

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

EL HABITAT URBANO DE LA

CIUDAD DE MEXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A

MIREYA ATZALA IMAZ GISPERT





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

CAPITULO I INTRODUCCION.

CAPITULO II LA ECOLOGIA Y LO URBANO

- II.1. Ecología urbana: una aproximación.
- II.2. Desarrollo urbano.
- II.3. Crecimiento urbano.
- II.4. Tejido Urbano
- II.5. Urbanización y ambiente.

CAPITULO III LA CUENCA DE MEXICO A TRAVES DEL TIEMPO. RECURSOS Y ASENTAMIENTOS

- III.1. Origen y formación.
- III.2. Aspectos climatológicos.
- III.3. Conocimiento paleontológico.
- III.4. Poblamiento humano y recursos.
- III.5. La "hiperurbe" de la Cuenca de México.

CAPITULO IV FLORA Y FAUNA.

- IV.1. La naturaleza en los espacios urbanos.
- IV.2. El desarrollo urbano y la involución de los ecosistemas.
- IV.3. La flora.
- IV.4. La fauna.

CAPITULO V

EL AGUA: uso, abuso y mal uso.

V.1 El agua en la urbe.

V.2 Sistema artificial de drenaje.

CAPITULO VI

EL AIRE.

VI.1 La contaminación atmosférica.

VI.2 Emisión de contaminantes.

VI.3 Las inversiones térmicas.

VI.4 Contaminación y eventos meteorológicos.

VI.5 Contaminación y contaminantes.

V.I El IMECA y la calidad del aire.

APENDICE.

CAPITULO VII

DISCUSION Y CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.

EL HABITAT URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO.

CAPITULO I INTRODUCCION

Este primer Capitulo introductorio al tema es, en cierta manera una justificación del propio trabajo, así como del sustento teórico y metodológico del mismo.

No escapa a nuestro conocimiento el hecho de que existen trabajos previos en donde se analiza la situación de la Cuenca de México. Amén de que la problemática que se vive en este espacio amerita aún muchos estudios cuantitativos y cualitativos, algunos destacados en este texto, consideramos que el análisis desarrollado en el Capitulo II, "La Ecología y lo Urbano", nos ayuda a ubicar mucho de lo hasta ahora dicho, al desarrollar una visión mucho más integral y holística del sistema urbano, al partir de un análisis retrospectivo que nos ayude a entender el presente e incursionar en el futuro de estos espacios con base en su relación con el entorno natural, aspectos destacados a lo largo del trabajo.

Mucho se ha dicho de la importancia del estudio y conservación del ambiente en las ciudades y del papel que

juega la Ecología en ello. Sin embargo, los ecólogos poco se han aproximado al fenómeno urbano. No se ha logrado un enfoque global, sistémico, que nos permita encuadrar los estudios particulares en el funcionamiento del sistema en su conjunto; la relación entre los elementos físicos, biológicos y químicos (aire, agua, suelos, flora, fauna, etc.,) y sus procesos (ciclos biogeoquímicos en general), en su relación de estos con eventos de la sociedad (económicos, sociales, antropológicos, urbanísticos, culturales, etc.,).

Los ecólogos no se han incorporado de lleno al análisis de los fenómenos de la ciudad por una parte, porque la propia ciudad presenta severas limitantes para el análisis ecológico, debido a la profunda alteración que vive la naturaleza en estos espacios, y que muchas de las acciones correctivas y o de planeación se limitan al ámbito técnico, político y socioeconómico. Así mismo, la comprensión de que la situación ambiental en el mundo en general y de las ciudades o zonas urbanas en especial, pasa, necesariamente, por el entendimiento de los fenómenos del ámbito social, ha hecho que los estudiosos de las ciencias naturales se mantengan al margen.

La evaluación de la calidad del ambiente en términos de las transformaciones ecológicas y consecuentes pérdidas de los equilibrios dinámicos en que se desenvuelven los ecosistemas, las transformaciones que han sufrido a través

del tiempo, el impacto de las actividades antropogénicas sobre ellos, así como la propia capacidad de éstos para soportarlo, indiscutiblemente son análisis que se desarrollan en el ámbito de lo ecológico.

Por ello, es necesario tratar de conectar los diversos análisis y para esto proponemos abordar la problemática ambiental en las urbes a partir de la historia del grupo o grupos humanos que dan vida al asentamiento y abordar y desbrozar, los elementos que le dieron y dan forma, que rigieron y rigen su ritmo y formas de expansión y segregación; de aquello que origina y define carencias, excesos y necesidades; el espacio físico y biológico como entorno natural que ocupaba y ocupa, como interactúa con él, como lo ha transformado, hasta dónde lo podrá transformar.

Creemos que esta vía nos permite entender la problemática que se desenvuelve en las ciudades y tratar de construir alternativas sólidas de inmediato, pero también de mediano y largo plazo, que son las que siempre suelen quedar en el tintero por requerir de una mayor planeación y capacidad prospectiva, la cual solo se obtiene en función del conocimiento profundo de aquello que se pretende evaluar, corregir o planear.

Es necesaria la integración de los diferentes componentes para entender las interacciones y contradicciones que existen entre ellos siendo claros en la

imposibilidad de que el ecólogo pueda desarrollar los análisis de las legalidades sociales, económicas, culturales, etc. Sin embargo, es posible, y necesario, recurrir a los estudios elaborados por los expertos de dichas ciencias para poder integrarlos en los trabajos propios.

Se ha pretendido que la Ecología resuelva los problemas ambientales que hoy existen en las urbes. Sin embargo, en la revisión de este trabajo resulta evidente que el origen de muchos de estos problemas, las acciones necesarias para contrarrestarlos y los agentes involucrados en llevarlas a cabo, superan con mucho, la capacidad de dicha ciencia.

Se explicita lo inadecuado que resulta el pretender elaborar diagnósticos ecológicos desde el ámbito de lo social. Desgraciadamente se ha asumido la palabra ecología (el tratado, o estudio, de la casa) como una forma de interpretar los estudios sociales y económicos en los espacios urbanos. Sin embargo, la Ecología es una ciencia, con diversos, y en no pocas ocasiones encontrados, conceptos y metodologías, estructurados a lo largo de los años y no tan sólo una lente a través de la cual, cualquier disciplina, puede enfocar sus análisis.

La Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) se ha convertido en la mancha urbana continua más grande del mundo, de los 7860 km² que mide, 1254 km² son una plancha

continua de asfalto. Su crecimiento veloz y anárquico ha generado diversos tipos de asentamientos con una asistencia diferencial de servicios, equipamientos urbanos y calidad ambiental.

