actividades humanas, se han ido exterminando por cambios al uso del suelo. Asimismo, la rehabilitación de las zonas que anteriormente presentaban cobertura forestal, requiere de la reorganización de uso del suelo y de zonificaciones especiales, al grado de reintegrar áreas modificadas por actividades antrópicas al ecosistema para su regeneración biológica, lo cual a su vez, permita el fortalecimiento de las relaciones ecológicas.</p> <p>También significa un proceso de recuperación de agrosistemas, mediante la consolidación de las prácticas campesinas mismas que suplantaron las actividades agroindustriales y pecuarias. Por medio del empoderamiento de las comunidades, la lucha y preservación de sus tierras, es como pueden mitigar los procesos de deforestación, cambios al uso del suelo, expansión de asentamientos humanos, magnoproyectos, etc.</p> <p>Es un proceso encaminado en la recuperación del socio-ecosistema mediante procesos de contención y reversión del crecimiento de asentamientos humanos, valles recreativos, proyectos de infraestructura, comerciales y habitacionales, con la finalidad de reintegrar áreas modificadas y transformadas por las actividades antrópicas al ecosistema. Este proceso, que es sin duda muy ambicioso, es factible con la participación de las comunidades. Actualmente existen movimientos ambientalistas y comunidades en la Sierra que manifiestan su cabal interés en la conservación de su naturaleza, al grado que han creado comités de resguardo ambientales con miras a lograr un desarrollo socioambiental en la Sierra.</p>

Fuente: elaboración propia

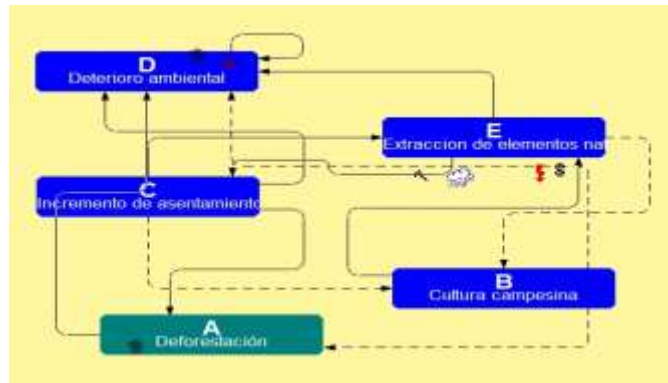
En cada uno de los EP y a los que se les integran nuevas variables, el grado de interconexión, la magnitud del flujo y la interdependencia son indicadores cibernéticos fundamentales, que durante la evaluación con los ocho principios biocibernéticos (véase página 413), proporcionan importantes evidencias sobre la capacidad de sobrevivencia del socio-ecosistema. Asimismo, los subsistemas propuestos integrados en los EP, nos permiten conocer nuevos retroefectos y procesos de interacción con la finalidad de poder conducir al resto a niveles distintos de los mostrados.

La capacidad de modificar las tendencias de riesgo de colapso del ecosistema SC por medio de propuestas de variables/subsistemas de intervención en los EP, resulta una etapa del MS fundamental para acceder posteriormente a su simulación. De este modo, presentamos los 4 EP definidos, en cada caso, primero mostrando el escenario no intervenido, es decir, tomándolo (recortándolo) tal cual del ecosistema, y específicamente de su *estructura de efectos*. Posteriormente, presentamos el EP pero con interconexiones y circuitos nuevos, debido a que hemos agregado subsistemas nuevos como propuestas con el objetivo de lograr su autarquía.

En el caso del EP: **Deforestación**, esta problemática se encuentra atribuido a factores como los magnoproyectos metropolitanos, incremento de asentamientos humanos, vías de comunicación, procesos de extracción de elementos naturales (minas, tala clandestina), que en la Sierra actualmente son fenómenos que lejos de poder controlarse se han agravado. Pese a la existencia de movilizaciones ambientales como el FPDMA, organización comunitaria que reúne a habitantes de diferentes pueblos (en varios casos desvinculada con otras comunidades), han mantenido la cultura y actividad agrícola campesina, aunque paulatinamente pierden terreno, al grado de fragmentarse.

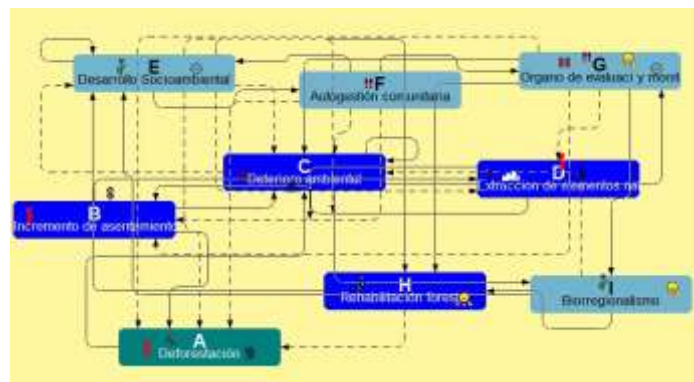
### **EP1: Deforestación**





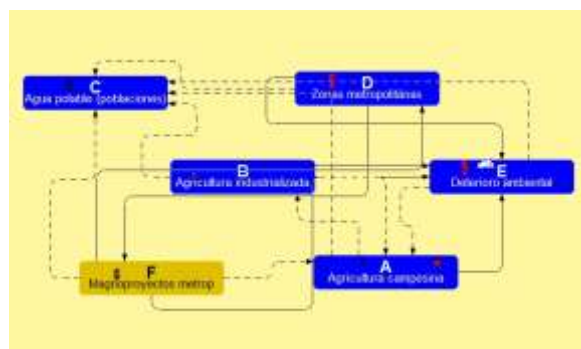
Fuente: Elaboración propia

### EP2: Deforestación



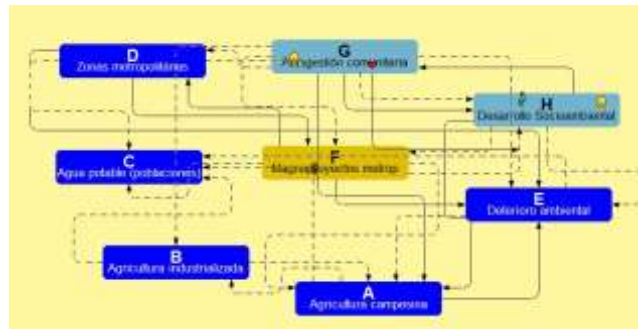
Fuente: Elaboración propia

### EP1: Magnoproyectos metropolitanos



Fuente: Elaboración propia

### EP2: Magnoproyectos metropolitanos

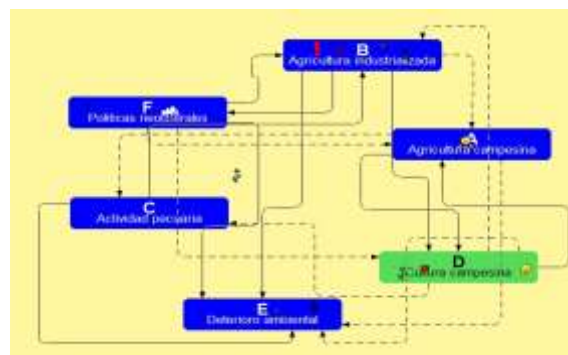


Fuente: Elaboración propia

En el EP: **Magnoproyectos metropolitanos**, al estar asociados a aspectos consistentes en construcción de vías de comunicación, centros comerciales, desarrollo inmobiliarios dirigidos a niveles socioeconómicos de ingresos altos, clubes campestres, etc., éstos se han reforzado entre sí, generando un círculo vicioso el cual se ha traducido en la fragmentación sociocultural al inhibir la cohesión comunitaria, las prácticas y sistemas productivos tradicionales, así como genera procesos de privatización de la tierra agraria, y por otro lado, deteriora la naturaleza al afectar la biodiversidad y resquebrajar las relaciones ecosistémicas en la Sierra.

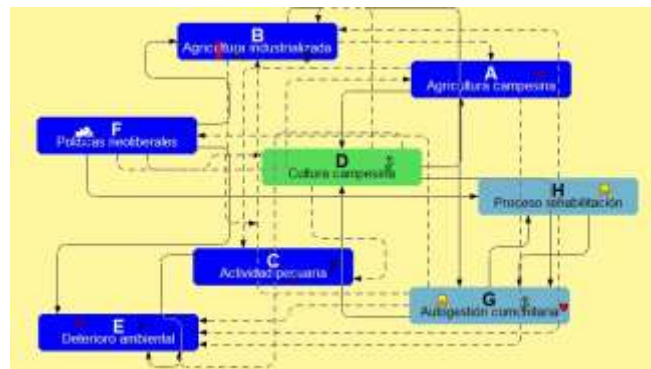
En lo referente al EP: **Cultura campesina**, resulta un elemento de gran importancia en la Biorregión debido a la capacidad que ha tenido bajo sus diferentes formas y regímenes agrarios ejidal y comunal, en lograr la reproducción de tradiciones, técnicas productivas, costumbres, cosmovisiones ampliamente arraigadas y respetuosas con la naturaleza, al grado de poder conservar extensas superficies de bosque.

### EP1: Cultura campesina



Fuente: Elaboración propia

## EP2: Cultura campesina



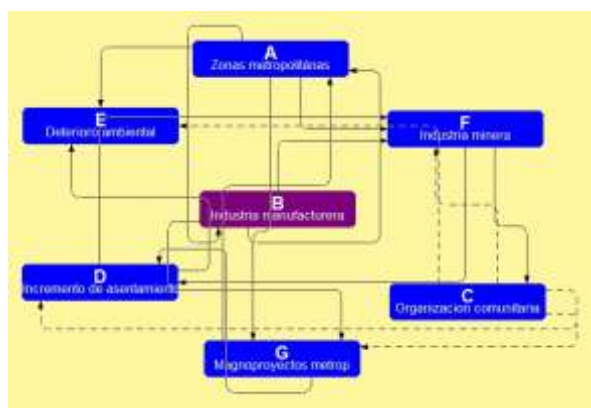
Fuente: Elaboración propia

Evidentemente que la falta de cohesión social-comunitaria (problemática que hemos identificado y desarrollado en los Capítulos II y III) ha sido una limitante para potencializar el activismo e integración indígena como estrategia de acción y cambio social que permita generar procesos de conservación y desarrollo socioambientales en la Sierra.

La desintegración (en gran parte por inmigración, es decir, la penetración de gente no nacida en la SC y por proyectos ajenos a sus cosmovisiones) ha permitido la incursión de actividades y prácticas productivas perjudiciales en términos socioambientales, aunado a la territorialización de la naturaleza y la dinámica sociocultural de las poblaciones, mismas que quedan administradas y atadas en su capacidad de participación y empoderamiento (en términos políticos) por mecanismos y administraciones partidistas, que en la mayoría de los casos son ajenas a las problemáticas y realidad socioambiental de la Biorregión.

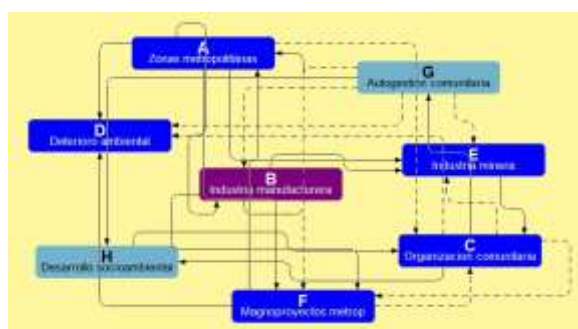
Por otra parte, en el caso EP: **Industria**, este subsistema amplifica su magnitud al desglosarse, por un lado, en la industria manufacturera y de transformación ubicada principalmente en los PI de la megalópolis y que tienen afectaciones socioambientales a diversos niveles, y por el otro, se destacan las actividades consistentes en la extracción de elementos naturales (industria de pétreos) de la Sierra como la minas, pero también está la tala clandestina con una práctica ilegal altamente redituable para ciertas empresas y grupos que en contubernio con autoridades locales, lucran con la naturaleza.

## EP1: Industria



Fuente: Elaboración propia

## EP2: Industria



Fuente: Elaboración propia

Estos EP permiten abrir y rastrear la cibernética interna del ecosistema y poder analizar con detalle ciertos subsistemas de particular interés. De este modo, el tejido de impulsos de nuestro modelo sistémico como se muestra en la *estructura de efectos* se puede desmenuzar en varios EP como los 4 que hemos realizado. Lo prioritario es concretizar la relación entre las variables y sus influencias, y verificar sus efectos si es que se propone una intervención (Schwanck J. y Ehnis A., 2004). No obstante, la red o el tejido sistémico no se pierde porque los EP surgen del conjunto y se entrelazan mutuamente (Barrera, 2013b). Los EP con sus indicaciones constituyen una parte medular del MS, ya que nos llevan directamente a conocer el comportamiento de ciertos subsistemas que son parte del ecosistema y al mecanismo de la biocibernética que opera sobre estos “recortes” del sistema complejo estudiado (Harrer, 2010).

En esta etapa, los mecanismos explorados abren la mirada a las interrelaciones cibernéticas en las secciones parciales investigadas. Luego, esto conduce casi por sí mismo a nuevas y quizás inusuales, pero factibles, soluciones del problema y a indicaciones para actuar. Esto no sólo sirve para encontrar lo indeseado o lo peligroso (por medio del número de retroefectos reforzantes y mitigantes) en cada EP, reiterando que un número mayor de los primeros requieren especial atención debido a una menor capacidad de autorregulación. Asimismo, permiten visualizar las palancas realmente eficaces para iniciar intervenciones así como los operadores con los que se puede mejorar la red sistémica.

#### **4.2.5 Simulación**

Una vez definidos los EP, su intervención por medio de nuevas variables/subsistemas, puede clarificarse con mayor precisión por medio de una dinámica como es la etapa de simulación. Nunca se simula todo el modelo sistémico, sino únicamente una sección del mismo. Se trata sobre todo de una representación visual y del seguimiento de cadenas de impulsos y circuitos reguladores por separado, donde se puede realizar individualmente cada reacoplo (Wolf Christina, y otros, 2012). Eso permite retomar, de los EP intervenidos, las interconexiones clave para probarlas con relación a su biocibernética y a su influencia sobre el resto del sistema.

Dado el entrelazamiento de realimentaciones mitigantes y reforzantes, sin la simulación no se puede determinar el circuito regulador dominante, es decir, el de mayor importancia. Esto puede aclararse mejor mediante algunos recorridos de simulación, si en un cierto contexto la actuación de un reacoplo débil y directo es más importante que uno fuerte pero con demora temporal (Schwanck J. y Ehnis A., 2004).

La simulación en un modelo de sensibilidad sirve para profundizar en la comprensión de la cibernética del sistema. No investiga únicamente la manera como el sistema reacciona cuando se retira o se introduce una variable o una nueva relación, sino también cómo actúan sobre el sistema intervenciones sutiles o de alta incidencia. Ejemplo de esto puede ser, como la autogestión comunitaria de carácter biorregional, puede ser un detonante de

movilizaciones y nuevas formas de organización sociocultural que permitan fortalecer la cultura, los sistemas productivos de tipo campesinos, el respeto a la naturaleza, y a su vez, se vuelva una barrera infranqueable para la expansión metropolitana actualmente incontenible en la Sierra. De este modo, la incorporación de un subsistema nuevo en la *estructura de efectos*, permite conocer su rol y su capacidad de incidir con el resto.

Por esto la simulación es una herramienta interactiva que permite investigar la dinámica sistémica. El MS permite analizar mediante la comparación de diferentes recorridos de simulación las consecuencias de la modificación de una “palanca de conducción”, o de un componente crítico, sobre todo en el tejido del EP. Por un lado, permite comprobar si tal vez el efecto deseado se va a compensar, a reforzar, o por el contrario, al final va a zozobrar, y por el otro, se busca saber en dónde quedan los valores límite y los umbrales.

Sólo llegado a este punto se pueden hacer predicciones prácticas basadas en una simulación detallada. Más allá del horizonte de tiempo que se establezca, es inútil construir pronósticos con simulaciones de subsistemas si no son claros en su definición o capacidad de acción, cuestión que se desarrolla en el próximo capítulo, debido a que las propuestas se vinculan con estrategias fundamentales para la prospectiva. Aun así, somos conscientes que la simulación, muchas veces se aleja de las posibilidades reales y más prácticas de un análisis cibernético, con la finalidad de tomar decisiones a largo plazo para mitigar determinadas problemáticas.

Como hemos visto, la cibernética sistémica basada en una simulación, permite conocer aspectos como: tipos de circuitos reguladores, retroalimentaciones, subsistemas en ámbitos críticos o reactivos, valores límites y otros; es válida también para rangos de tiempo más largos<sup>9</sup> (Schwanck J. y Ehnis A., 2004). En vez de predecir la entrada de acontecimientos, la

---

<sup>9</sup> El MS pudo ser concebido de tal forma, que logró combinar a la vez datos cualitativos y cuantitativos en una red interrelacional calculable, utilizable para implementar simulaciones. Este método es necesario para las simulaciones sistémicas, ya que en la realidad la mayoría de los flujos de relación entre dos variables no son predominantemente lineales ni tampoco matemáticamente expresables, porque son erráticos. Sólo en determinadas secciones de su desempeño toman la forma de curvas lineales, logarítmicas, exponenciales, asintóticas o sinusoidales (en estas partes pueden entonces describirse con una fórmula); en otras partes se colapsan abruptamente o permanecen en un cierto nivel por largo tiempo (Schwanck J. y Ehnis A., 2004).

simulación ensaya algo sobre el comportamiento del sistema y sobre su reacción ante determinados sucesos (Harrer, 2010). Sólo con la integración de variables con retroefectos mitigantes o de reforzantes se construye una red de circuitos reguladores en el EP, lo que pone en marcha una simulación que podría convertirse en una eventual realidad.