Desde épocas prehispánicas, la cuenca ha perdido más del 70% de sus zonas boscosas, más del 98% de los cuerpos de agua que alguna vez colonizaron la partes bajas de la misma han desaparecido. El 20% de su superficie total ha sido transformada de manera irreversible en asfalto, el 50% de los suelos se encuentran erosionados de moderada a gravemente y en proceso de perder irremisiblemente su fertilidad. El aire que le da vida supera por más de 1500 horas al año la norma de calidad de ozono. Sus acuíferos subterráneos se encuentran sobreexplotados, de los 20 m³/seg de agua que se infiltran, se extrae, al menos, tres veces esa cantidad.

Lo anterior la hace un espacio realmente atractivo para desarrollar un análisis que aborde los puntos señalados, intentando dar una descripción de la situación, un análisis de la génesis de los diversos y variados problemas ambientales y ecológicos apuntados, así como tratar de concluir en perspectivas de solución a algunos de ellos.

El presente proyecto responde a la necesidad de incursionar en los problemas ambientales de la ZMCM desde el ámbito ecológico. Para ello se ha elaborado una descripción

de los diversos enfoques que sobre el tema existen, de manera que a raíz de su conocimiento y discusión se pueda elaborar un marco de referencia que nos ubique en el desarrollo de nuestro estudio, y nos permita entrar a la polémica que sobre los conceptos y bases de la Ecología Urbana se están desarrollando hoy día.

En atención a la necesidad de conocer la historia natural y social del espacio y del asentamiento, se ha recapitulado la historia de la Cuenca de México, el desarrollo de los asentamientos humanos, el uso, abuso y manejo de los recursos desde los primeros poblamientos hasta la actualidad, generando una propuesta de demarcación de etapas que nos permiten ubicar diferentes momentos de quiebre en la articulación de las relaciones ciudad-entorno.

Se ha analizado la situación de la flora, la fauna, los suelos, el aire, y el agua, como interactúan estos elementos entre sí, los efectos de estos en la calidad del ambiente, así como el efecto de los procesos antropogénicos sobre la calidad, cantidad y accesibilidad de cada uno de ellos.

A partir de lo expuesto se explica el proceso de colonización del espacio físico-biológico: el desplazamiento de los ecosistemas por el sistema urbano, la utilización, contaminación y accesibilidad del agua, del suelo y del aire. Se busca integrar estos elementos con la

infraestructura urbana en que se desarrolla y el tipo de asentamiento que se establece.

La relación entre la ciudad y ecosistemas lejanos a ella, que rebasa incluso las fronteras nacionales, si bien es un aspecto básico de la propia problemática urbana prácticamente no lo hemos abordado ya que sobrepasaría con creces la intención de esta tesis.

Con base en la información y análisis que se presentan en los puntos expuestos, se generan conclusiones que ayuden a promover alternativas desde el punto de vista ecológico para las zonas urbanas, así como diversas alternativas en la evolución y desarrollo de la relación ciudad--ecosistemas.

EL HABITAT URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO

CAPITULO II LA ECOLOGIA Y LO URBANO.

II.1 Ecología urbana: una aproximación.

La ecología urbana surge como especialidad a partir de la década de los años sesentas, tanto como respuesta a la crisis ecológica provocada por el mal uso de los recursos naturales en el mundo industrializado, como por el enorme crecimiento de las zonas urbanas de los países productores de materias primas.

Desde su surgimiento esta disciplina ha estado más ligada a lo urbano que a lo ecológico. Esto explica la mayor ingerencia de urbanistas, planificadores, sociólogos y economistas que de biólogos en la atención del ambiente urbano. Lo anterior ha generado que la planeación actual se preocupe más por la apariencia, la rentabilidad a corto plazo y la funcionalidad del espacio, que de los equilibrios necesarios para la permanencia de estos y el bienestar de la población presente y futura. Los urbanistas han explicado, a menudo, la ciudad como un conjunto de funciones (trabajo, habitación, circulación) pero es necesario sustituir esta aproximación demasiado descriptiva por una de carácter más holístico: la noción de sistema (Castells, 1985).

Existen diferentes puntos de vista en la ecología urbana: Berry y Kasarda (1977) definen que el problema central es entender como la población se organiza para adaptarse a un cambio constante, a un ambiente restrictivo señalando como variables a la población, su organización, los ambientes (sociales - físicos) y la tecnología.

Stearn y Montag (1973) sugieren que la estructura del "ecosistema urbano" consiste en: a) del medio construido, b) del medio sociocultural y c) del medio natural. Se puede intuir que los elementos que dan cuerpo a estos constituyentes son, por una parte, la infraestructura urbana propiamente, servicios, vialidad, edificios, etc.; por otra el entorno humano, sus sistemas sociales y culturales que le dan forma y sentido; finalmente, pero no menos importante se ubica al espacio donde se desarrolla el asentamiento: el suelo, el agua, el aire y los seres vivos. Es evidente, como se verá más adelante, que nuestra propuesta, así como la de De la Garza et. al (1986), recogen en mucho la esencia de la aquí descrita.

Johnson (1977) señala que se debe crear una nueva ciencia, distinta de la ecología, que sea interdisciplinaria, que intente, por una parte, medir y evaluar el medio físico y biológico, así como el impacto del hombre sobre él; por otra parte entender y aplicar el manejo de esos sistemas para beneficio y sobrevivencia del ser humano (Hengelheld y de Voch, 1979).

Por su parte, Boughey (1974) reconoce la naturaleza holística de la ecología humana (urbana) como el estudio de los sistemas sociales en relación con el medio, incluida la cultura.

Boyden (1979) considera que la ecología humana (urbana) incide en la comprensión de los patrones de interacción entre diferentes aspectos o componentes de situaciones humanas y de aquello que contribuye a la capacidad de las sociedades para formular políticas prudentes y efectivas para el futuro. El modelo conceptual de Boyden comprende un ambiente total, el asentamiento y sus espacios inmediatos, tanto en estructura como en procesos y dentro de éste incorpora al ambiente natural el cual incluye los componentes (suelo, agua, atmósfera, flora, fauna, recursos minerales, energéticos, etc.) y los procesos (ciclos biogeoquímicos, fotosíntesis, crecimiento y productividad, erosión, salinización, etc.). Así mismo integra básicamente a la población humana (tamaño, estructuras de edad y sexo, grupos sociales, etc.), las actividades humanas, la cultura y los productos del trabajo.

Parece haber confusión con los términos humano y urbano, lo cual se debe, entre otras razones, a la concepción de ecología humana de R. D. Mc. Kenzie quien la definió como una ciencia que trata de los aspectos espaciales de las "relaciones simbióticas" de los seres humanos y de las instituciones humanas (Hawley, 1975). Esta definición

abrió el campo hacia el estudio de los aspectos distributivos de las aglomeraciones rurales y urbanas.