Durante la simulación, a cada circuito regulador de un EP y a sus V involucradas, se les asigna una valoración por medio de una escala tipo regla-semáforo la cual permite identificar el momento actual del subsistema o de cualquier retroefecto, así como los estados (niveles-rango) dentro de la escala ideales y negativos. Como ejemplo, en el caso del EP Industria, y específicamente en el subsistema: extracción de elementos naturales (industria de pétreos), aparece esta regla en donde se marcan los valores pesimista, intermedio y optimista.

A lo anterior, el rango negativo (pesimista) en este subsistema se alcanzaría si estas actividades mineras y de tala clandestina siguieran consolidándose al grado de aumentar en los diversos bloques de la Biorregión. El valor intermedio significaría la suplantación de actividades extractivas clandestinas, por el desarrollo de actividades silvícolas y forestales realizadas por las comunidades y no por actores sociales externos a la Sierra.

El valor óptimo consistiría, desde una visión de desarrollo socioambiental que busca una sostenibilidad ecosistémica, en la mitigación de actividades extractivas y silvícolas que han contribuido, en gran medida, a la fragmentación y deterioro del ecosistema, y que en el caso de las silvícolas significa lucrar con la naturaleza. Evidentemente que las comunidades requieren también recursos (económicos) para su desarrollo social, pero existen mecanismos y estrategias en los que se le podría retribuir como el Programa de Mecanismos Locales por Servicios Ambientales<sup>10</sup> (véase Capítulo III) y así consolidar los

---

<sup>10</sup> la CONAFOR a través de la Gerencia de Servicios Ambientales del Bosque, formuló en 2008 los primeros lineamientos de un esquema de fondos concurrentes, los cuales tuvieron su primera modificación en 2010, ampliándose a todo tipo de servicios ambientales tomando el título de "lineamientos para promover mecanismos locales de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes".

Este esquema de fondos, busca reunir recursos entre la CONAFOR y los usuarios de los servicios ambientales para poder ofrecer un pago o compensación a aquellos dueños y poseedores de terrenos forestales que realizan actividades de manejo sustentable, las cuales permiten mantener y mejorar la provisión de servicios ambientales

procesos de conservación de la naturaleza (**Véase. Escala de valor subsistema: extracción de elementos naturales**).

### Escala de valor subsistema: extracción de elementos naturales



Fuente: Elaboración propia

En este caso ubicamos el valor en el nivel 7 debido a que actualmente la proliferación de minas y la tala clandestina, más allá de atentar en contra de las relaciones ecosistémicas, continúan aumentando, no así su control y penalización judicial, en gran medida, por la permisividad de autoridades locales como también de las entidades y del desinterés de las instituciones y secretarías en materia de resguardo ambiental.

Otro ejemplo de asignación de valor en la escala referida lo hicimos con la variable: incremento de asentamientos humanos. En este caso, determinamos 6 índices, en donde su rango negativo se alcanzaría si este proceso de incremento de asentamientos humanos (y lo que conlleva: deforestación, infraestructuras, transporte, etc.) continuara consolidándose bajo la permisividad y desinterés de las autoridades competentes en materia urbana así como ambiental; lo cual llevaría a la desaparición y fragmentación de los bosques de la Sierra, pérdida de humedad y escurrimientos, etcetera (**Véase. Escala de valor subsistema: incremento de asentamientos humanos**).



## Escala de valor subsistema: incremento de asentamientos humanos



Fuente: Elaboración propia

El valor intermedio ubicado en esta escala, significaría un interés de autoridades locales y estatales, así como de las comunidades indígenas en evaluar y regular los cambios al uso del suelo, principalmente los relacionados para asentamientos humanos. De este modo, la evaluación institucional y mecanismos organizacionales comunitarios podrían modificar estos procesos, mediante normas, códigos intrínsecos a una visión de desarrollo socioambiental en la Sierra.

Por otra parte, el nivel óptimo consistiría no únicamente en evaluación y diseño de estrategias de conservación de la naturaleza y disminución de cambios al uso del suelo por construcciones, sino también significaría procesos de restitución de áreas actualmente pobladas (o de terrenos con vocación para actividades agrícolas y pecuarias) al ecosistema para lograr su regeneración. En este caso, las flechas (rojas) las ubicamos en un nivel 9, debido a que actualmente, pese a haber instrumentos de política ambiental que han tratado de controlar los procesos de expansión urbana, simplemente se han visto rebasados.

Estos procedimientos se realizan con el resto de los subsistemas/variables, así como con los retroefectos que conforman cada uno de los EP propuestos, esto con la finalidad de establecer escalas de valores positivas y negativas, así como determinar y especificar el

estado (nivel) actual en el que se encuentran. Posteriormente, en la simulación de los EP lo que se busca es que las variables reactivas-amortiguadoras en conjunto con las variables propuestas, permitan mitigar a los subsistemas críticos, es decir, que las escalas de valor de estas últimas puedan alcanzar niveles positivos; esto se logra, con la intervención del escenario (Schwanck J. y Ehnis A., 2004).

Evidentemente que las dificultades de una simulación se encuentran en la compleja interacción entre los elementos y variables (de un sistema en específico) y en la transformación de estas interacciones a un modelo matemático, que debe ser fácil de construir por el usuario y debe además reflejar las conexiones reales. Como se puede ver en las escalas o reglas mostradas (graduadas en 30 valores), siempre se indica la ubicación de una variable entre los valores extremos: inferior y superior.

Antes de la primera secuencia de simulación (que en este caso fueron 15 vueltas, como se verá más adelante) el usuario debe hacer ciertos pasos basándonos en la estructura de efectos diseñado en los EP. Como hemos visto, es necesario graduar las variables y ajustarlas en un valor de arranque. Con ello cada variable queda descrita en una escala de valores, tanto por la graduación numérica como con palabras (Schwanck J. y Ehnis A., 2004). Justamente esta caracterización verbal en la escala (que valora la “línea” que conecta a las variables/subsistemas) asigna a su vez, un significado que posibilita y orienta una modificación, así como permite una reflexión sobre el impulso (feedback) que una subsistema da a otro.

Posteriormente, se establece el lapso de tiempo en que se simulara el EP o subsistema. Para esto, el MS presenta un determinado número de vueltas, es decir, secuencias para poder dinamizar las variables en un cierto número de ciclos fundamentados en bucles de retroalimentación sustentados, en gran medida, por la incursión de los subsistemas propuestos. Esto nos permite establecer la secuencia del flujo de interacción pasando por el EP. Como ejemplo, seleccionamos un escenario de simulación denominado “cultura campesina”, mismas que por diversos factores ha experimentado un proceso de descomposición, y en ciertas zonas de la Sierra de desaparición.

A lo anterior, resulta necesario descubrir cómo y hasta qué punto las variables propuestas como la autogestión comunitaria, que significa el empoderamiento de las comunidades en la toma de decisiones de los diversos proyectos y procesos de transformación llevados a cabo en su naturaleza, puede modificar y revertir las tendencias de colapso encarnadas por subsistemas como: agroindustria, políticas neoliberales, actividad pecuaria, entre otras. Con ayuda de la simulación es cómo podemos conocer si habría cierta influencia sobre su implementación subsecuente en el EP.

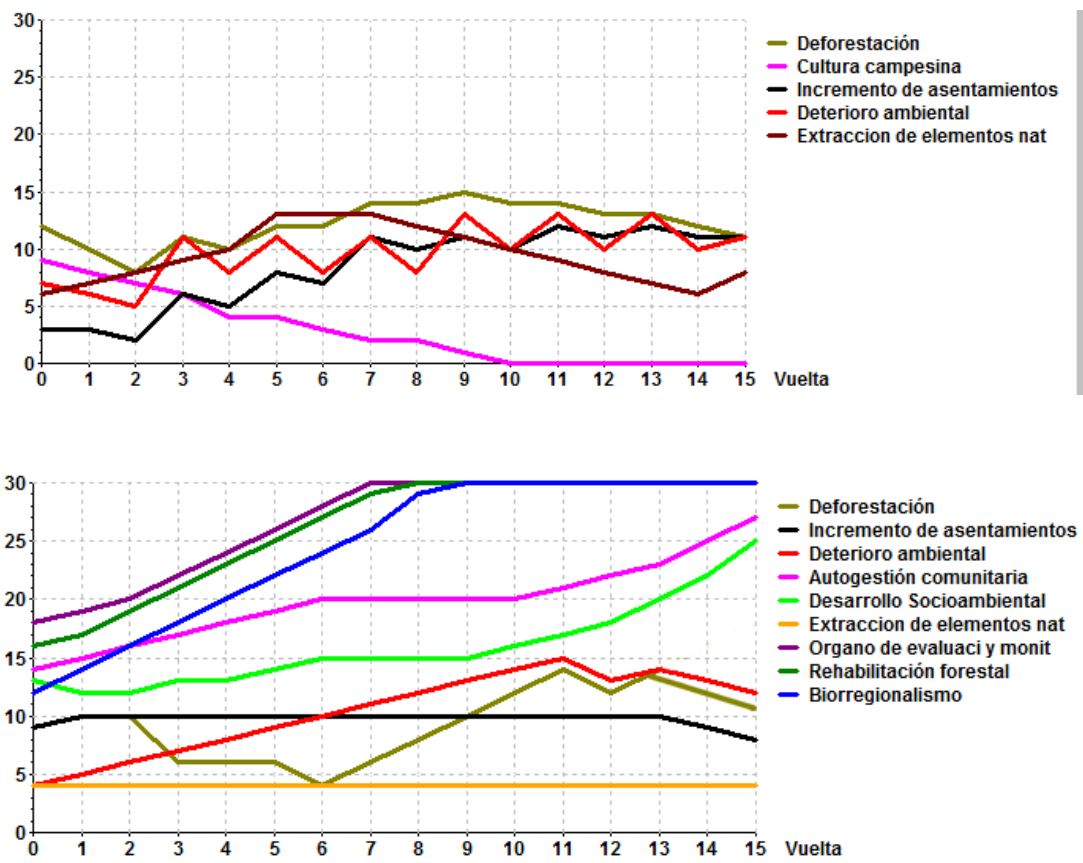
De este modo, la simulación procede vuelta por vuelta, es decir, cada ciclo de retroalimentación de todas las variables/subsistemas inmiscuidas en el EP significa una vuelta, lo que permite observar y detener los flujos de influencia (pausar las vueltas en la *estructura de efectos*). La simulación puede terminarse en cualquier momento, asimismo, el número de vueltas pueden ser inacabables. En nuestro caso, el número de vueltas (años) realizadas en los 4 EP fueron 15, lo que nos permitió modificar tendencias que consideramos negativas y potencializar ciertos elementos fundamentales para la regulación de los subsistemas de los escenarios simulados, mismos que están integrados con el resto que componen al ecosistema por medio de la red o *estructura de efectos*.

#### **4.2.5.1 Simulación EP: Deforestación**

El número de vueltas indica el tiempo que tardará el subsistema (EP) en alcanzar el nivel óptimo deseado, lo cual a su vez, incidirá en el resto del ecosistema. De acuerdo a Shih-Liang C. y Shu-Li H. (2004), una vuelta puede ser considerada como un mes, bimestre o incluso año. Esto en función de los componentes del sistema complejo estudiado, la escala de análisis, el número de circuitos que se generen dentro del sistema, así como de las estrategias y mecanismos que se adopten a corto, mediano y largo plazo. En nuestro caso y como ya se ha mencionado, en la simulación realizada a los 4 EP se hicieron 15 vueltas/años, y se presentan los siguientes resultados.

En el caso de la simulación del EP: Deforestación nos muestra, por un lado, las tendencias de colapso del EP 1 si no se logra una intervención significativa. La variable cultura campesina, elemento socio-cultural de gran importancia en la Sierra, se ve mermada por subsistemas como el incremento de asentamientos humanos (ésta última fortalecida por variables como inmigración, magnoproyectos metropolitanos, vías de comunicación, transporte), actividades mineras y de tala clandestina mismas que implican deforestación, lo que repercute en un deterioro ambiental. De este modo, el EP 1 nos muestra que si continúan los procesos actuales de modificación y transformación socioambientales en la Sierra sin ningún componente o elemento que implique un cambio, este escenario (inserto dentro de la dinámica del ecosistema) se dirigirá a un colapso (**Véase Gráfico\_ Simulación EP 1 y 2: Deforestación**).

**Gráfico\_ Simulación EP 1 y 2: Deforestación**



En el EP1 el subsistema cultura campesina llega a una escala de valor negativa que prácticamente en la vuelta 10 desaparece. Por el contrario, las variables deforestación,

incremento de asentamientos humanos y actividades mineras aumentan progresivamente, y aproximadamente en la vuelta 10 comienzan a disminuir ligeramente. Esta caída leve de las variables críticas, podría atribuirse a que llegan a un momento en que el agotamiento del ecosistema en general se vuelve insostenible, al ya no dar más madera, minerales, arcillas, arenas, e incluso el suelo “disponible” para asentamientos humanos también se hace carente debido al aumento de las poblaciones, la condicionante orográfica (barrancas, pendientes), el reblandecimiento de terrenos por actividades mineras, derivando en un mayor deterioro ambiental, que en este escenario, continua aumentando.

En el caso del EP 2, la intervención que se hace con los subsistemas propuestos, resultan elementos mitigantes de las problemáticas discernidas en el EP1, al grado de que se revierten tendencias. El biorregionalismo, rehabilitación forestal, autogestión comunitaria (que podría representar a la cultura campesina-indígena) se elevan, es decir, tienen una mayor incidencia en el subsistema, al grado de elevar de manera notable el desarrollo socioambiental en la Biorregión.

Por el contrario, las variables: incremento de asentamientos humanos, deforestación, actividades mineras (extracción de elementos naturales), deterioro ambiental se reducen significativamente. En la medida que se consolida el empoderamiento y la autogestión comunitaria, teniendo al biorregionalismo como base socioambiental limítrofe de su naturaleza y su cultura, se generan comisiones o cuerpos de monitoreo y resguardo ambiental los cuales posibilitan la rehabilitación de áreas naturales deterioradas (deforestadas) logrando, a su vez, un control y una planeación comunitaria que se sobreponga a los intereses diseñados y gestionados en sistemas exógenos (metropolitanos), así cómo es posible generar procesos de conservación con cosmovisiones profundas que enaltezcan el respeto a la naturaleza.

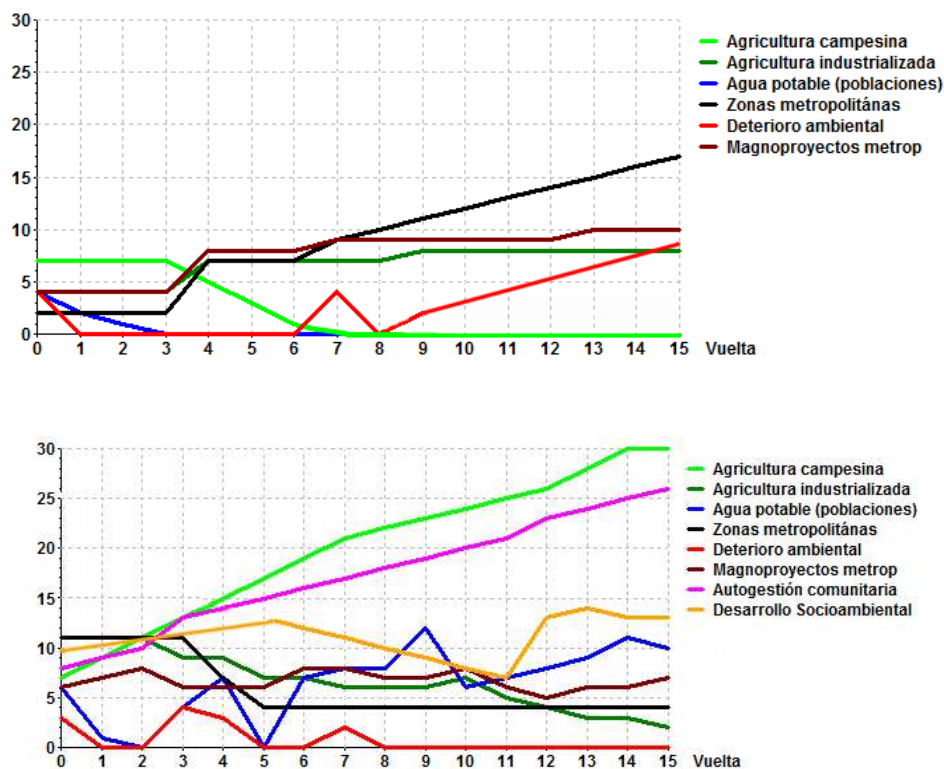
#### **4.2.5.2 Simulación EP: Magnoproyectos**

La simulación del EP: magnoproyectos metropolitanos nos muestran distintas tendencias entre las variables inmiscuidas en este escenario que forma parte de la red del ecosistema

SC. El EP 1 nos muestra seis subsistemas retomados de la *Estructura de efectos*: agricultura campesina, agroindustria, agua potable, magnoproyectos, zonas metropolitanas y deterioro ambiental, mismos que se encuentran muy interconectados por su cantidad de retroefectos que presentan.

Los resultados arrojados en la simulación del EP 1 muestran que si continúan las tendencias actuales sin ninguna modificación, las zonas metropolitanas, magnoproyectos, la actividad agroindustrial y el deterioro ambiental se consolidan en la Biorregión (**Véase Gráfico\_ Simulación EP 1 y 2: Magnoproyectos**).