En esencia, los estudios ecológicos humanos/urbanos abordan la forma en que las estructuras y condiciones sociales, económicas y de cultura afectan al sistema natural y la calidad de vida humana. Por ello, las confusiones, o tal vez la normal carencia de claridad en los límites de las diversas ciencias o disciplinas en lo que compete a la vida de los seres humanos, especialmente en sus conexiones con el medio, lo hace también foro de ramas de las ciencias sociales tales como la demografía, la geografía humana, la economía, y la sociología, entre las más destacadas.

Como se puede apreciar, existe confusión sobre la base teórica de la ecología urbana debido a que ésta no posee una estructura o marco conceptual que defina los niveles de interacción y fusión de las diversas áreas de conocimiento, por tanto, tampoco ha desarrollado una metodología específica, lo cual le ha impedido avanzar, en los diagnósticos, más allá de la simple descripción del deterioro ambiental y de las fuentes que lo producen.

En los trabajos existentes han prevalecido dos enfoques, por una parte, el que se centra en las alteraciones del medio natural y se ignoran los efectos sobre el ser humano y sus relaciones socio-económicas y por otra aquel que, por el contrario, tiende a sociologizar el análisis reduciéndolo

tan sólo a este ámbito (Ibarra et al. 1986). Así mismo, se han generado numerosos trabajos bajo el nombre de "ecológicos" que han devenido en inventarios de las características observables del asentamiento humano y en la representación de las distribuciones de tales resultados sobre mapas (Hawley, 1975).

La ausencia del análisis ecológico, se explica, en parte por la condición eminentemente humana de los espacios urbanos, así como de su dependendencia con la misma. En general los ecólogos no han entrado de lleno a los estudios urbanos para no perderse en el inmenso mundo de las ciencias sociales. Sin embargo, como lo señalamos previamente, si la comprensión de la situación ambiental en una ciudad o zona urbana, pasa, necesariamente, por el entendimiento de los procesos sociales, también es cierto que la evaluación de la calidad del ambiente, los daños que sufre y ha sufrido el entorno, el impacto de las actividades antropogénicas sobre él y hasta donde podrá éste soportarlo son análisis que se desarrollan en el ámbito de lo ecológico.

Desde nuestro punto de vista resulta necesario conectar los diversos análisis buscando, por un lado, conocer la historia del asentamiento, comprender los elementos sociales y culturales que han incidido en su constitución, que le dieron y dan forma, que rigieron y rigen su expansión, segregación y necesidades. Por el otro lado es imprescindible analizar las relaciones que se sostienen con

el espacio físico y biológico, el ecosistema o ecosistemas, que ocupaba y ocupa, aquellos que le dan sustento (no importa cuan lejanos se encuentren) como los ha transformado, hasta donde los podrá transformar sin destruirlos de manera irreversible.

Nos parece que sin este tipo de conocimientos será difícil hacer evaluaciones presentes y más aún proyecciones a futuro. Esta idea difiere de las concepciones tradicionales de sistemas en las que se considera a la estructura como algo dado, inmutable, carente de historia.

Creemos que la "guía analítica indicativa" propuesta por Ibarra, Puente y Saavedra (1986) en la que se considera la dinámica del proceso de urbanización, las características demográficas, económicas y sociales de la ciudad y se analiza de manera específica la infraestructura física, los factores socioeconómicos y los ambientales, reconocidos como bióticos y abióticos, recoge la inquietud manifiesta de diversos autores y permite un acercamiento real al conocimiento de las ciudades.

Las ciudades son el habitat humano más avanzado, ahí el arte, la cultura, las ciencias, las tecnologías, han encontrado un espacio increíble para desarrollarse y redimensionar la aventura humana. Como fenómeno social ha significado un increíble avance en el desarrollo de la especie humana, siendo fiel reflejo de sus condiciones

culturales, sociales y de desarrollo económico. Son el espejo de la nación en que se desenvuelven. La visión catastrófica de las urbes del tercer mundo, nos devuelven la imagen de un campo descapitalizado y una población migrante, combinado con una pérdida veloz de los ecosistemas naturales.

Así mismo, las ciudades recrean las relaciones que establecen sus moradores con el entorno. Esto puede representarse a través del tiempo, significando etapas en un proceso de cambio; o bien asumirse como tipos distintos de urbe. Debe entenderse que todas los asentamientos se transforman y evolucionan en su relación con el medio que los circunda, pero no queremos presentar la idea de una transformación o evolución lineal.

Como propuesta de esta forma de interacción ciudad-naturaleza, sugerimos tres grandes etapas o tipos, sustentadas, precisamente, en su manera de relacionarse.

El primer tipo engloba básicamente ciudades pequeñas en las que el hábitat humano, el paisaje ciudad, está formando un continuo con el paisaje natural que lo alberga y rodea y depende de él para su subsistencia. La hemos llamado ciudad en interacción.

El segundo, lo hemos definido como la ciudad modificadora y controladora del entorno. El paisaje ciudad empieza a diferenciarse cada vez más del medio natural, generando una

serie de elementos que aíslan a sus moradores de las inclemencias del clima, plagas, etc. Los ecosistemas en los que se asienta se ven reemplazados. El paisaje ciudad marca sus márgenes como una entidad discreta y empieza a demandar sustento de ecosistemas no inmediatos.

El tercer tipo representa la ciudad como el contrario del medio natural. Se genera una entidad aislada que ha desplazado los ecosistemas naturales que le dieron asiento, así como los circundantes que le daban sustento. Para subsistir, depende de sistemas cada vez más lejanos a ella.

Se vuelve una entidad aberrante en su relación con la naturaleza, demandando una enorme cantidad de recursos y generando un inmenso volumen de desechos, los cuales, a su vez, impactan ambientes distantes.

En ellas crece una flora y una fauna producto de este aislamiento, en donde el ser humano, a través de acciones premeditadas o aleatorias, va seleccionando las especies que colonizarán el nuevo espacio.

Las ciudades no son per se una entidad aberrante, aislada de su entorno, pueden y deben ser parte del paisaje regional que las alberga, en donde lo urbano es un elemento más del mismo. Donde lo natural, lo rural y lo urbano interactúan de manera equilibrada porque son parte de un continuo, porque constituyen un sistema en equilibrio. Sistemas en donde el conjunto de relaciones entre los elementos que le

dan cuerpo, y no los elementos en sí, definen las características del mismo, lo configuran, le dan este carácter tan dinámico en tiempo y espacio conformando lo que hemos dado en llamar paisaje ciudad. De igual manera, los factores poseen su propia estructura conformando subsistemas por lo que pueden ser analizados en función de las relaciones entre sus propios componentes.