**Gráfico\_ Simulación EP 1 y 2: Magnoproyectos**



Por el contrario, la agricultura campesina pierde terreno (al grado de desaparecer en la vuelta 7) ante el avance urbano-metropolitano y los proyectos de vías de comunicación, centros comerciales, fraccionamientos privados, clubes campestres, englobados dentro de la variable magnoproyectos. Asimismo el avance urbano sobre el ecosistema SC implica un mayor consumo de agua potable, tanto a su interior, como en las zonas metropolitanas y sus

actividades diversificadas, lo que pone en riesgo de colapso su disponibilidad, debido a la desecación de ojos de agua, aumento de demanda de agua, contaminación de cañadas y ríos, etc.

Por otra parte, la intervención realizada en el EP 2 por la introducción de subsistemas propuestos permite modificar las tendencias que llevan a un riesgo de colapso al ecosistema. Entre las nuevas variables agregadas están: autogestión comunitaria y desarrollo socioambiental como elementos de gran importancia para mitigar en términos biocibernéticos a las variables críticas,

Dadas las problemáticas distinguidas en las tendencias del EP1, la autogestión comunitaria traducida en empoderamiento, cohesión, gestión de las comunidades de la Sierra así como la cosmovisión que enaltece el respeto al resto de la biodiversidad, vinculada con el desarrollo socioambiental y la cultura campesina, y que en su mayoría se oponen a los: magnoproyectos metropolitanos, cambios al uso del suelo, avance urbano, deforestación, incursión de la actividad pecuaria y agroindustria (como se puede apreciar en la Gráfica: **Conceptos más recurrentes por los entrevistados, página 422**), logran revertir significativamente el aumento de las zonas metropolitanas y todos los procesos de transformación biofísica y cultural que detonan, así como a las actividades agroindustriales y el deterioro ambiental.

La defensa de la tierra por los grupos indígenas y la unión entre poblaciones como en el caso del FPDMA ha significado también la socialización e intercambio de información así como el reconocimiento de sus principales preocupaciones, al grado que poco más del 50% de los NA (ejidos y comunidades) no se han inscrito al PROCEDE, en gran medida, porque han transmitido entre comunidades los intereses que conllevan la penetración de ciertas políticas neoliberales en la Sierra y en sus formas de organización socioculturales.

Como vemos en el grafico EP2, las variables propuestas fortalecen a la agricultura campesina, la autogestión comunitaria, desarrollo socioambiental, lo cual permite revertir la tendencia de la variable agua potable. Por el contrario, los subsistemas que en el EP1

resultan problemáticas y altamente riesgosas (zonas metropolitanas, magnoproyectos, agroindustria), en este EP2 logran controlarse y estabilizarse dentro de niveles bajos.

#### **4.2.5.3 Simulación EP: Cultura campesina**

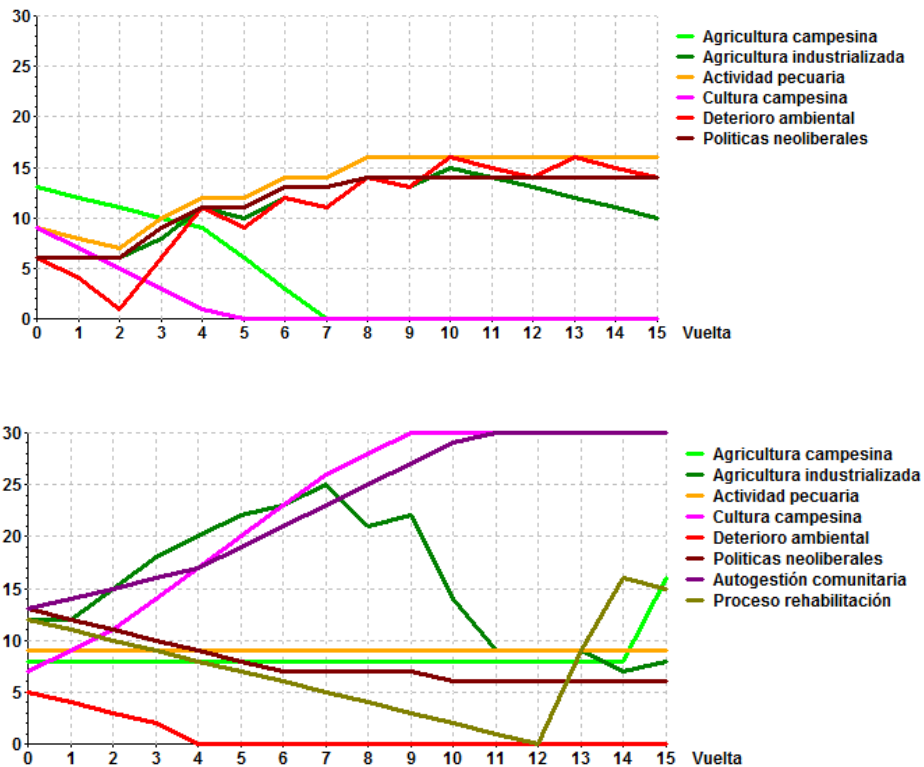
La variable cultura campesina resulta de gran importancia en el ecosistema SC al grado de que más del 70% de la superficie de la Biorregión se encuentra bajo el régimen ejidal y comunal, en donde la cultura campesina tiene sus diferentes formas de expresión socioambiental. Las prácticas y producción de cultivos tradicionales, el respeto a la naturaleza, la propiedad social de la tierra y de importantes áreas naturales, el folklor en las poblaciones, son algunos elementos que enriquecen la cultura campesina y permiten contener los procesos de transformación biofísica y territorial por la incursión de actividades urbanas-metropolitanas.

La penetración y transformación de estas formas de organización indígenas tradicionales mediante diversos mecanismos y estrategias económico-políticas como el despojo y diseño de instrumentos para privatizar sus tierras, expropiaciones, compra-venta ilegal de suelo; magnoproyectos arbitrarios para con las culturas y naturaleza diseñados por instituciones de gobierno; el desconocimiento e irrespeto a la garantía de los pueblos, de sus usos y costumbres; han sido factores de descomposición socioambiental en la Biorregión, afectando de manera significativa su cultura otomí-nahuatl y mazahua (en menor proporción).

Entre los subsistemas tomados de la *estructura de efectos*, en el caso del EP1, se encuentran por un lado: agricultura y cultura campesina, mismas que de no ser intervenidas por acciones específicas se dirigen a un colapso inminente al grado de desaparecer. Por el contrario, las variables: agricultura industrializada, actividad pecuaria, políticas neoliberales y deterioro ambiental, se refuerzan mutuamente al grado de elevarse y mantenerse en niveles medio-altos en el ecosistema **Véase Gráfico\_. Simulación EP 1 y 2: Cultura campesina).**

#### **Grafico\_. Simulación EP 1 y 2: Cultura campesina**





Si intervenimos este subsistema denominado: cultura campesina, y agregamos subsistemas propuestos como: autogestión comunitaria y proceso de rehabilitación de ecosistemas, podemos visualizar en la simulación del EP2 que las tendencias se revierten. Las variables que en el EP1 representan un riesgo de colapso del ecosistema como: agricultura industrializada, actividad pecuaria, políticas neoliberales, deterioro ambiental, disminuyen su incidencia significativamente. Por su parte, la agricultura y la cultura campesina, autogestión comunitaria y procesos de rehabilitación alcanzan niveles altos al reforzarse mutuamente.

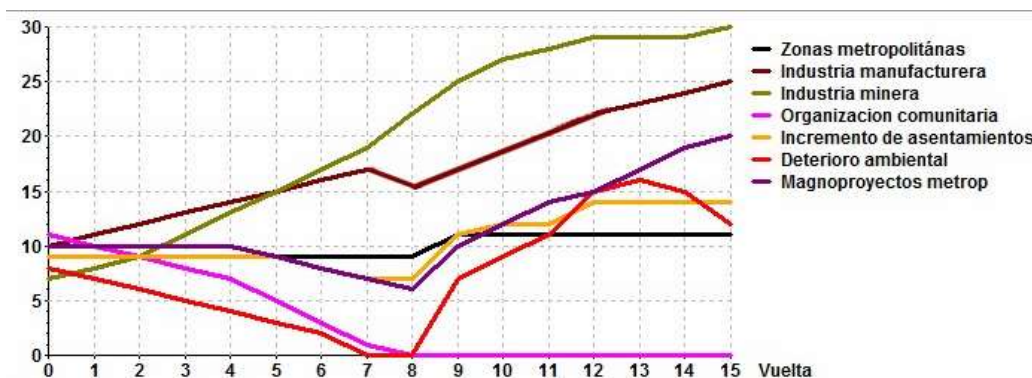
#### 4.2.5.4 Simulación EP: Industria

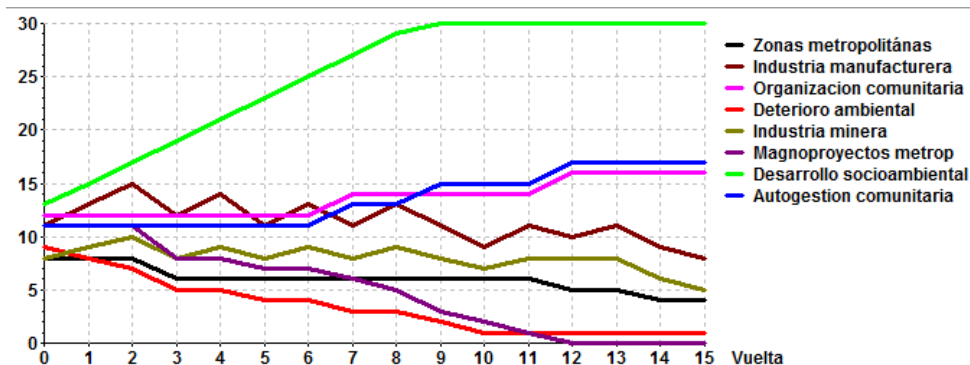
Finalmente, presentamos la simulación del EP: Industria, donde dicho escenario engloba tanto a la industria extractiva de elementos naturales como la minera y la consistente en organizaciones clandestinas de tala montes que operan en la Sierra, y por otro lado, la industria emplazada en los PI de la megalópolis misma que requiere de insumos y materias primas provenientes de la Biorregión.

La simulación del EP1: nos presenta distintas tendencias entre las variables inmiscuidas en este subsistema, que a su vez son parte del ecosistema SC. Se extrajeron 7 subsistemas de la *estructura de efectos* los cuales son: zonas metropolitanas, industria, extracción minera y forestal, incremento de asentamientos humanos, deterioro ambiental, magnoproyectos y organización comunitaria, mismas que por su cantidad de retroefectos, permitieron conocer su alto nivel de interconexión biocibernética.

Los resultados arrojados en la simulación del EP1 muestran que si continúan las tendencias actuales en el ecosistema, sin ninguna modificación, las variables: industria ubicada en los PI, las actividades mineras y de tala clandestina, se fortalecerán por el incremento de asentamientos humanos, zonas metropolitanas, magnoproyectos, que a su vez, se refuerzan mutuamente, y que agravan también la situación del deterioro ambiental en la Biorregión. Lo que no aumenta, sino más bien disminuye, es la organización comunitaria, que como elemento sociocultural en la Sierra, tiende a desaparecer por completo en un escenario tendencial sin intervención (**Véase Gráfico\_. Simulación EP 1 y 2: Industria**). Ésta última variable: cultura campesina, con tendencia a desvanecerse también en el resto de los EP simulados, requiere de elementos que permitan fortalecerla y mitigar a otras variables que la están afectando y deteriorando, llevándola a su descomposición (como se verá en el Capítulo V: Prospectiva).

**Gráfico\_. Simulación EP 1 y 2: Industria**





Por otra parte, la intervención realizada en el EP2 por la introducción de subsistemas propuestos, permite modificar las tendencias que llevan a un riesgo de colapso al escenario, mismo que se encuentra totalmente ligado a la red del ecosistema SC. Entre los nuevos subsistemas agregados están: autogestión comunitaria y desarrollo socioambiental como elementos de gran relevancia para vigorizar la organización comunitaria, que se encuentra en riesgo de colapso.

A lo anterior, creemos que al fortalecer la organización comunitaria es posible mitigar a las variables problemáticas distinguidas en las tendencias del EP1. La autogestión comunitaria traducida en empoderamiento de las comunidades en su capacidad de acción, aunada a la cosmovisión que enaltece el respeto al resto de la biodiversidad y vinculada con el desarrollo socioambiental y la cultura campesina, podría ser una fórmula que permita aminorar y detener los magnoproyectos metropolitanos, cambios al uso del suelo, deforestación, incursión de la actividad pecuaria y agroindustria, etc.

Como se puede ver en el EP2, las variables propuestas (autogestión comunitaria y desarrollo socioambiental) fortalecen a la organización comunitaria, lo que genera un círculo virtuoso entre estas, permitiendo revertir las tendencias presentadas en el EP1. De este modo, estas tres variables logran elevarse positivamente en el ecosistema; por el contrario las variables: zonas metropolitanas, la industria (minera-extractiva y de los PI), magnoproyectos así como el deterioro ambiental, descienden significativamente.

### 4.3 Evaluación sistémica

La modelación del ecosistema SC nos ha permitido conocer que subsistemas se encuentran en estado crítico, activo, reactivo y amortiguador. Con ayuda de la biocibernética hemos podido conocer las interconexiones entre las variables y sus tipos de retroefectos: mitigantes y reforzantes. Asimismo, el MS nos ha permitido extraer/recortar escenarios parciales (EP) para analizarlos de una manera más detallada con ayuda de la simulación, que a su vez, requiere establecer escalas de valores en los subsistemas y en sus circuitos reguladores para identificar con mayor precisión las posibles tendencias que puedan tener en el tiempo.

Los resultados que arroja la simulación no deben concebirse como la “cúspide” de las otras etapas del MS ni mucho menos del presente trabajo, sino como parte de un complemento. La simulación sirve aquí mucho más para palpar la dinámica del sistema, probar el comportamiento de éste bajo diferentes condiciones “si–entonces” a partir del flujo de la simulación y al mismo tiempo simular intervenciones “correctivas” durante su dinamización (Harrer, 2010).

Como hemos visto, la capacidad de modificar tendencias entre las variables/subsistemas para generar escenarios más óptimos que permiten reducir las problemáticas sistémicas, va de la mano con intervenciones realizadas por quien opera el MS; por lo que los resultados dependen en gran medida, del nivel de abstracción de las problemáticas estudiadas, de la percepción teórica, ideológica, así como de los flujos de información y control que se especifiquen en cada etapa del MS por el investigador.

Otra cuestión igualmente importante se encuentra asociada a la intervención de los EP por medio de subsistemas propuestos con los cuales se logre revertir las diversas problemáticas sistémicas. Estos subsistemas/variables que se podrían entender como las dosis o medicina para contrarrestar la enfermedad o problemática sistémica (de acuerdo al Esquema: **Planteamiento sistémico biocibernético, pagina 415**), de nada sirven o continuarán flotando si aterrizan en la dimensión biofísica y sociocultural de la SC, si no se explica con

mayor detalle y precisión, en qué consisten como solución y cuál es su nivel de alcance en prospectiva (cuestión que se desarrolla en el siguiente capítulo).

El MS nos ha mostrado diferentes tendencias en diferentes EP que muestran dinámicas distintas en el tiempo, es decir, nos ha indicado la dirección posible que tendrá el ecosistema SC a causa de ciertos subsistemas que tienen un rol primordial en este sistema complejo estudiado, y que de no intervenirlos, su colapso muy posiblemente será inminente. ¿Pero en qué consisten estas “dosis de solución”, que de acuerdo a la simulación, pueden revertir las problemáticas sistémicas y así lograr un desarrollo socioambiental en la Sierra? ¿Cómo aterrizar las variables propuestas durante la modelación, en estrategias prospectivas que permitan una mayor comprensión del rol que pudieran desempeñar en los diferentes fenómenos y en la realidad socioambiental de la Sierra a futuro?

De este modo, en el siguiente Capítulo V: Prospectiva, nos enfocaremos en desarrollar con mayor profundidad estas cuestiones que son de gran importancia para revertir las problemáticas planteadas, y así poder pensar en la consecución de un desarrollo socioambiental en la Sierra de las Cruces.

# CAPÍTULO V

## DESARROLLO SOCIOAMBIENTAL Y PROSPECTIVA

### Introducción

En esta investigación nos hemos enfocado en tres aspectos esenciales para comprender con mayor profundidad las diversas problemáticas en la Biorregión SC. Por un lado hemos caracterizado socioambientalmente a la Sierra, hasta el punto de generar un diagnóstico para conocer sus principales problemáticas. Por el otro, hemos modelado el ecosistema SC, conocido su estructura y las interrelaciones de sus elementos por medio de la biocibernética, al tiempo que hemos podido simular escenarios y/o subsistemas para conocer su dinámica y las tendencias que podrían tener si son intervenidos o no.

En este último capítulo, nos enfocaremos en discernir y comprender con mayor precisión los resultados obtenidos durante la fase de modelación, con la finalidad de poder distinguir alternativas y estrategias asociadas a un desarrollo socioambiental para la Sierra, que como propuestas, permitan revertir, en un futuro inmediato, las problemáticas ecológicas en la Sierra.

En esta fase prospectiva, retomamos elementos esenciales los cuales son de especial atención, ya que es sobre éstos, en los que se fundamentan muchas de las problemáticas en la Sierra, debido a su alto nivel de interconexiones y retroefectos con otros subsistemas y que hemos modelado en capítulos anteriores, asociándolos con la visión de desarrollo socioambiental que hemos retomado a lo largo del documento.

De este modo profundizamos en esta base teórica: desarrollo socioambiental, haciendo hincapié en que no es un concepto nuevo propuesto ni inventado en esta investigación,

sino más bien es un enfoque retomado para sustentar aquellos elementos ecológicos en situación crítica en la Sierra y su posible mitigación por medio de propuestas y estrategias que sobrepongan el interés cultural y respeto ambiental.

Posteriormente, ahondaremos en ciertos elementos claves como la autogestión comunitaria, el ordenamiento ecológico, los proyectos económicos, la modificación jurídica de la tenencia de la tierra y la pérdida de áreas forestales, aspectos centrales para entender los procesos sociales y ambientales actuales y a futuro en la Sierra.

### **Desarrollo socioambiental como base teórica-conceptual**

Como hemos visto a lo largo de este documento, la expansión metropolitana, el incremento de asentamientos humanos, cambios al uso del suelo, magnoproyectos urbanos, la extracción de elementos naturales, los proyectos de vías de comunicación, el aumento de valles recreativos, el resquebrajamiento de la cultura indígena, etc., son cuestiones muchas veces interdependientes y que requieren de propuestas y alternativas para poder ser mitigados, ya que de no tomarse las medidas necesarias, el riesgo de llevar el ecosistema a su colapso es casi inminente.

A su vez son elementos que han sido retroafectados por cuestiones socioeconómicas y políticas con intereses inmediatos en la Sierra. En este mismo sentido, vemos como las relaciones de todos los organismos vivos y sus interacciones asimétricas y de interdependencia se encuentran volcadas a un límite por el racionalismo económico mismo que genera condiciones de “desarrollo” dispares y engañosas, al grado que distingue jerarquías socioterritoriales e incluso geográficas, ya sea en ámbitos locales o incluso globales.

La falaz noción de desarrollo que se busca inculcar desde las sociedades industrializadas como una receta para incentivar la economía y así alcanzar la “meta” en el resto de las sociedades del planeta, busca fortalecerse con el respaldo del discurso sustentable, el cual, no hace más que circunscribirse a un orden económico que requiere del cuidado de la naturaleza para garantizar su funcionamiento (Leff, 1998; Alfie, 2005; Castro y otros, 2010).

La problemática de deterioro ambiental a distintas escalas geográficas, va ligado con la pérdida de la diversidad cultural, lo que da pie a la consolidación de la cultura occidental expansiva como forma de organización social a la que el resto de las sociedades del planeta deben aspirar, aunque esto signifique la devastación de diferentes ecosistemas en el planeta, debido a que los procesos de producción del capitalismo y la economía, tienen como motor a la industrialización, misma que requiere de una exorbitante cantidad de elementos naturales para su inserción en los procesos productivos.

A lo anterior, para poder revertir muchas de las problemáticas planteadas no existe una píldora o elemento que permita mitigarlas de golpe, es necesario una serie de medidas, voluntades y organización social que paulatinamente puedan traducirse en nuevas formas de aprovechamiento y uso de su naturaleza, lo que se encuentra ligado a cosmovisiones distintas que no están regidas por las visiones de desarrollo económico, humano, sustentable, agrario, etc., y que éstas últimas muchas veces salen sobrando.

Para esto, es necesario adentrarnos a una nueva visión de desarrollo que no solo modifique las formas de aprovechamiento y uso de la naturaleza como partes de los procesos productivos a escala biorregional, sino también implica la reestructuración material e ideológica de muchos de los sistemas urbanos-metropolitanos o rurales que paulatinamente han perdido su carácter de hábitat óptimo para el desarrollo de las actividades humanas, que a su vez dependen de la naturaleza de ecosistemas como es el caso de la SC. Y esto se logra estableciendo nuevos órdenes en donde los espacios biorregionales (así decretados en su caso) o áreas naturales, y por supuesto sus poblaciones, determinen o condicionen los proyectos externos, resultado de políticas exógenas (de índole federal, estatal o local) con capacidad de incidir y transformar un ecosistema específico.

La importancia de establecer nuevos ordenes espaciales biorregionales, con su consecuentes formas particulares de organización social-cultural, recae en la cada vez mayor necesidad de generar acciones de protección y preservación de la naturaleza en las diversas geografías del país (y más allá). Esto debido a la importancia que tienen



como generadoras de un sin fin de procesos físico-químico-biológicos de gran relevancia para las diferentes sociedades en el país (destacando que no hay similitud entre las sociedades urbanas y las rurales por ejemplo).

Tan solo el tema del agua es un aspecto que nos permite visualizar la magnitud ecológica que representa, la Sierra para las regiones del centro del país, ya que es donde se generan importantes volúmenes de agua por medio de precipitaciones, mismas que producen escurrimientos y recargan acuíferos aprovechados en una buena parte de la megalópolis. Y así, existen mucho otros ejemplos que no se reducen únicamente al agua, también está el suelo, aire, los bosques, la biodiversidad, la cultura indígena que son de gran importancia nos solo en el ecosistema sino a nivel país, y el afectarlos repercute a escalas ecosistémicas mayores.

Esto más allá de requerir acuerdos internacionales que busquen aminorar las emisiones de gases de efecto invernadero con la finalidad de disminuir el evidente calentamiento global y su inminencia en la afectación de ambientes y transformación de territorios por el aumento de los mares, de fenómenos meteorológicos devastadores, etc.; problemáticas que se presentan a nivel global (y en donde las estrategias se quedan en un nivel muy superficial), por lo que la participación social a escalas locales y/o biorregionales en los procesos de conservación, restauración y de equilibrio ecosistémicos es fundamental.

De este modo hacemos énfasis en la necesidad de buscar desde escalas locales y biorregionales nuevos ordenes de desarrollo socioambientales donde la preservación, cuidado y uso racional de la naturaleza sea parte de una lógica con miras a sostener un equilibrio entre sociedad-naturaleza, que pareciera tan simple, pero la realidad nos ha mostrado que nos hemos alargado la relación “reciproca” entre esta dualidad.

Para esto, resulta indispensable que los distintos sectores participes en el actual modelo económico de desarrollo, se puedan integrar en nuevas formas de desarrollo en donde impere una visión acorde a los ritmos de crecimiento, renovación, recuperación y respeto de la naturaleza. Lo que supone generar estrategias de desarrollo que no se circunscriban a cuestiones políticas, territoriales, magnoproyectos específicos dirigidos a ciertos sectores, instrumentos de política ambiental, etc., muchos de esto, fragmentarios

en su capacidad de acción y en sus objetivos de generar condiciones de desarrollo socioambiental.

En el caso específico de las comunidades y de ciertos áreas naturales, las características ecogeográficas y etnográficas, tan diversas, han propiciado una particular forma de apropiación de su naturaleza que ha sido resultado de la organización social en usos y costumbres, derivadas del conocimiento y aprovechamiento de ésta. Todo ello ha sido poco considerado en las políticas aplicadas por el gobierno, relegando la realidad social y ecológica de las comunidades, y su desarrollo mismo.

Como se ha visto en capítulos anteriores, la noción de “desarrollo” que se busca inculcar desde las sociedades industrializadas como una receta para incentivar la economía y así alcanzar la “meta” en el resto de las sociedades del planeta, creemos que busca fortalecerse con el respaldo del discurso sustentable, el cual, no hace más que circunscribirse a un orden económico global que requiere del cuidado de la naturaleza para garantizar su funcionamiento (Leff, 1998; Alfie, 2005). De acuerdo a \_\_\_\_\_ cualquier desarrollo humano que no considere el cuidado de la naturaleza simplemente no es desarrollo. En la medida que acabemos con el resto de las especies de flora y fauna y contaminemos los elementos naturales, el riesgo de colapso para las distintas sociedades en el planeta será mayor, incluido sus procesos productivos-económicos globalizados.

Para Toledo (2004), la globalización de lo humano, es decir, la aprehensión y socialización del espacio planetario, es pues ya un proceso en plena consolidación que obliga a re-pensarlo todo: política, economía, cultura, diplomacia, educación, estilos de vida. La imbricación de formas socioculturales ajenas a un entendimiento del orden ecosistémico<sup>11</sup>, como la sociedad industrial es lo que está llevando a un riesgo de colapso a las distintas formas de vida (Maya, 1992).

Creemos que no todos los seres humanos generan efectos al medio ambiente por igual,

---

<sup>11</sup> Por orden ecosistémico entendemos todas aquellas relaciones y nichos ecológicos entre los elementos y componentes naturales (incluido los seres humanos) bióticos y abióticos, que debido a su complejo entrelazamiento, sus interacciones son vitales para la vida de este planeta.

ni mucho menos, las formas de organización social-cultural y su relación con la naturaleza son las mismas. Pero es claro que, nunca antes una forma de organización sociocultural englobada en un modelo económico como el del modo de producción capitalista y sus relaciones sociales de producción<sup>12</sup> imperantes en casi todas latitudes, ha causado una afectación en las diversas geografías y ecosistemas. Más allá de mostrar tendencias hacia la polarización de la riqueza y una gran homogeneización de la pobreza, el sistema económico implica un serio proceso de apropiación de los elementos naturales al mirarlos como recursos (materia prima-bruta, insumos) para garantizar su desarrollo (Leff, 1998). De este modo la actual crisis social y ambiental se dirige hacia un colapso global a consecuencia del dislocamiento de ciertos procesos como el dislocamiento del ecosistema del planeta; el incremento de la desigualdad social por la concentración de la riqueza; y la ineficacia y parálisis de las principales instituciones del mundo moderno (Toledo, 2015).

Evidentemente, que la historia de la humanidad muestra distintas formas de organización sociocultural englobadas en modos de producción<sup>13</sup> característicos de contextos históricos distintos (Marx y Hobsbawm (1857-1858) 1971). Por sociocultural entendemos las diversas formas de organización social intrínsecamente relacionadas a sistemas culturales con características específicas, y que engloba a su vez, a cuatro subsistemas claves que posibilitan el entendimiento de las formas de organización sociales en el tiempo pero también en la dimensión espacial como transformadora de la naturaleza (Maya, 2002).

Estos 4 subsistemas representan la base poblacional<sup>14</sup>, la tecnología<sup>15</sup>, la relación

---

<sup>12</sup> Son las relaciones que se establecen entre los propietarios de los medios de producción y los productores directos en un proceso o ámbito de producción determinado, relación que depende del tipo de relación de propiedad, posesión, disposición, usufructo que se establezcan con los medio de producción (Harnecker M., 1969: 43)

<sup>13</sup> De acuerdo a Marx, se entiende por *Modo de Producción*, a la forma total que posee una sociedad en función de su período de evolución histórica, definido por sus tipos de relaciones de producción. El modo de producción sería la forma de sociedad en su conjunto, constituida por la infraestructura o estructura económica y por la superestructura política, jurídica, religiosa e ideológica. La superestructura y la sociedad en su conjunto estarían asentadas sobre la estructura económica, en particular sobre las relaciones de producción. Entre los distintos modos de producción que se han dado en diferentes partes del planeta a través de la historia encontramos: Barbarie, comunismo primitivo, germánico, esclavista, asiático, americano, social-feudal, socialista y capitalista (Marx, Carlos y Hobsbawm, Eric (1857-1858) 1971).

<sup>14</sup> La población es lo que hace posible la cultura al incidir de manera total en los otros tres subsistemas. Antes

sociedad-tecnología<sup>16</sup> y su representación como forma de organización social, y la cuestión simbólica<sup>17</sup> (Maya, 2002). Estos subsistemas son fundamentales para comprender los sistemas culturales y su representación biogeofísica como forma de organización dentro de las relaciones ecosistémicas y específicamente para entender la relación sociedad-naturaleza en las diferentes geografías del planeta.

A pesar de que la actual problemática ambiental es resultado, en gran medida, del sistema económico capitalista, también habría que añadir, que las formas de pensamiento antropocentristas, fijistas, las visiones asociadas a incentivar el crecimiento económico desde la sociedad industrial como camino para alcanzar el desarrollo, la desigualdad social<sup>18</sup>, el machismo, no solo se pueden atribuir al capitalismo como modo de producción dominante (Maya, 2002; Schoijet, 2008). Sin duda son resultado de moldes culturales intrínsecamente arraigados a formas de pensamiento y cosmovisiones entrelazadas a cuestiones simbólicas gestadas desde antaño.

De acuerdo a Maya (2002) la cuestión simbólica es el mapa abstracto que organiza la experiencia técnica y social, no es solamente la palabra que designa el instrumento o la

---

de la revolución tecnológica neolítica, la población se mantuvo relativamente estacionaria, después de esta, la densidad aumento significativamente, impulsada en gran medida, por el desarrollo tecnológico.

<sup>15</sup> La tecnología es el conjunto de conocimientos y técnicas que permiten un determinado dominio del medio natural y de desarrollo material del sistema cultural en su conjunto. Es lo que permite al ser humano transformar biofísicamente el mundo natural y, por lo tanto, no solo subsistir, sino progresar como especie. El hombre es un animal tecnológico, y esa es posiblemente su diferencia más visible y significativa que lo distancia de las demás especies.

<sup>16</sup> La relación entre problemática ambiental y organización social determina en forma más marcada los rumbos del sistema cultural. La desecación de pantanos, construcción de grandes obras hidráulicas, la producción agrícola de vastas extensiones de tierra, fue posible a través de la energía humana, canalizada a través del esclavismo (Egipcios, Babilonicos). La colonización y saqueo de territorios y de elementos naturales implicó un deterioro ambiental, a causa de las relaciones productivas socioculturales (Maya, 2002).

<sup>17</sup> El lenguaje y los símbolos son el soporte básico de la producción y de la reproducción cultural. A través de ello, cada generación recibe las orientaciones básicas sobre las pautas de comportamiento. La actitud que asuma frente al medio, dependerá en gran parte de los moldes culturales recibidos. La ciencia, el derecho, la filosofía son también construcciones culturales. A través de ellos cada sistema cultural establece y transmite las posibilidades o los tabúes que abren o cierran la puerta a la acción y a la creatividad, y estas formas ideológicas y de pensamiento están explicita en las mismas teorías (Maya, 2002).

<sup>18</sup> El primer instrumento simbólico jurídico inventado por los griegos es la isonomía: el planteamiento de que todos los ciudadanos son iguales ante la ley. Dicha idea sería amañada por el derecho romano, definido como el "arte de lo bueno y de lo justo" (Maya 2002), visión clasista que distingue clases sociales y que ha permeado hasta nuestros días.

acción, sino la compleja estructura del lenguaje que codifica la experiencia social. Es toda la rica experiencia del hombre, que recoge en el lenguaje escrito, oral o artístico, las múltiples facetas de su experiencia cultural. La manera como el hombre se ha relacionado a través de la historia con la naturaleza está reflejado, no solo en las construcciones monumentales o en la tecnología modificadora del medio ambiente, sino igualmente en sus mitos, en sus construcciones científicas, filosóficas, teóricas y literarias (Maya, 2002).

El lenguaje y los símbolos son el soporte básico de la producción y de la reproducción cultural. A través de ello, cada generación recibe las orientaciones básicas sobre las pautas de comportamiento. La actitud que asuma frente al medio, dependerá en gran parte de los moldes culturales recibidos. (Maya, 2002). Tan solo las culturas griegas y romanas nos han dejado ciertos legados inherentes a formas de pensamiento socioculturales que encontramos en la actualidad, por ejemplo en la sociedad industrial.

De este modo, la cuestión simbólica en el presente, engloba mitos, ideologías, religiones, teorías, legislación-derecho, conocimientos, muestra un fuerte arraigo con formas de pensamiento de antaño, mismas que se traducen en la reproducción de una serie de fenómenos sociales y ambientales, y que en la actualidad son problemáticas más que evidentes: desempleo, polarización de riqueza, conflictos religiosos, apropiación irracional de la naturaleza, deterioro ambiental, etc.

La idea en la cultura griega de que “el hombre es la medida de todo” significa que el conjunto del mundo natural no tiene ninguna significación fuera de él o que la articulación del cosmos culmina en la acción del hombre, lo cual deja visos de un pensamiento antropocéntrico, a su vez nutrido por la idea de que la naturaleza parece ser un espacio caótico que requiere ser ordenado (Maya, 2002). Para Stan Rowe (1989) la visión antropocentrista manifiesta que el medio ambiente no es otra cosa que lo que sugiere su etimología: el simple contexto que rodea a las cosas de mayor valor (es decir a las personas). Así, el ambiente solo es periférico y su concepto es intrínsecamente peyorativo (Ferry, 1992).

Esta visión antropocentrista ha sido uno de los grandes causantes del deterioro

ambiental hasta nuestros días, y a su vez se ligan con un modelo económico que tiene como principal motor para alcanzar el “desarrollo” a la industrialización, la cual requiere de infinidad de elementos naturales para insertarlos a sus procesos productivos, y que en la mayoría de los casos, su uso y extracción de la naturaleza implica grandes afectaciones ambientales. ¿Pero que es desarrollo?

De acuerdo al DLE<sup>19</sup> la definición de desarrollo como tal alude a “la acción o efecto de desarrollarse, progresar, superarse o mantenerse”. Evidentemente, que es un concepto acuñado a los seres humanos y a sus formas de organización socioculturales. Asimismo destaca que el progreso significa “avanzar, mejorar, hacer adelantos en determinada materia”.

Posiblemente, la idea de avanzar y transitar socioculturalmente hacia la búsqueda de un equilibrio ecosistémico en beneficio de nuevas formas de desarrollo socioambientales en «materia» de la vida, es decir, de garantizar procesos de conservación que incluyan a todos los seres vivos en una igualdad de importancia (ecosistémica), podría ser una noción alterna de desarrollo.