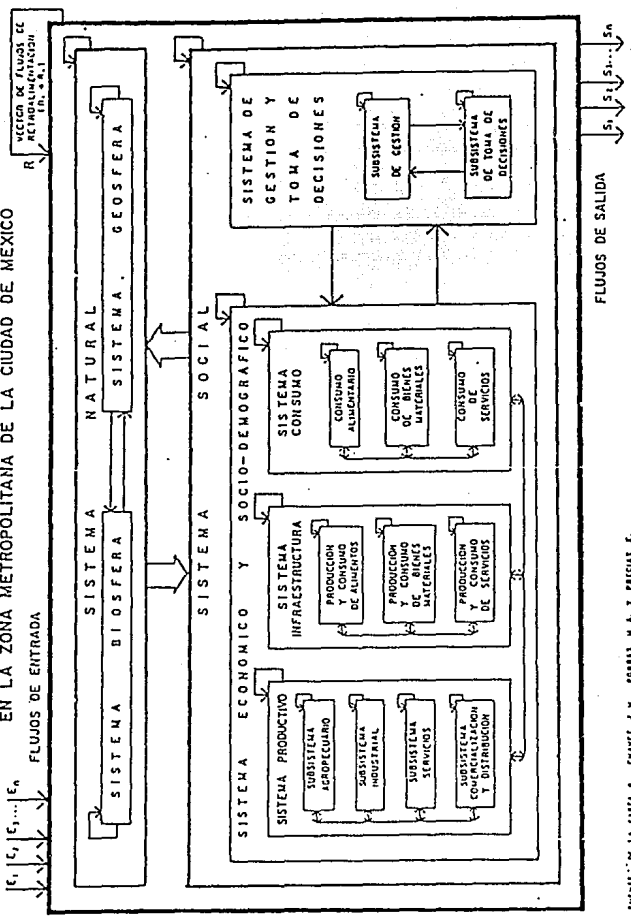
Se debe perseguir la integración de los diferentes componentes del todo para explicar sus interacciones y contradicciones atendiendo a lo evidente: nadie pretende que el ecólogo se vuelva "todólogo" y realice los diversos análisis del ámbito social, sino que eche mano de los estudios elaborados por los expertos de dichas ciencias para poder integrarlos en sus propios trabajos.

De la Garza y colaboradores (1986), presentan una propuesta de un esquema sistémico para el estudio de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México en el cual se integra a los elementos que constituyen la urbe en dos sistemas principales: el natural y el social. (Figura 1).

En función de que nuestro análisis se inclina por el ámbito natural nos permitimos modificar el énfasis del esquema y desarrollar los elementos o subsistemas que a nuestro juicio componen el sistema natural en las metrópolis. No hay que obviar que en ocasiones al esquematizar se diluye la dimensión tiempo, y si bien, el

Figura 1

ESQUEMA SISTEMICO PARA EL ESTUDIO DEL MEDIO AMBIENTE Y LA SOCIEDAD EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO



PREPARED BY: LAZARUS G. CRANE, J. W. REBERTS, M. A. T. PASCARET, F. "ESTRATEGIA PARA EL ESTUDIO DEL MEDIO AMBIENTE Y LA SOCIEDAD EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO", UNAM-UNAMODI, 1982.

paisaje ciudad puede conceptualizarse a través de un esquema, no se debe perder de vista que el sistema urbano, la urbanización, es el proceso que le da vida y como tal está en constante movimiento (Figura 2).

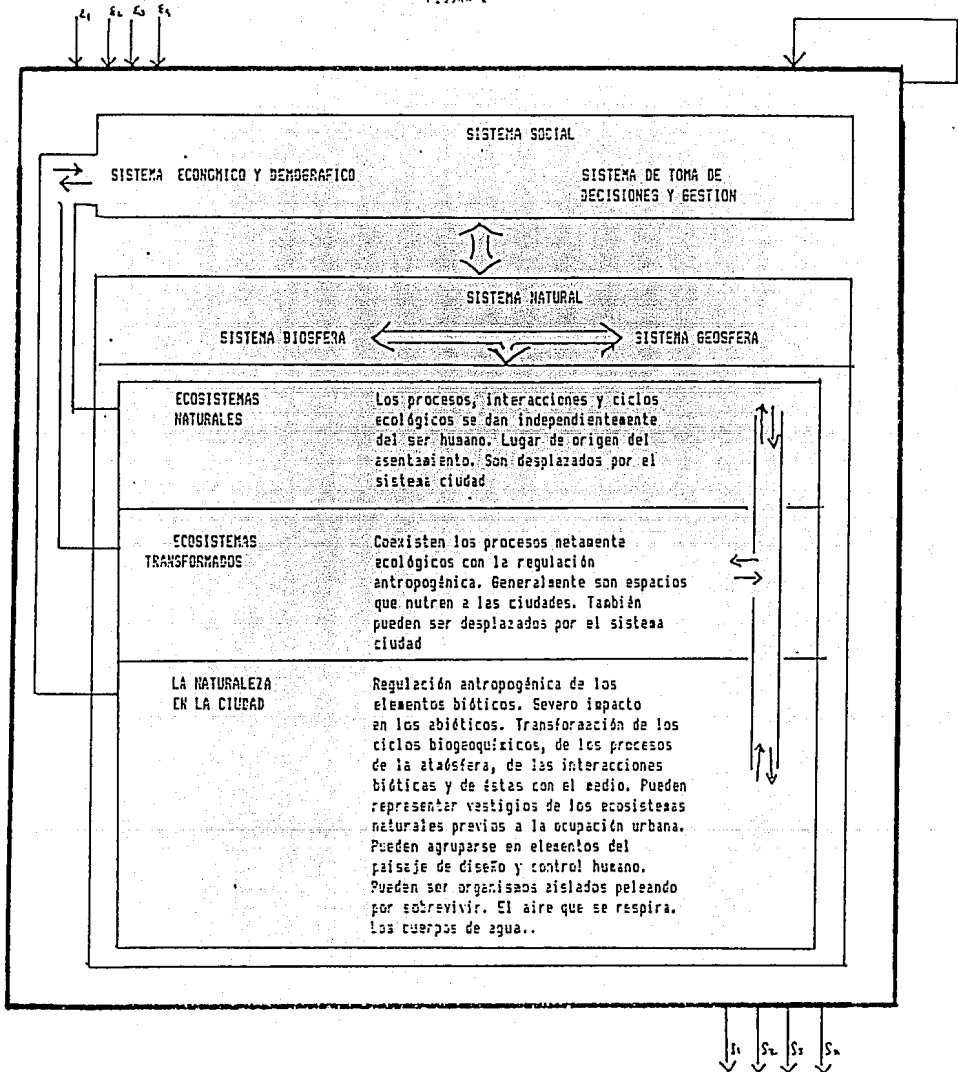
Consideramos importantes estas aproximaciones ya que a pesar de vivir uno de los procesos de hiperurbanización más graves del mundo, los estudios de ecología urbana en México todavía son escasos, la mayoría incluso se ha centrado en el aspecto descriptivo dejando de lado el balance histórico y más grave aún, el prospectivo.

En la ciudad, el sistema natural está en estrecho vínculo con elementos generados por el sistema económico y socio-demográfico, no se puede aislar, en el análisis, a la naturaleza de este elemento, ya que la distribución, presencia o ausencia de los organismos, la calidad y cantidad de suelos y agua está dominada por el binomio espacio construido-formas de construcción.

Como se mencionó anteriormente, en términos generales, la propuesta desarrollada es semejante a la que proponen Stearn y Montag (1973) y recoge elementos del modelo de Boyden (1979), sin embargo, persiste una diferencia conceptual de fondo, ya que ellos conciben a la ciudad como un ecosistema.

Para nosotros, cada ecosistema es un conjunto en el cual los organismos, los flujos de energía y los ciclos biogeoquímicos se hallan en un "equilibrio inestable". Son

FIGURA 2



entidades capaces de automantenerse, autorregularse y autorrepararse independientemente de los seres humanos y las sociedades y bajo leyes y principios naturales (Toledo et al., 1985).

Las ciudades carecen de estas funciones elementales que definen a los sistemas naturales. Las relaciones que se establecen entre los seres vivos que la habitan, así como la de estos con el medio, no responde, exclusivamente, a eventos ecológicos (como pueden ser adaptabilidad, competencia, sucesión, composición específica, distribución, abundancia, etc.) sino que está regida por la capacidad o incapacidad de un sólo organismo, el ser humano. Han sido creadas con su fuerza, su ingenio, sus relaciones y dependen de ello para persistir.

Es importante señalar que especialistas de las ciencias sociales han desarrollado toda una teoría de los "ecosistemas urbanos" como se puede apreciar en la siguiente cita: "Dentro de su aparente anarquía, la ZMCM, presenta una estructura heterogénea que funciona con base en ciertas relaciones causales y coherentes, internas y externas, que la caracterizan como un conjunto de ecosistemas, estrechamente relacionados y con ecotonos pronunciados, muy dinámicos, inestables y abiertos, controlados por el hombre a través de un subsidio energético desordenado."

Así mismo, algunos estudiosos de la ecología urbana han intentado definir, a través de ésta, las condiciones de existencia al interior de la ciudad de: "Áreas naturales" que en la definición de Paul Hatt (1946) se delinearán por dos elementos:

- 1) Una unidad espacial limitada por fronteras naturales al interior de las cuales se encuentra una población homogénea, provista de un sistema de valores específicos.
- 2) Una unidad espacial habitada por una población a la que estructuran relaciones simbióticas internas.

Se presupone a la organización urbana como la suma del proceso de moldeado, distribuido y puesto en relación por las "unidades ecológicas", a saber, toda expresión espacial que presenta una determinada especificidad en función de su ambiente inmediato (fábricas, oficinas, barrios, vecindades, etc.); y asume una serie de eventos del desarrollo urbano, en los que se inscriben dichas "unidades" como "procesos ecológicos": concentración, centralización, descentralización, circulación, segregación e invasión-sucesión.

Esta translocación de los conceptos surgidos de las ecologías vegetal y animal para comprender los sistemas humanos han generado una gran cantidad de equívocos. Un ejemplo puede ser el "análisis sucesional" (invasión-sucesión) elaborado en diversos distritos de ciudades

norteamericanas en donde en lugar de un reemplazo de especies en una comunidad, se observa un desplazamiento de grupos económicos (muchas veces asociados a origen: inmigrantes, color, religión, etc) en la utilización del espacio y en la intensidad de uso del suelo (Hawley, 1975). Realmente esto tiene poco que ver con los sentidos de "sucesión", ya que hay muchos, que se aplican, fundamentalmente, en ecología vegetal.

Corriendo el riesgo de simplificar el fenómeno de sucesión y de contrariar a muchos ecólogos, podemos decir que este proceso encarna el dinamismo de las comunidades, su capacidad de resiliencia y cambio a partir del remplazo de unas especies por otras a través del tiempo, así como la interacción de las especies que la constituyen, su relación con el medio y la propia capacidad de la comunidad para transformarlo.

En los espacios urbanos/humanos el uso del suelo, o la presencia de grupos económicos en un espacio determinado, está regido casi siempre en función de la dominación social, de leyes económicas que en la mayoría de los casos poco tienen que ver con dichos grupos. Estas asociaciones económicas están conformadas por elementos de una sola especie: Homoc sapiens sapiens. Como vimos antes, una de las bases en las que se fundamenta el concepto y que le da sentido al proceso de sucesión es la idea de comunidad.

En ecología el término comunidad esta bastante bien definido. En la comunidad interactúan poblaciones de diversas especies en un área o un habitat dados con características específicas, e incluso medibles, algunas de ellas señaladas por Krebs (1985):

Diversidad de especies. El número de especies (poblaciones) de animales y vegetales que viven en una comunidad dada nos da una medida de la riqueza específica de dicha comunidad.

Abundancia relativa. Son las proporciones relativas de diferentes especies en la comunidad.

Estructura y formas de crecimiento. Se puede describir una comunidad con base en categorías de formas de crecimiento: árboles, arbustos, hierbas, musgos.

Predominio. En las comunidades puede haber especies que revistan mayor importancia unas que otras en cuanto a definir el perfil de la propia comunidad.

Estructura trófica. Las relaciones alimentarias de las especies de una comunidad determinan el flujo de energía y materia en función de las cadenas tróficas.

En función de lo dicho, desde nuestro punto de vista se presenta complicado (si no estéril) hablar de sucesión ecológica en referencia a grupos humanos, tratando de transmutar las propiedades o características de las comunidades vegetales, haciendo un símil entre especie (o

población) y grupo económico, religioso, cultural, etc. a los grupos humanos.

Dentro de este campo, pero en otro orden de ideas, podemos señalar la polémica en torno a la influencia del medio en las orientaciones culturales y por tanto en la organización del espacio; y los que, por el contrario, consideran que la existencia de la organización espacial está esencialmente determinada por la acción del ser humano y sus orientaciones culturales. Castells (1974) sugiere que es posible, superando la oposición ideológica entre la determinación del espacio por la naturaleza y su modelado por la cultura, unificar ambos términos en un análisis que ayude a reconocer la especificidad de lo "social-humano", sin afirmarlo como creación voluntaria e inexplicable.