Para Leff (1998: 60) un desarrollo alternativo no solo se limita a hacer compatible la conservación de la naturaleza y el desarrollo, internalizando las condiciones ecológicas para un crecimiento sostenido de la economía, sino también el lograr un pensamiento ambiental que coadyuve en la construcción de una nueva visión de desarrollo que integre a la naturaleza y a sus culturas específicas como parte de una nueva racionalidad productiva.

Ante la problemática ambiental, la necesidad de cuestionar (desde formas individuales hasta socioculturales específicas) un modelo de desarrollo económico y su sistema sociocultural que están acabando con la naturaleza y sus “recursos”, podría considerarse como un paso de los seres humanos hacia nuevas formas de entendimiento, comprensión e integración con la naturaleza (Leff, 1998).

---

<sup>19</sup> Diccionario de la Lengua Española, de la Real Academia Española.

La ONU<sup>20</sup> destaca que entre el objetivo principal del desarrollo (en función del ser humano) “es crear un entorno propicio para que la gente disfrute de una vida larga, saludable y creativa”. Aunque también existen conceptos más específicos (asociados a distintas disciplinas) que la ONU considera como desarrollo entre los que se encuentran: desarrollo humano<sup>21</sup>, social<sup>22</sup>, rural<sup>23</sup>, sustentable<sup>24</sup> y por supuesto económico<sup>25</sup>. Es este último, al que sin duda se le ha dado mayor peso, y del que dependen el resto de las nociones de desarrollo para alcanzar objetivos esenciales como calidad de vida y bienestar social (incluso el “disfrute del entorno”).

Pero estos dos conceptos: calidad de vida y bienestar social, dejan ver una visión totalmente antropocentrista, que al igual del concepto de desarrollo, no incluyen al resto de los organismos vivos, ni mucho menos la importancia de la relaciones ecosistemicas en la que estamos también relacionados. Solo la noción de desarrollo sustentable y por ahí rural, dan un espacio a la naturaleza como recurso y capital fundamental para alcanzar mejor niveles de vida, de nuevo, de los seres humanos.

Acorde al planteamiento sociocultural que hemos manifestado, la base poblacional (el

---

<sup>20</sup> The Human Development Report in 2010, ONU.

<sup>21</sup> El desarrollo humano es el proceso por el que una sociedad mejora las condiciones de vida de sus ciudadanos a través de un incremento de los bienes con los que puede cubrir sus necesidades básicas y complementarias, y de la creación de un entorno en el que se respeten los derechos humanos.

<sup>22</sup> El desarrollo social se refiere al desarrollo del capital humano y capital social en una sociedad. Implica una evolución o cambio positivo en las relaciones de individuos, grupos e instituciones en una sociedad.

<sup>23</sup> desarrollo rural hace referencia a acciones e iniciativas llevadas a cabo para mejorar la calidad de vida de las comunidades no urbanas. Estas comunidades humanas, que abarcan casi la mitad de la población mundial, tienen en común una densidad demográfica baja. Las actividades económicas más generalizadas son las agropecuarias, por lo que son fundamentales los sistemas productivos sustentables.

<sup>24</sup> Es la capacidad del ser humano de “satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades”. Alude a un equilibrio social, económico y ambiental para alcanzar mejores niveles de vida sociales sin comprometer y agotar a los recursos naturales.

<sup>25</sup> El desarrollo económico se puede definir como la capacidad de países o regiones para crear riqueza a fin de promover y mantener la prosperidad o bienestar económico y social de sus habitantes. Esta evidentemente ligado al desarrollo regional, así como al desarrollo industrial como motor generador de riqueza y acumulación de capital.

carácter social) y su interacción con los demás componentes del sistema cultural, generan formas de organización diversas, por lo que no podemos generalizarlas, y a lo que nos hemos referido como distintas formas de organización socio-cultural. Sin duda la cultura occidental<sup>26</sup> emanada y fundada en una base simbólica gestada desde culturas de antaño que enarbola al capitalismo, y sus relaciones sociales de producción como bandera del bienestar y desarrollo social, no es la misma que las formas culturales de los pueblos originarios indígenas preexistentes al capitalismo, como es el caso de mazahuas, purépechas, otomíes, zapotecas, triquis-mixtecos, en México<sup>27</sup> entre muchos otros.

A su vez la cultura occidental y eurogénica no se puede comparar con los grupos étnicos amerindios que habitan en el Amazonas<sup>28</sup>, o comunidades ancestrales que han poblado diversas regiones de África<sup>29</sup>. Las formas de apropiación de la naturaleza resultan muy distintas entre estas formas socioculturales a diferencia de los moldes sociales y organizacionales producidos por el capitalismo.

Una cuestión muy importante para comprender las diferencias anteriormente citadas, se encuentra en las relaciones sociales entre los individuos que conforman la cultura. La cultura occidental que se ha reproducido en casi todo el planeta bajo diversos mecanismos, instrumentos y estrategias (aparatos ideológico-simbólicos, represión-militarización, dominio financiero, sistemas políticos, tecnológicos, telecomunicación, industrialización, etc.) ha sido ofertada como un producto desde los países del centro

---

<sup>26</sup> Por cultura de occidente nos referimos a las formas de organización eurogénicas emanadas del capitalismo, y específicamente de la industrialización a partir de Europa, y que se ha extendido a casi todas latitudes del planeta. También podría aludir a la llamada sociedad industrial (Alfie, 2005).

<sup>27</sup> Existen muchas poblaciones pertenecientes a diferentes etnias indígenas que se han desarrollado con base al aprovechamiento y cuidado de su naturaleza, por medio de actividades productivas ecoturísticas, de embotellado de agua de manantiales, silvicultura, que les ha permitido conservar y mantener su naturaleza como los casos de: Ventanilla, Cordoncillo, El Rincón, El Platanar, Huescalapan ubicadas en Oaxaca, Jalisco, Edomex que son administradas por cooperativas, y a diferencia de otras poblaciones indígenas que se han visto permeados por procesos de compra-venta de terrenos originando la pérdida cultural y la integración de la población al crecimiento de las actividades comerciales y de servicios, no así, en dichas poblaciones con base a códigos comunitarios prohíben la venta de sus terrenos, así como el crecimiento de asentamientos humanos, lo que les ha permitiendo mantener intacta su naturaleza.

<sup>28</sup> Entre las diversas poblaciones y culturas existentes en el Amazonas están los Tikunas, Yucunas, Huitotos, Yaguas, Cocamas, mismos que se encuentran aislados de las formas de organización socioculturales del modo de producción capitalista, por lo que su cosmovisión en la relación ser humano-naturaleza resulta muy diferente, a la idea de ver a esta última como un recurso, mercancía, insumo, materia prima o bruta.

<sup>29</sup> Entre las muchas etnias africanas que se han mantenido al margen de las formas de organización culturales de tipo capitalista están: Chokwe, Lubas, Manykes, Wa Yaos, Sonninkes, etc.



hacia la periferia (Amin, 2000), es decir, como arquetipo social, casi exaltando la necesidad que todo individuo debe aspirar e integrarse a un sistema social regido por el capitalismo.

Lamentablemente dicha reproducción sociocultural más allá de “vender” moldes sociales igualitarios fundados en un desarrollo que lleve a la población a lograr mejores niveles de vida, ha significado la distinción de clases sociales que podríamos resumir en dos: los dueños de los medios de producción y la fuerza de trabajo (Marx, Carlos y Hobsbawn, Eric (1857-1858) 1971); lo que supone que la riqueza se concentra en unas pocas manos, mientras que las mayorías se sumen en la pobreza y subdesarrollo:

*Para Maya (2002: 25) “La riqueza dentro del desarrollo moderno, es necesariamente un proceso de acumulación desigual y solo con base en la desigualdad se ha dado hasta el momento la acumulación. Ello significa que la riqueza engendra la pobreza y el desarrollo el subdesarrollo. La utopía de una tierra íntegramente desarrollada no pasa de ser un sueño imposible”.*

La idea del desarrollo como “la capacidad del ser humano de superar los niveles de calidad de vida y bienestar social ya alcanzados en un contexto histórico específico (ONU)”, nos remite a pensar sobre qué tipo de base poblacional-cultural puede ser considerada dentro de esta dinámica que requiere de innovaciones y desarrollo tecnológico así como de la industria para incentivar un crecimiento económico, que a su vez permita generar riqueza. Lamentablemente, el capitalismo genera una desigual distribución de la ganancia. A su vez, la dinámica socioeconómica al estar fundada en la extracción, uso, aprovechamiento de la naturaleza (al mirarla como recurso económico) conlleva una afectación de grandes magnitudes hacia la naturaleza.

Entendiendo a la naturaleza como todos los elementos (agua, tierra, aire) y componentes bióticos y abióticos que generan procesos físicos, químicos y biológicos, mismos que en conjunto permiten la vida en un espacio biogeofísico, en ningún momento, la significación de la naturaleza está en función de una relación con la economía. Esta última la ha ido adoptando y moldeando como un capital más, pero la esencia misma de la naturaleza se encuentra desligada completamente de algún modo de producción en específico.

Evidentemente que es parte intrínseca en la evolución y supervivencia de las diversas especies que habitan el planeta, pero no está en función de una en particular para que ésta la use y logre su “desarrollo”.

Por otra parte, existen culturas que pueden prescindir de esta visión de desarrollo ligada a un progreso y/o avance tecnológico, social, humano, que nos remite indispensablemente a la sociedad industrial<sup>30</sup>, misma que tiene al crecimiento económico como principal factor para alcanzarlo. Hay culturas que más que buscar mejores niveles de calidad de vida, habitabilidad, felicidad en un “entorno”, lo que buscan es mantener sus formas de vida de manera estable (incluso sostenida) como muchas comunidades indígenas o grupos étnicos en América<sup>31</sup>.

Asimismo, existen culturas en donde el progreso y desarrollo radica en formas ideológicas (simbólicas) asociados primordialmente en la preservación de su identidad cultural así como de su ambiente, y no en un desarrollo material-económico. Un ejemplo claro recientemente es la comunidad purépecha de Cheran, en Michoacán, que cansada de la fragmentación cultural de su población y de la tala clandestina de sus bosques (por administraciones partidistas corruptas y penetradas por el narcotráfico), decidió tomar por las armas la administración de su pueblo, logrando la autogestión con base a la autonomía indígenas y de sus usos y costumbres. Aunque un antecedente mayor podría ser el EZLN en Chiapas.

Estas acciones se han logrado a través de una cosmovisión distinta que hace énfasis en el equilibrio ambiental y su entendimiento dentro del orden ecosistémico. Es posible vincular dichas formas de organización socioculturales a un desarrollo socioambiental que implique ante todo, el respeto y la reciprocidad hacia la naturaleza bajo una visión biocéntrica.

---

<sup>30</sup> Es un término asociado a la modernidad reflexiva de expositores como Giddens o Beck. La reflexión es el momento en que las sociedades modernas se confrontan con los fundamentos y límites de su propio modelo. Se trata, entonces, de modificar sus estructuras, de reflexionar sobre los efectos ocasionados por el desarrollo industrial capitalista y proponer escenarios alternos (Alfie, 2005: 65).

<sup>31</sup> Un ejemplo claro podrían ser diversas tribus del Amazonas como los Yucunas, que durante siglos han mantenido estable su base poblacional, sus tecnologías tradicionales, sus formas de pensarse y comprenderse en su naturaleza, así como han preservado el ecosistema de selva, sin alguna modificación drástica que haya implicado un deterioro ecológico, en gran medida a un desarrollo socioambiental recíproco dentro de las relaciones ecosistémicas.

A lo anterior, primero sería necesario entender la significación que damos al concepto de desarrollo socioambiental. Desde nuestra apreciación, este concepto nada nuevo pero muchas veces tomado a la ligera, se nutre de un enfoque sistémico en donde se exalta la capacidad, por parte del ser humano, de alcanzar un nivel de racionalidad que otorgue a todos los organismos vivos (incluido el ser humano) la misma importancia, al comprenderlos como un conjunto articulado que conforman un sistema de nichos ecológicos, lo cual implica a su vez, una reconfiguración social-cultural e ideológica (Maya, 1992; Leff, 1998; Castro y otros, 2009) con la finalidad de establecer procesos sociales y ambientales en sintonía con las relaciones ecológicas<sup>32</sup> existentes en el planeta.

Reiteramos que el concepto de desarrollo socioambiental, no es un concepto nuevo, ni inventado en este documento, es ante todo un entendimiento conceptual sobre la necesidad de generar un desarrollo recíproco y simbiótico entre las distintas sociedades y su naturaleza próxima. A su vez se vuelve un enfoque de aproximación a los fenómenos sociales y ambientales que exalta la necesidad de entender y considerar los procesos ecológicos, en la toma de decisiones, en la gestión política, económica y cultural, con la finalidad de garantizar, no solo la existencia de cualquier ser vivo, sino las relaciones ecosistémicas en cualquier geografía del planeta.

De este modo, entendemos por desarrollo socioambiental: la capacidad del ser humano de integrarse a un orden ecosistémico dentro del cual garantice, en igualdad de importancia, su desarrollo sociocultural recíproco con el del resto de la biodiversidad. De este modo, sería necesario readecuar las políticas, los procesos económicos, e incluso los límites territoriales.

Entendiendo que todo está conectado con todo (Commoner, 1971; Stone 1972) por medio de la trama de la vida (Capra, 1996), la ecosofía asociada a la visión biocentrista

---

<sup>32</sup> De acuerdo a Maya (1997: 13) en el planeta cada una de las especies está atada a la estructura general del ecosistema a través de un nicho ecológico, es decir, a través de la función que ejerce dentro del conjunto. Cada una de ellas ocupa un lugar en la transmisión de la energía o en los ciclos de recuperaciones de la materia.

(Naess, 1995) es de vital importancia en la búsqueda de alcanzar un desarrollo socioambiental que involucre no solo nuevos valores y formas de repensar la relación ser humano – naturaleza. A su vez debe inculcar nuevas vías alternas de desarrollo que integren a la naturaleza y cultura como un nuevo paradigma productivo (Leff, 1998) así como nuevas formas de organización socioculturales (y por supuesto individuales) que permitan una reciprocidad y simbiosis ambiental entre el ser humano y su naturaleza (Maya, 2002).

Partiendo de la idea de que para lograr un desarrollo socioambiental, no podríamos reducirnos de ningún motivo al crecimiento económico o al desarrollo tecnológico como elementos fundamentales para alcanzar mejores niveles de vida, sino a una capacidad por parte del ser humano de supeditar sus intereses personales ante intereses tan complejos como la vida misma y de las relaciones ecológicas.

Esto ha sido posible bajo cosmovisiones vinculadas a etnias, grupos indígenas, tribus en donde el desarrollo no significa meramente progreso físico-tecnológico (ni mucho menos económico), sino más bien un desarrollo simbólico, de sus formas de pensamiento, de su relación respetuosa con su naturaleza, donde los resultados son evidentes al mostrarnos que durante siglos han sido capaces de mantener su base poblacional estable así como sus ecosistemas casi intactos (Toledo, 1994).

Asimismo, existen culturas que se han ido adaptando e integrando a las relaciones de intercambio comercial de economías regionales. El caso de la comunidad zapoteca La Ventanilla es relevante en función de su organización sociocultural. Reciben una importante cantidad de visitantes nacionales o extranjeros, en gran medida, por la capacidad organizacional fundada en el respeto y admiración a su naturaleza.

Más allá de tener códigos entre los que destacan: la prohibición de la venta de sus terrenos, evitar el incremento de asentamientos y de actividades comerciales, respeto a la biodiversidad existente (misma que en otras zonas ha sido extinta), las estrategia de conformarse como una cooperativa administrada por ellos mismos ha permitido un desarrollo socioambiental al margen de intereses particulares (externos, incluso políticos) por medio de actividades ecoturísticas, resultado de una capacidad organizacional

fundada en la preservación y conservación de especies endémicas<sup>33</sup>, extintas en otras partes del sur de México.

Otro caso similar se da en la población El Cordoncillo en Jalisco, en donde la conservación de sus bosques le ha permitido aprovechar los escurrimientos superficiales existentes al comercializar agua embotellada de manantial, extendido sus horizontes de desarrollo social, no solo preservando su naturaleza, sino obteniendo un beneficio económico.

Resulta igualmente interesante el caso de la población purépecha de Cheran en Michoacán, misma que se ha organizado y movilizó en contra de los partidos políticos, las administraciones corruptas en gran medida por la penetración del narcotráfico, quienes no solo estaban afectando las relaciones socioculturales, sino también su ambiente, al grado de deforestar miles de hectáreas de sus montes. Por lo que el 15 de abril la gente de Cheran desconoció a los partidos políticos y la administración priista correspondiente, retomando por medio de la autogestión el gobierno de su población, buscando la recuperación sociocultural y de su naturaleza (La Jornada, 2012).

Pese a que estas medidas y acciones socioculturales podrían ser vinculadas con el desarrollo sustentable, para efectos de esta investigación las distinguiremos como ejemplos de desarrollo socioambiental por diversos motivos. Más allá de distinguirse corrientes de desarrollo sustentable como la fuerte sustentabilidad o débil sustentabilidad, y más allá de que su conceptualización y definición se ha ido modificando en el tiempo desde su pronunciación en el trabajo *Nuestro futuro común*, continua teniendo una camisa de fuerza para alcanzar el desarrollo social y ambiental.

Dicho aspecto inmovilizador es la economía y la cuestión política. Evidentemente que se han ido diseñando y construyendo diferentes mecanismos, estrategias e instrumentos para buscar lograr un consenso global, pero a un se encuentra en una etapa poco clara, al requerir cambios sustanciales que las clases industriales no están dispuestas a realizar en un corto y mediano plazo (Alfie, 2005; Schoijet, 2010).