II.2 Desarrollo urbano.

La urbanización latinoamericana se puede caracterizar por los siguientes rasgos: una población urbana que supera la correspondiente al nivel productivo del sistema; carencia de relación directa entre empleo industrial y urbanización, pero asociación entre crecimiento industrial y crecimiento urbano; un fuerte desequilibrio en la red urbana en beneficio de una aglomeración preponderante; aceleración creciente del proceso de urbanización; insuficiencia de empleo y servicios para las nuevas masas urbanas, por

consiguiente, acentuación de la segregación espacial en clases sociales y polarización del sistema de estratificación al nivel del consumo (Castells, 1972). Según Herrera (1987), en 1970 la población urbana del tercer mundo era del 75% y Hiernaux (1978) señala que más del 54% de la población total de América Latina era urbana. En México, en 1900, el 12% de la población era urbana, para 1990 ésta se había incrementado al 56% (Instituto de Geografía, Atlas Nacional, 1990) (Figuras 3 y 4).

Es importante señalar que el fenómeno básico, en cuanto a aumento de la población específicamente urbana, es el de las migraciones. La afluencia a las ciudades es considerada, en lo general, como resultado de un "push" rural más que de un "pull" urbano, es decir, mucho más como una descomposición de la sociedad rural que como una capacidad de dinamismo de la sociedad urbana (Castells, 1972). La migración a las ciudades es un proceso que no corresponde a una demanda de mano de obra, sino a la búsqueda de una mayor probabilidad de supervivencia en un medio más diversificado y por tanto no puede ser más que acumulativo y desequilibrado.

El desarrollo urbano es un proceso que guarda una relación dinámica y recíproca de dependencia con el sistema social en el que se halla inmerso y con el contexto natural en el que se desenvuelve, así mismo, refleja el proceso histórico de cada país. Por ello, la variedad de situaciones sociales conduce a una diversidad de modelos urbanos.

EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN URBANA Y RURAL 1900-1980

Figura 3

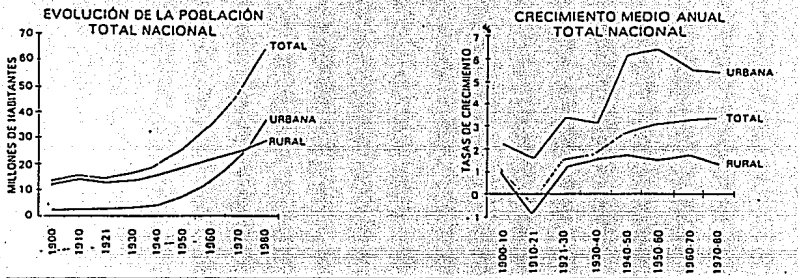
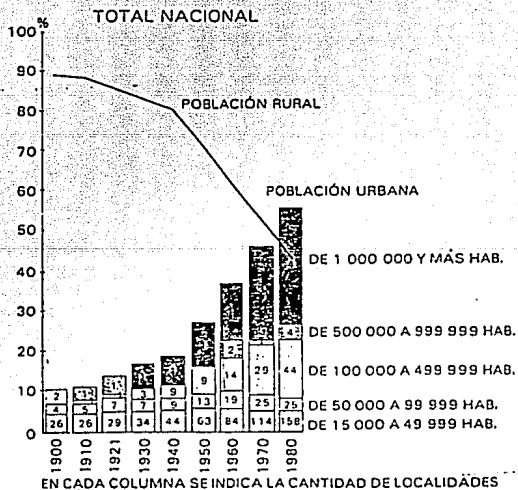


Figura 4



El crecimiento urbano de las ciudades de los países periféricos, así como sus modelos urbanos, se definen con base en un proceso de "hiperurbanización" en donde podemos anotar tres características que así lo denotan (Castells, 1974):

- 1) Concentración poblacional en grandes ciudades sin integración en una red urbana.
- 2) La inexistencia de un "continuum" en la jerarquía urbana.
- 3) Una profunda distancia entre las aglomeraciones urbanas y las regiones rurales.

Estos tres puntos resumen en mucho la situación de las grandes ciudades de América Latina y en particular el caso de México, por lo que podría ser más adecuado, y desde luego menos elegante, referirse a nuestra vasta región urbana de la cuenca de México en términos de la "Hiperurbe de la cuenca de México" (HCM); sin embargo, ya se ha hecho de uso y conocimiento generalizado referirse a este espacio como la Zona (o Área) Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM o AMZM).

En contraste, el concepto de región metropolitana surge en las urbes de países desarrollados y se refiere a organismos espaciales de articulación económica, con un criterio base, el cual reside en una especialización sectorial y en la reconstitución de conexiones estructurales

en el conjunto de la aglomeración, y no en la noción, simplemente impresionista de dispersión espacial ya que esto no deja de ser una visión estrecha del asunto.

II.3.Crecimiento urbano

Con propósitos comparativos las ciudades han sido categorizadas de acuerdo a criterios demográficos, de extensión, geográficos o con base en sus características socioeconómicas. Estos estudios se han dado de manera separada observándose un análisis parcial. Los estudios holísticos o sistémicos aún no son la lente a través de la cual se mire el fenómeno urbano.

Es prácticamente imposible dar una definición de lo que se concibe como área urbana sin caer en una generalidad que aporte poco o nada. Cada país y cada disciplina tienen sus propias definiciones y sistemas de clasificación que describen de manera más certera el sistema urbano en estudio. Es necesario diferenciar entre área urbana y tejido urbano ya que la primera hace referencia a un espacio determinado, con límites físicos que lo definen, mientras que la segunda nos refiere al área de influencia de las diversas actividades que de ella se desprenden.

Como crecen las urbes ha sido tema recurrente en trabajos de ecología humana/urbana y existen diversas propuestas sobre la forma de expansión territorial de las ciudades.

En una de sus primeras obras Hurd (1924) señaló un crecimiento axial impulsado desde el centro a lo largo de las líneas de transporte y un crecimiento central siguiéndolo y acumulándolo de manera constante, mientras nuevas proyecciones se están realizando por los diferentes ejes. La ciudad adquiere una pauta en forma de estrella y los terrenos que quedan en los triángulos están relativamente ocupados (Hawley, 1975; Castells, 1986).

Burgess (1925) planteó la teoría de las zonas concéntricas diferenciadas respecto del tipo de utilización del suelo y el tipo de estructura. Este modelo implica un desarrollo del mismo en términos de secuencia temporal en donde el crecimiento avanza, más o menos simétricamente como resultado de la presión originada en el centro extendiéndose cada zona en la inmediata anterior.

Chombart de Lauwe (1950) en un trabajo realizado en París, siguiendo la propuesta de Burgess, sugirió siete zonas concéntricas: un núcleo central de negocios donde se desarrolla la vida diurna; una zona de aculturación en la que coexisten elementos de la primera y tercera zonas; una zona residencial interior; una zona residencial industrial; una zona residencial mixta; una zona de habitación individual

que denota mayores recursos y el margen propio que limita la zona urbana.

La relativa vigencia de la teoría de las zonas subyace en que detrás de la mera descripción se percibe un modelo de desarrollo urbano correspondiente a una forma social determinada: la acelerada urbanización de un viejo centro de habitación provocada por un proceso de industrialización.

Hoyt (1939) combina la diferencia de nivel social, del espacio en la ciudad, los ejes de transporte y la progresiva densificación del tejido urbano en un movimiento centrifugo: desde el centro a la periferia. La ciudad no forma entonces zonas concéntricas sino que se extiende desde dentro hacia afuera de forma diversa según los ejes de transporte y cada uno de los cortes transversales posee el carácter del sector central inicial del que parte la expansión (Castells, 1986).

Harris y Ullman (1945) propusieron una interpretación más flexible: la teoría de los núcleos múltiples. Considera la existencia simultánea de varios centros especializados en el seno de la ciudad, cada uno de ellos con su zona de influencia y su proceso de expansión autónomo. Las razones de dicha multiplicidad son: 1) determinadas actividades requieren condiciones espaciales específicas; 2) las actividades similares obtienen ventaja de su proximidad espacial; 3) en cambio, ciertas actividades diferentes se

perturban mutuamente, por lo que tienden a separarse en su implantación; 4) finalmente, la disparidad de recursos financieros refuerza el proceso de segregación.

Entre estas pautas de crecimiento las diferencias son más aparentes que reales. La tendencia al crecimiento axial proyectándose hacia afuera desde un centro edificado se pone de manifiesto en casi todas las ciudades ya que, entre otras cosas, se corresponde con el efecto esperado de las rutas de transporte establecidas sobre la ampliación del asentamiento. Así mismo, una interpretación literal de la teoría concéntrica implicaría asumir que existe una facilidad similar para moverse en cualquier dirección a partir del centro, hecho que aparece como poco demostrable. La pauta concéntrica parece tener una mayor expresión en lo que se ha llamado el "crecimiento central", esto es a partir del centro. La teoría de los sectores se refiere más a detalles del crecimiento y no parece entrar en contradicción con la propuesta de Hurd (1924).

De cualquier manera, la forma de crecimiento de la ciudad está sujeta a muchas modificaciones en cada caso específico y desde luego, ningún modelo se ajusta estrictamente al comportamiento de las numerosas ciudades (Hawley, 1975).

Como es lógico la mayoría de los estudios concluyen afirmando una combinación de las diferentes teorías, sin embargo la teoría de los núcleos múltiples parece ser la más

adecuada para abordar las grandes regiones metropolitanas (Castell, 1986).

II.4 Tejido urbano

Independientemente del modo, las metrópolis crecen y para sobrevivir requieren de materias primas y energía que se extraen de ecosistemas cercanos o lejanos. Esto, que llamamos tejido urbano, que se expresa a lo largo y ancho del país, del continente y del planeta ejerce una gran influencia en los patrones culturales y en el uso y velocidad de uso de los sistemas naturales. La relación del manejo irracional de los ecosistemas con los requerimientos cada vez más amplios de las urbes es uno de los campos primordiales a abordar en los análisis de la ecología urbana.

Parecería haber correspondencia entre el tamaño de un área urbana y su zona de influencia tanto inmediata como lejana. Sin embargo, no sólo el tamaño sino la capacidad y desarrollo económico de una ciudad actúan de manera decisiva en la construcción de este tejido.

El efecto de las urbes en los ecosistemas es diferencial. Por un lado tenemos los ecosistemas (naturales o transformados) sobre los que se desarrolla la ciudad, los cuales suelen estar irreversiblemente alterados, y en la

mayoría de los casos han dejado de ser sistemas naturales para dar paso al sistema ciudad. Las posibilidades de una urbe para abastecerse así misma suelen ser escasas ya que los suelos se destinan prioritariamente a actividades no productivas. Por otra parte están los ecosistemas que conforman el entorno de la ciudad, los que colindan con ella, que sirven como abastecedores de materia prima y que son susceptibles de colonización urbana, es decir, que sean urbanizados. Finalmente, los ecosistemas (naturales o transformados) más alejados parecieran no tener una relación directa con una urbe situada a kilómetros de distancia, sin embargo, son estos los que nutren a las urbes en términos de materia prima (alimento, energía, material de construcción, etc), superando barreras geográficas y políticas estatales e inclusive nacionales. Esto enmarca la relación de la ciudad aislada o aberrante, con el paisaje natural.

Así mismo, los desechos que se generan en las urbes impactan ecosistemas tanto circundantes como sumamente distantes a ellas. A través de la propia contaminación de cuerpos de agua y del aire, los desechos urbanos se distribuyen o dispersan a lo largo del planeta. Como ejemplos podemos señalar la presencia de fluorocarbonos en la estratósfera y de plomo en los hielos de los casquetes polares.

Las ciudades consumen y gestionan lo que el campo produce, desarrollan funciones dobles "en la ciudad" y "de

la ciudad"; es decir, quehaceres urbanos en relación con el espacio circundante y quehaceres internos. Ambos reflejan estructuras dobles como servicios, comercios, transportes, etc., que por un lado la conectan con otras unidades urbanas y los sistemas naturales y por otro, dan servicio a la vida propia de las ciudades.

II.5 Urbanización y ambiente

La ciudad ocupa la naturaleza produciendo lazos indisolubles entre la primera y el aire, el suelo, el agua y los seres vivos que se encuentran dentro y alrededor de sí misma. Crea nuevos ambientes en los que diversos grupos de organismos que no habitaban el área encuentran un medio favorable para desarrollarse. De igual forma especies originarias comienzan a ser desplazadas por la destrucción de su habitat.

La naturaleza no es per se benéfica ni hostil al ser humano. Su conocimiento y preservación significan un poderoso recurso para modelar un mejor ambiente urbano. Ignorarlos o subvertirlos ha magnificado los problemas que por siglos han afectado a las ciudades (Whinston, 1984).

La naturaleza en la ciudad ha sido vista como un embellecimiento superficial, como un lujo más que como un elemento esencial que permea la ciudad, que define la calidad del medio: el agua que bebemos, el aire que respiramos, la tierra en la que estamos asentados y los

organismos con los que compartimos el espacio. El escaso conocimiento que se tiene de la naturaleza urbana y en la urbe, ha permitido que las pocas regulaciones que se han decretado para intentar mantener una calidad ambiental se perciban como restricciones o castigos y no como la necesidad de originar nuevas formas, reglas, para el desarrollo urbano, para la interacción asentamiento humano-entorno natural.