---

<sup>33</sup> Entre las especies de animales están el cocodrilo acutus, tortuga marina, venado cola blanca, cigüeña, mapache.

Aunque creemos que es posible aventurarse a nuevos escenarios en donde se planteen estrategias, mecanismos e instrumentos traducidos en nuevas formas de organización socioculturales, y que igualmente transiten de un marco de acción territorial hacia uno de corte biorregional; que empoderen y fortalezcan la autogestión de las comunidades y desconozcan, en su caso, a los partidos políticos permeados por la corrupción o el narcotráfico; que en base a códigos socioculturales se exalte el orden ecosistémico; que consoliden su cultura con base al reconocimiento de sus usos y costumbres así como la participación ciudadana; que permitan la reproducción de los valores y pensamientos biocéntricos con miras a fortalecer una visión de desarrollo socioambiental que enaltezca al ser humano por su capacidad de entenderse como elemento más de la vida y no como el ser antropocéntrico que anuncia con acabarla.

### **Instrumentos de política ambiental y otro enfoque de aproximación**

Otro aspecto de gran importancia en la Biorregión son los instrumentos de política ambiental diseñados por las entidades inmiscuidas con el objetivo de proteger y salvaguardar el ecosistema. Lamentablemente los resultados no han sido los esperados, como se ha mostrado a lo largo del documento, el ordenamiento ecológico en la Sierra ha sido poco eficaz por diferentes razones.

En México, el Ordenamiento Ecológico (OE<sup>34</sup>) tiene sus antecedentes en la década de los 70 cuando se comienzan a plantear diversas iniciativas: leyes, normas, instituciones, metodologías y estrategias, que enmarcados como instrumentos de planeación, buscaban dar solución a los distintos problemas sociales y ambientales. En estos primeros años, predominó una visión acotada y los proyectos se concentraron exclusivamente en aspectos específicos: salud, problemáticas urbanas, forestales, etc.,

---

<sup>34</sup> Entre los distintos productos del OE podemos encontrar programas ambientales traducidos en decretos de zonas sujetas a conservación, aprovechamiento así como áreas naturales protegidas (ANP) delimitadas por polígonos y vértices con dimensiones diversas y muchas veces sin criterios claramente definidos. Asimismo, existe una categorización en cuanto a OE del territorio, en donde están las modalidades de tipo regional y federal (ambas con competencia federal) y el de tipo **local** (con competencia municipal y/o estatal) (Inecol, 2000; p. 56).

aunque con enfoques independientes unos de otros... sin visos de que se asumieran como elementos de una política integral (Inecol, 2000; p. 9).

Es en la década de los ochenta cuando el OE se va modificando ante contextos socioeconómicos que requieren nuevas perspectivas, por lo que se buscó diseñar instrumentos de planeación territorial que abordan las diversas problemáticas socioambientales desde un enfoque más “integral”, en donde los procesos naturales se entendieran de la misma forma con respecto a los procesos políticos, económicos y productivos (Inecol, 2000). Lamentablemente sus resultados no han sido los esperados, y el concepto de “ordenamiento ecológico” pareciera que se ha vuelto algo confuso y contradictorio

En 1988 se diseña la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y a su vez se crea la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), en donde se sientan las bases para el diseño de instrumentos de política ambiental los cuales contemplaban la regulación del incremento de asentamientos humanos y actividades económicas, evaluación de impacto ambiental, diseño de normas oficiales, de investigación y, desde luego, el ordenamiento ecológico del territorio (Inecol, 2000; p. 14).

Creemos, que el diseño de estas políticas con incidencia ambiental en México, respondió igualmente, a ciertos eventos y reuniones internacionales que un año antes (1987) se tradujeron en el nacimiento del concepto del “desarrollo sustentable”, implícito en el documento *Nuestro Futuro Común* elaborado por la Comisión Mundial del Medio Ambiente y el Desarrollo.

En el caso de la Sierra, el Ordenamiento Ecológico ha sido un instrumento de política ambiental diseñado con el objetivo de regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección y restauración del medio ambiente, así como lograr su aprovechamiento sustentable, esto de acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 2012).

A lo anterior, el OE adopta ciertos elementos de la sustentabilidad al enfatizar que la protección ambiental y el desarrollo económico no están peleados, por lo que en teoría, busca garantizar un uso de los recursos naturales que no rebase su umbral de renovación y apunte hacia un equilibrio social y una distribución equitativa de la riqueza.

Aunque desde nuestra apreciación el OE resulta contradictorio por ciertas cuestiones más que evidentes. Por un lado, contempla a la naturaleza (desde esta visión “sustentable”) como un capital más necesario de conservar para hacer sostenibles en el tiempo los procesos de producción económicos. En este sentido, en las agendas de estado pareciera que la naturaleza importa y requiere ser conservada en función de la dependencia del ser humano para con ésta; no porque interesen el resto de las formas de vida con las que compartimos este planeta ni mucho menos las vitales interacciones que mantenemos directa e indirectamente desde una visión ecosistémica.

Por otro lado, el OE tiene una contradicción conceptual: “ordenamiento ecológico”. ¿Realmente la vida, la naturaleza, los procesos biológicos se pueden ordenar? La creación del universo se atribuye a un caos total mismo que generó la existencia de formas de vida (no ordenadas) en la tierra (y posiblemente en muchos otros planetas que aún desconocemos). Evidentemente que la tecnología nos ha permitido modificar sistemas vivos al grado de intervenir y ordenar desde aspectos genéticos hasta cuestiones más físicas y materiales, aunque sus repercusiones y problemáticas socioambientales todavía no se han medido a plenitud (Maya, 1997).

Pero más allá de esto, la ecología al ser una rama de la biología que estudia a los seres vivos, requiere de una visión holística y sistémica compleja para lograr un mayor entendimiento de sus elementos y sistemas vivos; incluidas sus relaciones e interacciones asimétricas las cuales son fundamentales para el desarrollo y comprensión de la naturaleza, de sus organismos y sus ciclos reproductivos.

El ordenamiento “ecológico” al reducir en partes la naturaleza y todo el conjunto de relaciones que se puedan dar entre elementos bióticos y abióticos de un ecosistema



específico acotándolos a simples polígonos sujetos a “conservación”, nos muestra una visión política e institucional tremendamente contradictoria, que denota una cierta ignorancia con respecto al tema ambiental, y específicamente en relación a la ecología y el complejo entrelazamiento de sus sistemas vivos.

Asimismo, este instrumento no ha logrado los objetivos esenciales de preservación de la naturaleza, en gran medida por la visión territorial, que tiende a fragmentar y acotar las estrategias y acciones de conservación de los instrumentos de política ambiental, al circunscribirlos a los límites políticos-administrativos de cada entidad, como sucede en la Sierra (Barrera, 2012).

Además de quedar limitados para favorecer los procesos de conservación de la naturaleza, el OE se han ido pervirtiendo y modificando sustancialmente con respecto a la permisividad de actividades a su interior (de sus polígonos), en gran medida, por las exigencias de diversos proyectos de índole económico (Caravias, 2012); en el caso de la Sierra destacan las actividades mineras, madereras, agropecuarias intensivas, construcción de vías de comunicación, proyectos hidrológicos, etc. (Barrera, 2012).

Como hemos visto a lo largo de este documento, la acelerada expansión física del área urbana del sistema megalopolitano, ha significado la transformación y deterioro de muchas áreas de valor ambiental, siendo éstas, las áreas en donde los ambientes originales han sido modificados por las actividades antropogénicas y que requieren ser preservadas, en función de que aún mantienen ciertas características biofísicas de gran importancia en términos ecológicos,

En el caso del Distrito Federal (DF), encontramos básicamente dos tipos de suelo, cuyo antecedente se remonta a principios de 1980 cuando en el Plan de Desarrollo Urbano del DF se estableció una zonificación que delimitaba las zonas urbanas y no-urbanas, en ésta última estableciéndose dos importantes zonas, la de amortiguamiento (zona de transición entre lo urbano y rural), y el área de conservación (Aguilar, 2009).

En el año 2000, se crea el Programa General de Ordenamiento Ecológico del DF (PGOEDF) el cual ha buscado establecer un mejor aprovechamiento de los elementos naturales, así como diseñar estrategias de conservación al interior de su poligonal, estimada en 86,804 hectáreas ubicadas sobre nueve delegaciones: Gustavo A. Madero, Iztapalapa, Álvaro Obregón, Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan y Xochimilco.

Lamentablemente el crecimiento urbano y particularmente la proliferación de asentamientos irregulares y su posterior regularización en suelo de conservación no ha podido ser contenida, y mucho tiene que ver a cuestiones ligadas a procesos electorales y políticos. En época de elecciones, “la necesidad de administración saliente de no fomentar divisiones y pérdida de militantes; por otra, la necesidad y el interés de sumar votos, ofreciendo a los pobladores su regularización, a cambio de su apoyo el día de la elección (Castelán y Mejía, 2011; p. 257)”, tema crucial para entender el aumento paulatino de construcciones en estas zonas sujetas a conservación.

Por otra parte, los decretos de ANP<sup>35</sup> en la Sierra, que han tenido el objetivo de conservar “los recursos bióticos del país, incluyendo los aspectos relativos a su diversidad genética, de especies y hábitat, mediante la aplicación de un estatuto de protección legal a determinadas áreas, consideradas particularmente representativas (Inecol, 2000: p. 41), no han dado los resultados esperados.

Pese a la existencia de estos instrumentos de política ambiental y decretos para la protección y resguardo de las áreas naturales, el incremento de asentamientos humanos irregulares se ha traducido en la integración de un gran número de municipios con importantes áreas forestales a la nueva frontera metropolitana y su paulatina transformación socioeconómica de demarcaciones rurales a urbanas. Este fenómeno no es nuevo, sus inicios son visibles a partir de 1960, momento en que se comienza a dar una implantación industrial en municipios mexiquenses, lo que alentó la existencia de

---

<sup>35</sup> Las ANP son proyectos regionales de desarrollo sustentable que a su vez, incluyen: un sustrato jurídico, una estructura organizativa interna y un programa de manejo como sistema de planeación, de regulación y promoción interna (Inecol, 2000: p. 41)

infraestructuras, equipamientos y zonas habitacionales (“planificadas” y no) sobre áreas agrícolas y forestales.

Con el paso del tiempo, la política de uso del suelo en la megalópolis ha sido ineficaz en resolver el problema de asentamientos irregulares, expansión urbana descontrolada y no planeada, propuestas de reservas territoriales para el “desarrollo” urbano, inseguridad en la tenencia de la tierra, vulnerabilidad y deterioro ambiental. La falta de efectividad de las políticas ambientales (y sus instrumentos específicos como el OE) podría ser atribuible, por un lado, a que “la política urbana ha tenido que adoptar una postura tolerante con la ocupación ilegal del tierra privada y la de carácter ejidal y comunal, como consecuencia de que no ha dado solución a la demanda de vivienda por parte de los estratos sociales más pobres; y segundo, la regularización de asentamientos ilegales como solución *expost* a este problema, ha estimulado mayores expansiones irregulares (Aguilar y Santos, 2011; p. 285).

Ligado al encarecimiento de la tierra en las zonas centrales de la megalópolis, la disponibilidad de suelo barato en la periferia, existencia de mecanismos de incorporación de suelo agrario para el crecimiento urbano (privatización del suelo), también destacan aspectos asociados a la administración pública como cuestiones: técnicos, institucionales, administrativos, normativos y jurídico-penales, que han estado ligados, de algún modo, a los procesos de invasión y aumento de asentamientos, como en el caso del SC del DF; esto en función de su falta de acción, información, permisividad, ausencia de interés, desconocimiento, falta de coordinación político-administrativa, corrupción, incapacidad, etc. (Castelan y Mejia, 2011; p. 257); lo que ha dado como resultado un incremento de construcciones y de población en condiciones de vulnerabilidad en las zonas periféricas.

En el caso específico de las 21 unidades político administrativas en las que se desborda la Sierra, es evidente que estas han ido experimentado un aumento poblacional por diferentes cuestiones, atribuibles a la mayor superficie de territorio “urbanizable” en la periferia metropolitana, precios del suelo más baratos, existencia de infraestructuras y

también de núcleos agrarios, que a partir de las reformas al artículo 27 constitucional a inicios de los 90 han alentado la descomposición de este tipo de régimen de la tierra, incorporando importantes superficies al mercado del suelo urbano.

A lo anterior, tanto en las demarcaciones del DF, mexiquenses y en Huitzilac (Morelos), durante la década de los ochenta y noventa los medios ilegales de ocupación de la tierra fueron los más importantes métodos de asentamiento humano, y las normas de planeación no presentaron controles del mercado del suelo ni para restringir disponibilidad de tierra, ni para dotar de suelo a los grupos pobres en gran parte de la ciudad, además de que el Estado ha sido bastante permisivo con las ocupaciones ilegales del suelo por estratos socioeconómicos bajos (Aguilar, 2009) y medio-altos, como en los casos de las colonias Héroes de 1910 (Tlalpan) o Villa Alpina (Naucalpan), por decir algunas. Posterior a estas décadas, pese a la formulación de diferentes instrumentos de ordenamiento territorial y de OE, no han podido establecerse estrategias para contener y mitigar muchas de las problemáticas vistas en este trabajo.

Mucho tiene que ver con que los instrumentos de política ambiental existentes, en el caso de la Sierra, se han ido pervirtiendo y modificando sustancialmente con respecto a la permisividad de actividades socioeconómicas con incidencia ambiental, así como se han diluido sus estrategias y deformando físicamente sus polígonos de acción, en gran medida por los diversos procesos sociales, económicos, políticos, culturales y jurídicos dados a su interior.

Asimismo, la escasa unificación de criterios en los diferentes instrumentos de política ambiental (ya que cada entidad está facultada para diseñar sus propias políticas ambientales), han dado como resultado una heterogeneidad de procesos de transformación y deterioro, así como su manifestación socioambiental en la Sierra resulta distinta, al grado que hay bloques (norte y sur) mejor conservados en términos forestales y en donde las transformaciones agrarias y jurídicas han sido menores que, por ejemplo, en el bloque central.

Muchos de estos instrumentos de política ambiental, suelen reducirse, únicamente a sus límites territoriales, lo que diluye y fragmenta las estrategias y acciones de conservación, al circunscribirse política y administrativamente a sus respectivas demarcaciones (Barrera, 2012).

Ejemplo de lo anterior, es visible en el Parque Otomí-Mexica, decretado en 1980 por el Gobierno del EM, mediante el cual se buscaba la forestación y reforestación, control de corrientes pluviales, absorción de aguas, prohibición de construcciones que dificulten su buen funcionamiento, restricción y control de asentamientos humanos. A lo anterior, en 2009 se decreta un nuevo OE (y zonificación) para dicho parque, el cual se vuelve mucho más permisivo.

Posterior a este decreto, se han puesto en marcha una serie de proyectos carreteros (autopistas Naucalpan-Toluca y Lerma-Tres Marías), clubes campestres (Bosque Real), desarrollos inmobiliarios y comerciales, que muestran como los instrumentos de política ambiental se van adecuando en sus preceptos ante la lógica económica avasallante que va exterminando importantes áreas naturales fundamentales para el equilibrio ecológico de la misma metrópoli, y a su vez, estos tácitos instrumentos distan mucho de generar procesos de conservación en beneficio social-cultural y ambiental.

De este modo, los instrumentos de política ambiental no sirven si continúan supeditados a un enfoque territorial que visualiza en “partes” a los ecosistemas. Más que contribuir en la preservación de la naturaleza, lo que han hecho es fragmentar las estrategias y acciones para su conservación. Esto se ha traducido en reducidos y antiecológicos parches – polígonos, que increíblemente tienen como objetivo la “conservación” y “restauración” de la naturaleza (Barrera, 2012).

### **Vagas propuestas**

La sostenibilidad en un ecosistema mediante procesos de aprovechamiento recíproco de la naturaleza por parte del ser humano, no necesariamente debe reducirse a acciones

vinculadas con el concepto de sustentabilidad, ya que como hemos visto, dicho concepto está muy determinado por subsistemas políticos y económicos, que difícilmente están dispuestos a modificar sus patrones de producción o a gestionar programas que implique la readecuación de los procesos de acumulación en el territorio.

Ejemplo de esto es la visión tecnocrática del gobierno actual de EPN, que hace énfasis en el manejo sustentable de los recursos naturales, pese a que las políticas que está llevando a cabo como: dinamizar la economía en diferentes regiones del país, realmente ha significado la ausencia de interés en temas ecológicos, al grado que los instrumentos de política ambiental se han modificado sustancialmente.

Asimismo, creemos que la sustentabilidad engloba objetivos, estrategias, mecanismos, acciones totalmente condicionadas por procesos económicos y políticos; mientras que el enfoque de sostenibilidad, de por sí, es una condición natural que cualquier tipo de desarrollo debe considerar para mantener los procesos sociales y ambientales estables. La sostenibilidad de un ecosistema más que depender de procesos económicos, políticos y toma de decisiones (muchas veces realizada desde escritorio), requiere de un entendimiento ecológico, que solo una educación y entendimiento ambiental puede lograr, con la finalidad de consolidarse como parte de una cosmovisión, como una condición humana asociada a un estado o dimensión temporal, que requiere lograrse para mantener su propia estabilidad, por lo tanto es una cuestión cultural.

Una de las principales propuestas para lograr revertir la actual situación de deterioro socio-cultural y ambiental en la Sierra, es empoderar a las comunidades que durante varias generaciones (e incluso siglos), han sido los residentes de la montaña, y como ninguna otra persona, conocen los ciclos de vida, las relaciones ecológicas, los procesos físicos, químicos y biológicos, de los organismos vivos y sus funciones esenciales en la naturaleza.