Es necesario señalar que debido a las diversas acepciones o definiciones, o bien a la carencia de las mismas, el término ambiente se ha utilizado como sinónimo del de Ecología. Como señala Sachs (1976), la palabra ambiente representa a los recursos naturales identificados e identificables existentes en el planeta, además del equilibrio del medio el cual constituye un elemento importante de la calidad de vida que condiciona la disponibilidad y el carácter de los recursos renovables. La alteración de la naturaleza se ha traducido en un deterioro del ambiente, no de la ecología, que de forma gradual menoscaba las condiciones que hacen posible la vida. Como se puede percibir en la descripción de Sachs (1976), el ambiente es un concepto que nos refiere a la relación calidad de vida -- medio, concebido éste último como recurso.

Algunas de las alteraciones recurrentes más importantes que se observan en los sistemas naturales debido a los procesos de urbanización son:

a) El cambio en las características de la superficie del suelo (de vegetación natural a concreto y asfalto) produce un notable cambio en el albedo (razón entre la energía luminosa que difunde por reflexión una superficie y la energía que le llega) de la radiación de onda corta que llega. La superficie urbanizada posee de un 10 a un 20% menor albedo lo cual significa que absorbe más energía. (Landsberg, 1978).

b) Las superficies del suelo urbano presentan temperaturas elevadas debido a la escasa o nula evapotranspiración y a la alta capacidad de absorber calor de los materiales utilizados en la construcción. Las plantas y los suelos naturales actúan como "esponjas" retardando el proceso de escurrimiento o pérdida del agua, y a menudo, por evapotranspiración, regresan una importante cantidad de humedad a la atmósfera, la cual se pierde al no haber vegetación.

c) Se observa un decremento en la velocidad del viento, cambios en su dirección y un aumento en el número de turbulencias, aunque éstas presentan una disminución en tiempo promedio (Jauregui, 1981).

d) La diversidad biológica está disminuida. Hay procesos de selección, premeditados o azarosos, incluso algunos no deseados, de especies animales y vegetales. En términos generales, todas las plantas que crecen en este habitat están sometidas a condiciones severas de stress: carencia o exceso de agua, poco espacio a lo ancho y profundo para el crecimiento de las raíces, polvos, orina, vandalismo, contaminantes, etc,. En el caso de la fauna han prácticamente desaparecido las especies grandes y medianas de mamíferos y reptiles. Las aves tienden a desaparecer del lugar y las migratorias a cambiar de "aires". En el caso de los artrópodos se observa una explosión de especies que se adaptan bien a la multitud de nuevos espacios generados por la ciudad. Existen organismos de diversos grupos a los que se les denomina fauna nociva y que son particularmente representativos de los espacios urbanos.

e) La producción de desechos que se generan en las actividades cotidianas de los ciudadanos o en las industrias afectan severamente los suelos, las aguas, el aire y los seres vivos.

Los centros urbanos, y en especial, como lo hemos destacado previamente, las ciudades como unidades discretas, aisladas de su entorno, son sistemas mantenidos por el flujo cada vez mayor de recursos de ecosistemas cada día más lejanos. La Tierra es un espacio con recursos finitos, las áreas urbanas deben ser consideradas sistemas

limitados a la capacidad de los recursos naturales que las rodean. Se debe recuperar la dimensión, no en tamaño, sino en concepción, de la ciudad en interacción con su entorno inmediato. En donde el intercambio entre la urbe y el medio representa una relación de equilibrio entre lo que sale, lo que entra. En donde el paisaje regional es un continuo que expresa un ordenamiento equilibrado del uso del suelo urbano, rural y natural.

Los sistemas, subsistemas y elementos, que componen las urbes son muy diversos y abarcan diferentes áreas del conocimiento, sin embargo, la imbricada interacción entre todos ellos nos lleva a asumirla como una totalidad en donde el análisis desde una sólo rama cognoscitiva difícilmente resultará explicativo del proceso urbano. (Lefevre, 1983)

En síntesis, podemos decir que no puede haber política de urbanización sin comprensión del significado del proceso social y natural (pasado y presente) que la determina, por tanto, las políticas de planeación y desarrollo del ambiente de las ciudades deben elaborarse conjuntamente con especialistas de las ciencias naturales y sociales.

Por ello, la Ecología Urbana debe asumirse desde distintas perspectivas: a) la correctiva, donde se intente detener los deterioros existentes; b) la proyectiva, de manera que podamos prever y revertir a corto, mediano y largo plazo los efectos negativos; c) la propositiva, en

donde se generen alternativas reales que nos permitan reconstruir los equilibrios necesarios para que el sistema no sólo subsista, sino exista en condiciones ambientales adecuadas. Así mismo debe desempeñarse a diferentes niveles: el intraurbano, lo que acontece en la urbe, y el interurbano los efectos de la urbe en sus áreas de influencia.

Finalmente podemos señalar que el sistema social, el sistema natural y el desarrollo urbano presentan estrechas relaciones de influencia recíproca. "... el desarrollo urbano es un reflejo, pero también un instrumento importante de transformación del sistema social y del contexto natural" (García, 1989). Por tanto, los diagnósticos deberán considerar la necesidad de recursos para el sostenimiento de la estructura urbana, el bienestar de la población, la producción y eliminación de desechos.

La ecología deberá participar en la búsqueda de la concertación del desarrollo y las condiciones de vida tanto en las ciudades como en las regiones de influencia. Estos diagnósticos deben tener carácter normativo en lo que a criterios de planeación se refiere. Es evidente que mientras la planeación multidisciplinaria esté ausente, los esfuerzos no pasarán de la cuantificación y calificación de situaciones dadas.

EL HABITAT URBANO DE LA CUENCA DE MEXICO

CAPITULO III

LA CUENCA DE MEXICO A TRAVES DEL TIEMPO

Recursos y Asentamientos.

III.1 Origen y Formación.

En este capítulo se reconoce que los recursos naturales son esenciales en los procesos de asentamiento de los seres humanos. Su aprovechamiento, uso y manejo ha sido fundamental en la permanencia y evolución de estos asentamientos.

La Cuenca de México se ubica en la provincia fisiográfica denominada Eje Volcánico entre los meridianos 98°15' y 99°30' y los paralelos 19°00' y 20°15' (Figura 1), es ligeramente elipsoide y alargada. Su eje mayor mide, aproximadamente, 110Km y se extiende de la zona chinampera de Xochimilco a las regiones semiáridas de Pachuca; el eje menor mide alrededor de 80 