Pero para lograr el empoderamiento y la participación total en la toma de decisiones y condicionamiento de muchos de los proyectos actuales, es necesario la conjunción y

articulación entre poblaciones (incluidos los NA). Actualmente hemos visto (pese a existir una movilización ambientalista importante como el FPDMA), poca interacción y comunicación así como falta de intercambio de información entre pueblos de la Sierra. Mucho tiene que ver, con la llegada de personas (proceso de inmigración) provenientes de otras regiones a la Sierra, misma que trae una lógica social y cultural distinta (no pero ni mejor) solo diferente, al igual que el contexto social y ambiental en el que se inserta. Esto se liga con la apatía y desinterés para participar en los diversos asuntos políticos, sociales, económicos, productivos, jurídicos en las comunidades, en parte, por la afinidad que puedan tener ciertos grupos con partidos políticos.

De este modo, el empoderamiento de las comunidades debe estar vinculado con la organización y activismo intercomunitario en la Sierra, en donde se establezcan los principales ejes y problemas necesarios de mitigar o, en su caso, potencializar. Así, el empoderamiento debe estar reforzado con diversos mecanismos e instrumentos ligados con una planeación socioambiental participativa llevada a cabo desde las poblaciones nativas, las cuales conformen un ente regulador, traducido en una alianza de las comunidades que habitan la montaña, que como organismo, puedan gestionar diversos aspectos: cuidado y preservación de la naturaleza, procesos de reforestación, aprovechamiento y distribución de agua, seguimiento a procesos productivos agropecuarios, freno a los procesos de compra-venta de tierras agrarias, establecimiento de límites forestales impenetrables y no utilizables para la agricultura ni mucho menos asentamientos humanos, evaluación de proyectos socioeconómicos en la Sierra, reformulación de instrumentos de política ambiental.

Afortunadamente existen varios ejemplos, aunque algo aislados, en varias poblaciones como: Santa Cruz Ayotuzco, San Francisco Ayotuxco, San Francisco Xochicuautla, San Pedro Atlapulco, San Juan Atzingo, San Jerónimo Acazulco, Santiago Temoaya, San Luis Ayucan, San Bernabé Ocotepéc, San Nicolás Totolapan, Santa Rosa Xochiac, entre otras, en donde, pese a los diversos intereses económicos sobre sus tierras (debido a su cercanía con la ZMVM, ZMVT y ZMC), han logrado establecer acciones para limitar la venta de la tierra agraria (al grado que varias de estas comunidades no se inscribieron al PROCEDE), establecer jornadas de reforestación, mantener vínculo con otras poblaciones, y por ende, construir movimientos ambientalistas como el FPDMA.

En este sentido, se destaca la necesidad de crear, por parte de las comunidades, un gobierno comunitario, resultado de la integración intercomunitaria en la Sierra, por medio del cual, se circunscriban las poblaciones y las decisiones de la Biorregion a un ente regulador de los diversos procesos socioeconómicos y ambientales en la Sierra.

A lo anterior, por medio de la creación de un gobierno comunitario, las comunidades gestionarían los diversos proyectos que se realizan en el ecosistema, al grado que podrían determinar, condicionar e incluso beneficiarse. Las comunidades podrían administrar los proyectos carreteros existentes, al tiempo que dado sus posibles efectos socioambientales, prohibir nuevos. Esto plantea, a su vez, una nueva gestión desligada de la que se realiza en las metrópolis, ya que en estas últimas no solo es donde se da la toma de decisiones sobre proyectos económicos o de instrumentos políticos con incidencia nacional, regional y local; también es donde se gestionan los procesos de transformación socioambientales y de deterioro de los ecosistemas.

En el caso específico de la Sierra, los procesos de transformación por la dinámica socioeconómica ejercida en la metrópolis, no es homogénea, sino que distingue patrones y procesos específicos que se reflejan de manera distinta en el ecosistema. Como se ha mostrado, el bloque central de la Biorregion es el que ha experimentado los mayores procesos de deterioro por el crecimiento de actividades socioeconómicas (incluidos los cambios al uso del suelo, incremento de asentamientos humanos, proyectos carreteros,



procesos de inmigración, etcétera). Estamos en presencia de la posible fragmentación definitiva del ecosistema de bosque mixto (característico por coberturas de especies de pino, encino y oyamel), lo que reduciría el ecosistema a básicamente dos bloques: el norte y sur, que también están experimentando procesos de descomposición sociocultural y ambiental.

De este modo, las estrategias de conservación y rehabilitación forestal en la SC podrían, de manera muy generalizada, dividirse en dos tipos. Las encaminadas en conservar, restaurar y mantener el ecosistema de los bloques sur y norte de la Sierra, y por otro lado las encaminadas en rescatar y mitigar los procesos de deterioro en el bloque central; todo esto mediante estrategias muy urgentes que consoliden las relaciones ecológicas entre sus principales elementos sociales-culturales y ambientales, por medio del diseño de programas de conservación que incluyan la participación de las comunidades, creación de un gobierno comunitario y la reformulación de los límites biofísicos de su naturaleza bajo una cosmovisión de desarrollo socioambiental manifiesta en muchas poblaciones actualmente.

Esta cosmovisión, a diferencia de las demás significaciones de desarrollo (económico, rural, social, sustentable); enaltece al orden ecosistémico bajo una visión biocéntrica; da un mayor peso a la cuestión sociocultural y a la naturaleza por encima del beneficio económico; supone una escala biorregional que enaltece las características naturales (topográficas, orográficas, edafológicas, ecológicas, socioculturales) por encima de la disyunción territorial; fomenta el empoderamiento de las comunidades y la autogestión; desconoce a los partidos políticos y sus proyectos ajenos a su realidad socioambiental (lo cual desplaza paulatinamente a las estructuras políticas permeadas por intereses particulares y de grupos delincuenciales); emancipa las formas socioculturales autóctonas las cuales tienen el conocimiento para generar procesos de conservación y aprovechamiento de la naturaleza en la Sierra de las Cruces.

## Conclusiones

Esta investigación, en síntesis, ha tenido 3 grandes objetivos. Por un lado, hacer un diagnóstico socioambiental enmarcado en la propuesta de delimitación biorregional de la Sierra de las Cruces, debido a la poca información y carencia de estudios sobre este ecosistema tan importante para la región centro del país. Dicho diagnóstico, fundamentado en la interacción y reconocimiento con los actores sociales interactuantes en la Sierra, ha considerado una serie de ejes de investigación y elementos interrelacionados, que en conjunto, derivan en diferentes procesos y problemáticas ecológicas en la Sierra.

Por otro lado, hemos aplicado técnicas de investigación asociadas con el enfoque sistémico y método biocibernético, para cualificar, cuantificar y cartografiar las transformaciones, así como evaluar por medio de su modelación, el deterioro ambiental en la Sierra. Finalmente, y con base en los resultados obtenidos, hemos podido visualizar en perspectiva como ciertos elementos y ejes de investigación muestran tendencias que podrían llevar a un riesgo de colapso al ecosistema.

De este modo, hemos hecho énfasis en la necesidad de entender los diversos procesos sociales y ambientales desde una perspectiva ampliada que no se reduzca únicamente a una visión demarcada política y administrativamente por los límites territoriales (municipales, estatales e incluso nacionales).

La transgresión de esta visión territorial, como en el caso del biorregionalismo, permite un mayor entendimiento de las relaciones entre elementos biofísicos y subjetivos que encontramos en cualquier geografía, lo que a su vez amplía las problemáticas, pero también las propuestas y estrategias para mitigarlas.

Ligado con lo anterior, hemos podido evidenciar que los diferentes instrumentos de política ambiental en la Sierra han sido ineficaces por diversas razones,

destacando los proyectos económicos autoritarios y gestionados en las metrópolis que no consideran la cultura y los derechos de las comunidades nativas, la falta de organización sociocultural entre los pueblos autóctonos, así como las políticas de corte neoliberal asociados con la inminente privatización de la tierra agraria, han sido elementos significativos de los procesos acelerados de deterioro ambiental y sociocultural en la Biorregión. Asimismo, la visión territorial arraigada en instrumentos como el Ordenamiento Ecológico continúa siendo una camisa de fuerza para generar verdaderos procesos de conservación y aprovechamiento de la naturaleza en la Sierra

Por otro lado, la ausencia de instrumentos y mecanismos que permitan la autogestión y empoderamiento de las comunidades nativas (que durante siglos han habitado sus ecosistemas) y que conocen mejor que nadie los ciclos de reproducción de los elementos bióticos y abióticos, así como los procesos físico-químicos, biológicos al interior de la Biorregión, ha ido fragmentando las decisiones y movilizaciones sociales y comunitarias al grado de estar muy fragmentadas, al tiempo que (muchas de estas) perneadas políticamente.

La inminente privatización de la tierra agraria y su incorporación para el mercado privado del suelo urbano (Pradilla, 1993; García M., 2006), en el caso de la Sierra es de gran relevancia, debido a que este proceso retroafecta otros más. A lo anterior, se abre una línea de investigación muy importante con la intención de abordar en un futuro, cuestiones ligadas con los procesos de descomposición agrarios, consistentes en la paulatina privatización, modificación jurídica de la tenencia de la tierra y sus implicaciones ambientales e términos cuantitativos y cualitativos en la Biorregion.

Esto último se encuentra asociado con políticas económicas, urbanas, agrarias y ambientales mismas que, reiteramos, se diseñan desde un enfoque territorial y partidista, lo que a su vez detona procesos socioeconómicos (y problemáticas) heterogéneas y polarizadas, al igual que las soluciones, como vemos actualmente.

---

## BIBLIOGRAFIA

- Alarcón, Cantú, Eduardo (2000). "Teorías sobre la estructura del espacio urbano", en *Estructura urbana en ciudades fronterizas. Nuevo Laredo-Laredo, Reynosa. McAllen, Matamoros-Brownsville*, El Colegio de la Frontera Norte, México.
- Alexander, D. (1990) "Bioregionalism: Science or Sensibility.," *Environmental Ethics* 12 (2): 161-73.
- Alexander D. (1993) "Bioregionalism: The Need for a Firmer Theoretical Foundation," in J. Vorst et al. (eds.) *Green on Red: Evolving Ecological Socialism*, Winnipeg: Society for Socialist Studies.
- Alfie Cohen, M. (2005). *Democracia y desafío medioambiental en México*, Ediciones Pomares, UAM-Azcapotzalco, México.
- Altvater E., y Mahnkopf B., (2002), "Un planeta es globalizado" y "La democracia en los límites del espacio del medio ambiente", en *Las limitaciones de la globalización*, Siglo XXI y UNAM, México.
- Alvarado G. Alejandro, González C. Emma y Díaz C. Elizabeth (2011). *Los componentes del sistema del manejo de agua en una cuenca rural: aproximación metodológica*, UAEM, México.
- Aguilar, Guillermo (2009) "Urbanización periférica e impacto ambiental. El suelo de conservación de la Ciudad de México", en *Periferia Urbana. Deterioro ambiental y reestructuración metropolitana*, Aguilar Guillermo y Escamilla Irma (coords.) Editorial Porrúa, Instituto de Geografía de la UNAM, México.
- Amin, Samir (2003). "La economía política del siglo XX" y "Los instrumentos de análisis y de acción" en *Más allá del capitalismo senil. Por un siglo XXI no norteamericano*, Paidós, Buenos Aires (2001).
- Arocena, Rodrigo y Sutz, Judith (2003). "La innovación como problema complejo" y "Nada de lo social le es ajeno", en *Subdesarrollo e innovación. Navegando contra el viento*. Cambridge University Press, Madrid.
- Arteaga botello, Nelson (2005). Los estudios sobre la zona metropolitana del valle de Toluca. Aproximaciones estructurales y centradas en los actores. Colegio mexiquense.
- Azuela, A. y Peter, W. (1994). *La urbanización del ejido y el impacto de la reforma al artículo 27 de la constitución mexicana*. Revista interamericana de Planificación, nº XXVII.
- Barrera, Herman (2011). "Perspectivas del proceso de metropolización en la Ciudad de México", en Revista *Diseño y Sociedad*, núm. 30/11, UAM-Xochimilco, México.
- Barrera, Herman (2012a). "Deterioro socioambiental en la Sierra de las Cruces", en Revista *Diseño y Sociedad*, num. 32, UAM-Xochimilco, México.
- Barrera, Herman (2012b). "Percepción ambiental ¿Crisis de la sustentabilidad?", num. 209, *Boletín Espacio y Diseño*, UAM-Xochimilco, México.
- Barrera, Herman (2013a). "Reestructuración económica: el neoliberalismo en el campo mexicano", num. 211, *Boletín Espacio y Diseño*, UAM-Xochimilco, México.
- Barrera, Herman (2013b). "Modelación biocibernética de las problemáticas socio ambientales en la Sierra de las Cruces", Investigación y Diseño, Anuario de Posgrado 09, UAM-Xochimilco. Ponencia presentada en Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.
- Barrera, Herman (2013c). Las distintas fuentes de abastecimiento de agua en la ZMVM, num. 212, *Boletín Espacio y Diseño*, UAM-Xochimilco, México.
- Barrera, Herman y Castro, María Eugenia (2012). "Reflexiones en torno al paradigma sistémico-ecológico y su viabilidad para abordar problemáticas socioambientales y territoriales complejas", *Revista ARQ.URB*, num. 8, Universidad de San Judas Tadeo, Brasil.
- Bertalanffy, L. Von (1951), *Teoría general de sistemas*, Human Biology, article.
- Bocco, G., Mendoza, M., Masera, O. R. (2000). *La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán: Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. Michoacán, México.
- Bunge, Mario (1979), *Treatise on Basic Philosophy*, tomo 4: A World of Systems. Dordrecht, Boston: D. Reidel, 1979. Bunge M., (1979). Epistemología, editorial Ariel, Barcelona, España.
- Calva, José L. (1993). *La Disputa por la tierra*. Editorial Fontana. México.

- Calva, José L. (2004). *Ajuste estructural y TLCAN: efectos en la agricultura mexicana y reflexiones sobre el ALCA*. El Cotidiano, marzo-abril, año/vol. 19, número 124, UAM-Azcapotzalco, México, D.F.
- Capra, Fritjof. 1998. *La trama de la vida*. 4ta. Ed., Anagrama, colección compactos (2010), Barcelona, España.
- Castells, Manuel (1971). *Problemas de investigación en sociología urbana*. Siglo Veintiuno editores., Madrid, España.
- Castells, Manuel (1974). *La cuestión urbana*, Siglo XXI Editores, México (1972).
- Castro, María Eugenia (1998). "Globalización y desarrollo sostenible vs autodesarrollo y sustentabilidad", en *Revista Diseño y Sociedad* No. 9. UAM-Xochimilco, México.
- Castro María Eugenia (1999). *Impacto en medio ambiente por pérdida de superficies de conservación ecológica en el Distrito Federal y Área Metropolitana*. Revista diseño y Sociedad no. 10, UAM-Xochimilco, México.
- Castro, María Eugenia (2001). "Política urbana-ambiental y habitacional en México: Praxis neoliberal", en *Revista Diseño y Sociedad* No.12, pp. 42-49, UAM-Xochimilco, México.
- Castro, María Eugenia (2009). *El futuro de la metrópoli y paradigmas para la investigación*, Revista Territorios Metropolitanos, UAM- Xochimilco, México.
- Castro, María Eugenia, Cedeño Alberto, Lerin Manuel, Romero Laura I., Torres Pablo A. (2010). *Diseño ambiental en la cuenca del Papaloapan*, UAM-Xochimilco, México.
- Castro, María Eugenia (2011). "Ciencia e innovación tecnológica en el diseño ambiental", en Revista electrónica *Arq.urb.* ISSN 1984-5766, No. 6 – 2º Semestre, Universidad de Sao Judas Tadeu, Brasil. Checkland Peter., (1999). *Pensamiento de sistemas, práctica de sistemas.*, Wiley.
- Clark George, Moser Susanne, Ratick J. Samuel, Dow Kirstin, Meyer B. William, Emani Srinivas, Jin Weigen, Kasperson Jannes X., Kasperson Roger E., y Schwarz Harry E. (1998). *Assessing the vulnerability of coastal communities to extreme storms: the case of revere, Ma., USA*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- Clayton, Anthony M., and Radcliffe Nicholas J. (1996). *Sustainability: A systems approach*, London: Earthscan Publications Limited.
- CONAGUA, Actualización de la disponibilidad media anual de aguas subterráneas. Acuífero (1701) Acuífero de Cuernavaca, Estado de Morelos, Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 2009.
- CONAGUA, Actualización de la disponibilidad media anual de aguas subterráneas. Acuífero (1501) Valle de Toluca, Estado de México, Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 2009.
- CONAGUA, Actualización de la disponibilidad media anual de Agua subterráneas. Acuífero (0901) Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Publicada en el Diario Oficial de la Federación, 28 agosto de 2009
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). *Proyecciones de la Población de México 2000-2030*.
- Connolly, Priscilla, (1988), "Crecimiento urbano, densidad de población y mercado inmobiliario", en *Revista A*, vol. IX, núm. 25, septiembre-diciembre, UAM-Azcapotzalco, México.
- Constanza, (1991).
- Dahl, Tom, (1978). *Teledetección*, Florida, E.U.
- Diario Oficial de la Federación. SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales superficiales de la Región Hidrológica número 18 Balsas., México, 2011.
- Diario Oficial de la Federación (1992). Ley Agraria, publicada el 26 de febrero de 1992. Secretaria de la Reforma Agraria. Asamblea Legislativa.
- Diario Oficial de la Federación (1976). Ley General de asentamientos Humanos, Asamblea Legislativa.
- Diario Oficial de la Federación (2001). *Ley de Desarrollo Rural Sustentable*, Asamblea Legislativa, México.
- Diccionario de la Lengua Española, de la Real Academia Española.

- Delgado, Javier (1988). "El patrón de ocupación territorial de la ciudad de México al año 2000" en Terrazas, Oscar y Eduardo Preciat (coord.). *Estructura territorial de la Ciudad de México*, DDF/Plaza y Valdes Editores, México.
- Duhau, Emilio (1998). "La urbanización popular en la ciudad de México" en *Hábitat popular y política urbana*, UAM-Azcapotzalco/ Porrúa, México.
- Eibenschultz, Roberto, 2009. *El futuro de la gestión metropolitana*, Revista Territorios Metropolitanos, UAM-Xochimilco, México.
- Ferry, Luc (1992). La ecología profunda, Revista Letras Libres, No. 192,
- Flores Villela, O., y Gerez, P 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. 2da. Ed. México, UNAM, Facultad de Ciencias.
- Forrester, Jay W. (1961). *Industrial Dynamics*. Pegasus Communications.
- Forrester, Jay (1971). *World Dynamics*, Wright-Allen Press, Cambridge, Massachusetts.
- Gaceta Oficial del Distrito Federal. Secretaria del Medio Ambiente. Programa General de Ordenamiento Ecológico del D.F. publicado el 01 de agosto de 2000.
- Gaceta de Gobierno. Estado de México. Secretaria del Medio Ambiente. Programa de Conservación y Manejo del Parque Otomi-Mexica, martes 07 de abril de 2009, México.
- Garza, Gustavo y Araceli Damián (1991). "Ciudad de México. Etapas de crecimiento, infraestructura y equipamiento" en Schteingart Martha. (coord.), *Espacio y vivienda en la Ciudad de México*. COLMEX, México.
- Garza, Gustavo (2003). La urbanización de México en el siglo XX, COLMEX, México.
- García Brenda, 2008. Ecodiseño: Nueva herramienta para la sustentabilidad, editorial Designio, México.
- García A., Miguel A. 2006. 13 años después, el PROCEDE...¿procede?. Maderas del Pueblo del Sureste, A.C. y Foro para el Desarrollo Sustentable, A.C. México.
- García Palomo A., José Juan Zamorano, Celia López-Miguel, Adriana Galván-García, Víctor Carlos-Valerio, Roberto Ortega, José Luís Macías (2008). *El arreglo morfoestructural de la Sierra de las Cruces*, México central. Instituto de Geografía, UNAM, México.
- García, Rolando (2000). El conocimiento en construcción. De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de sistemas complejos. Editorial Gedisa, Barcelona, España.
- García, Rolando (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*, Edit. Gedisa, Barcelona, España.
- García, Rolando (2000). El conocimiento en construcción "de las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de sistemas complejos" genisa pp. 65-91. Gedisa, Barcelona.
- García Z., Rodolfo (2002). Crisis agrícola, Tratado de Libre Comercio y Migración internacional en México, Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Zacatecas, México.
- Garza, Gustavo (1986). "Modo de Producción, urbanización y concentración económico-espacial", en *El proceso de industrialización en la Ciudad de México. 1821-1970*. El Colegio de México. Distrito Federal.
- Giddens A., 2001. *En el Límite. La vida en el capitalismo global*. Anthony Giddens y Will Hutton, Tusquets Editores, Barcelona, España.
- Gobierno del Distrito Federal (2000). Programa General de Ordenamiento Ecológico,
- Gómez Cruz, Manuel y Rita Schwentesius (2000), *Impacto del TLCAN en el sector agroalimentario: evaluación a 10 años*, CIESTAAM-Universidad Autónoma de Chapingo, s/f.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2009). *Estrategia general para el rescate ambiental y sustentabilidad de la cuenca Lerma-Chapala*, Informe final. México.
- Gómez O., Domingo, (2003). *Evaluación del impacto ambiental*. Editorial MP, Madrid, España.
- Greenpeace (1993). Ciudades libres de autos, documento fotocopiado, México, 1993.
- Greenpeace (2007). La deforestación y sus causas, Documento consultado en su página, México
- Herrer, Gabriele R., (2010). *The biocybernetic approach as a basis for planning and governance*. St. Gallen, Switzerland.
- Hiernaux, N., Daniel (1998). "Reestructuración económica y cambios territoriales en México. Un balance 1982-1995" en De Mattos, Carlos A. et al (comps). *Globalización y Territorio. Impactos y perspectivas*, FCE/PUCCh, Chile.

- Iracheta, Alfonso X. (2005), "Elementos de una política ambiental para México", en Torres Lima, Pablo, *Desarrollo regional y sustentabilidad en México*, UAM-Xochimilco y el Colegio de Sonora, México.
- Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Recursos Naturales (2002). *Gaceta Ecológica*, INE-SEMARNAT, número 65, México.
- Jerzy Rzedowski *Vegetación de México* (1971)
- Knochenhauer, Guillermo (2010); UNAM.
- Kuhn, T. S.: *La estructura de las Revoluciones Científicas*. Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica 1962 (edición 1971).
- *LA Jornada*, 2012. "Cheran entre la violencia y el abandono". *Sección editorial*, 12 de julio de 2012, México DF.
- Lantada Zarzosa, N. y Núñez Andrés, A. (2003). *Sistemas de Información Geográfica. Prácticas Con Arc View*. España, UPC.
- Leff, Enrique, (1998). *Saber Ambiental. Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. Siglo XXI, México.
- Leff, Enrique. (1998). *Medio ambiente y desarrollo en México*. México, CIIH-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Legorreta, Jorge (1989). "El problema del transporte en el Área Metropolitana de la Ciudad de México (AMCM)", en *Transporte y contaminación en la Ciudad de México*, Centro de Ecodesarrollo, México.
- Magaña, Víctor, O. y García Gay Carlos (2002). *Vulnerabilidad y Adaptación Regional ante el Cambio Climático y sus Impactos Ambientales, Sociales y Económicos*. *Gaceta Ecológica* 65: 7 - 23. 2002, UNAM, México.
- Mantilla Pinilla E., Vergel Portillo C., López García J., (2005). *Medición de la sostenibilidad ambiental*, Editorial Educc, Universidad Cooperativa de Colombia.
- Margalef, Ramón (1998). *Ecología* (9ª. edición), Omega, Barcelona, España.
- Martínez, Miguel (1993). *El paradigma emergente. Hacia una nueva teoría de la racionalidad científica*. Editorial Trillas, México.
- Martínez Silvio y Requema Alberto (1988). "Simulación dinámica por ordenador" Alianza Editorial, Madrid.
- Marx, Carlos y Hobsbawn, Eric, (1857-1858) 1971. *Formaciones económicas precapitalistas, pasado y presente*, Siglo XXI Editores, México.
- Marx, Carlos, 1867 [1946]. "Acumulación y reproducción en escala ampliada" en *El capital. Crítica de la economía política* pag. 435-465.
- Maya Augusto (1997) "El Sistema Cultural", en *Desarrollo Sostenible o Cambio Cultural*, Corporación Universitaria Autónoma de Occidente, Fondo Mixto Para la Promoción de la Cultura y las Artes del Valle del Cauca. Cali. Ed., Colombia
- Miklos, Tomas (1998). *Criterios Básicos de Planeación*. Cuadernos de orientación metodológica, Instituto Federal electoral, México.
- Molland Eric, Gourhand Nicolas, Sollicec Elodie (2005). "La agricultura de riego: Tipología, economía y regionalización", en *Los retos del agua en la cuenca Lerma Chapala*, Sergio Vargas y Eric Mollard (editores). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México.
- Morín, E. 1990. *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa, México.
- Morin E. (1977). *La unidad del hombre*, Editorial. Seuil.
- Muench, P. 1982. *Producción agrícola regional y las bases conceptuales para su estudio*. *Revista de geografía agrícola*, Chapingo, México.
- Muench, P.E. 1982. *Las regiones agrícolas de Chiapas*, *Rev. Geografía Agrícola* No. 2, Universidad Autónoma de Chapingo, Estado de México.
- Arne Naess 1989, *Ecology Community and Lifestyle*, (trans) David Rothenberg, CUP, Cambridge, p. 4
- Naess, A., (1995) "The Shallow and the Deep, long Range Ecology Movement: A Summary" en DE.
- Odum, Eugene and Gary W. Barrett (1953) 2004. *Fundamentals of Ecology*, USA.
- Olivera, Guillermo (2005). *La reforma al artículo 27 constitucional y la incorporación de las tierras ejidales al mercado legal de suelo urbano en México*. Centro regional de investigaciones multidisciplinarias, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuernavaca, Morelos.

- Patrick McCully *Silenced Rivers: The Ecology and Politics of Large Dams: Enlarged and Updated Edition*
- Pineda Jaimes, N., Bosque Sendra, J., Gómez Delgado, M., y Plata Rocha, W., (2008). *Análisis de cambio del uso del suelo en el Estado de México mediante sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes. Una aproximación a los procesos de deforestación*. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, ISSN 0188-4611, Núm. 69, 2009, pp. 33-52
- Pradilla, Emilio (1984). *Contribución a la crítica de la "teoría urbana". Del "espacio" a la "crisis urbana"*, UAM-Xochimilco, México.
- Pradilla, Emilio. (1993). *Territorios en crisis. México 1970-1992*. UAM-Xochimilco, México.
- Pradilla, Emilio, (1998), "Metrópolis y megalópolis en América Latina", en revista *Diseño y Sociedad*, núm. 8, UAM-Xochimilco, México.
- Pradilla, Emilio (2009), Los territorios del neoliberalismo en América Latina, en Ed. Miguel Ángel Porrúa y UAM-Xochimilco, México.
- Pradilla E.; Pino R.; Moreno F., Barrera H., Marín F., Hernández C. (2016). *Zona Metropolitana del Valle de México: Las políticas urbanas metropolitanas*, Pradilla E. (coord.), Ciudad de México: UAM-X y Conacyt.
- Prebisch, Raúl (1982). "La periferia latinoamericana en el sistema global del capitalismo" en Gurrieri, Adolfo. *La obra de Prebisch en la CEPAL*, FCE, México (1947).
- Prugh T. (1999). *Natural Capital and Human Economic Survival*. 2da. Edición. CRC Press. Boca Ratón.
- Ramírez V., Blanca, (2003). *Modernidad, posmodernidad, globalización y territorio. Un recorrido por el campo de las teorías*. UAM-Xochimilco, México.
- Ramos G., Sergio (1972). *Urbanización y servicios públicos en México*, UNAM, México.
- Redfield, 1956. *Peasant Society and Culture: An Anthropological Approach to Civilization*. Chicago, IL, U.S.A: University of Chicago Press. First Edition.
- Reissman I., (1972). *El proceso urbano*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, España.
- Rodríguez Luis, Torres Pablo, Sánchez Jerónimo (2005). "Desarrollo de la agricultura regional de montaña del Distrito Federal", en Pablo Torres, *Desarrollo regional y sustentabilidad en México*, pp. 589-657, UAM-Xochimilco, México y el Colegio de Sonora, México.
- Rosenblueth, A.; Wiener, N.; and Bigelow, J. (1943): Behavior, purpose, and teleology. *Philosophy of Science*.
- Rowe, Stan (1994). "Ecocentrismo; el acorde que armonice los seres humanos y la tierra", *The Trumpeter*. Journal of Ecosophy, Vol 11, Spring, Canadá.
- Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberón, J., Dirzo, R., Llorente, J., Halffter, G., González, R., March, I., Mohar, A., Anta, S. and de la Maza, J. 2009. *Capital natural de México. Síntesis. Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. CONABIO, México.
- Saussure, F. *Curso de lingüística general*. 27 ed. Buenos Aires: Losada, 1997 (1931).
- Schwanck J. y Ehnis A., *Manual de Métodos. Modelo de Sensitividad Prof. Vester*. System Tools, Germany: GTZ, 2004.
- Schoijet, Mauricio, (1992). *Ecocidio, Etnocidio y desarrollo: el caso de Uxpanapa en México*, Desarrollo y medio ambiente, UAM-X.
- Schoijet, Mauricio, (2008). *Límites del crecimiento y cambio climático*, Siglo XXI editores, México.
- Schoijet, Mauricio, (2010) (documento inédito). *Población, recursos naturales y cambio climático: La Larga Marcha hacia la Gran Siberia?*, México.
- Semarnat (2007). *Plan de manejo tipo de venado cola blanca en zonas templadas y tropicales de México*, México.
- Semarnat (2004). *El pago por servicios ambientales como instrumento de conservación*, Comisión Nacional Forestal, México.
- Semarnat (2010). *Patrimonio Natural de México. Cien casos del éxito*, CONABIO, México.
- Gobierno del Estado de México (2010). *Diagnóstico Ecosistémico. Documento en lenguaje ciudadano. Plan Maestro para la Restauración Ambiental de la Cuenca Alta del Río Lerma*, Secretaría del Medio Ambiente de Estado de México, México.
- Secretaria de la Reforma Agraria (2007), *La SRA regularizara ejidos y comunidades que no entraron al PROCEDA*, Dirección General de Comunicación Social, Agosto 22.



- 
- Secretaria de Recursos Hidráulicos (SRH), Boletín Hidrológico No. 50, Región Hidrológica No. 12 Dirección de Hidrología, 1970.
- Shadish, Cook y Leviton (1991) Foundations of program evaluation: theory of practice, Ed. Sage, CA, USA.
- Shih-Liang Chan, Shu-Li Huang, A system approach for the development of a sustainable community, *Journal of Environmental Management* 72: 133-147, 2004.
- Shiva, Vandana (2001). "El mundo en el Limite" en *En el Limite. La vida en el capitalismo global*. Anthony Giddens y Will Hutton, Tusquets Editores, Barcelona, España.
- Stone, Christopher (1972). Should trees have standing? Toward legal rights for natural Objects, 45 S. Cal. L. Rev. 450, USA.
- Sobrino, Jaime. *Desempeño industrial en las principales ciudades de México 1980-2003*, COLMEX.
- Tamames, Ramón (1974). *Ecología y desarrollo. La polémica sobre los límites del crecimiento*, Editorial Alianza, Madrid, España.
- Terrazas Revilla, Oscar (1988). "De la ciudad central a la ciudad interior" en Terrazas Oscar y Eduardo Preciat (coord.). Estructura territorial de la Ciudad de México, DDF/Plaza y Valdes Editores, México.
- Terrazas Revilla, Oscar (1995). "Los ejes de la metropolización" en *Anuario de Estudios Urbanos* Num., 2, UAM-Azcapotzalco, México.
- Toledo O., Alejandro (1998), *Economía de la biodiversidad*, México, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Textos Básicos para la Formación Ambiental, 2).
- Toledo V. Manuel (1994). *La ecología, Chiapas y el artículo 27: hacia una modernización rural alternativa*, Ediciones Quinto Sol, México, D.F.
- Toledo V. (2000) LA SOCIEDAD SUSTENTABLE: UNA FILOSOFIA POLITICA PARA EL NUEVO MILENIO. Instituto de Ecología, UNAM, México.
- Toledo V. (2015). "El caos global y el infierno mexicano" en Periodico La Jornada, 03 de febrero de 2015.
- Toledo A., y Bozada L., 2002. *El delta del rio Balsas. Medio ambiente, pesquerías y sociedad*, Instituto Nacional de Ecología, México
- Torres Lima, P. A. (2000). *El campesinado en la estructura urbana*. UAM-Xochimilco, México.
- Torres Lima P. 2010. *Diseño y tecnología ambiental para la sustentabilidad: Retos para la investigación*. Mimeo. UAM-Xochimilco, México.
- Trejo, Juan (2006). "Características del Empleo Rural" Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) México.
- Gobierno del Distrito Federal. Inventario de Inventario de emisiones de contaminantes tóxicos de la ZMVM 2008, Secretaría del Medio Ambiente.
- Unikel, Luis (1976). "El proceso de metropolización en México" en *El desarrollo urbano de México. Diagnostico e implicaciones futuras*. COLMEX, México.
- Velázquez A., y Romero F., (1999). Biodiversidad de la Región de Montaña del Sur de la cuenca de México. UAM-Xochimilco, Mexico.
- Velázquez, A., J.F. Mas, J.R. Díaz-Gallegos, R. Mayorga-Saucedo, P.C. Alcántara, R. Castro, T. Fernández, G. Bocco, E. Ezcurra y J.L. Palacio (2002). *Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México*. Gaceta 62. Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAT, México pp. 21-37.
- Vester, F., 1988. The bio-cybernetic approach as a basis for planning our environment. *Systems Practice* 1(4), 10–16.
- Vester F., 1999. *Die Kunst vernetzt zu denken (The Art of Interlinked Thinking)*. (Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart).
- Vester F., Hesler A., 1982. Sensitivity Model. (Frankfurt/Main, Umlandverband Frankfurt).
- Vester, Frederic (2004). *Manual de Métodos. Modelo de sensibilidad*. System Tools, Germany.
- Vester, Frederic (2007) *The Art of interconnected Thinking. Ideas and Tools for tackling with Complexity*, MCB
- Wiener, Norbert (1948). *Cybernetics*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts; Reimpresión en 1961. (Edición en castellano: *Cibernética*, Tusquets, 1985.)
- Wolf Christina, Persson Fredrik, Jelse Kristian, (2012). A logistic analysis with the Sensitivity Model Prof. Vester, IVL Swedish Environmental Reserch Institute Ltd. Goteborg, Sweden.

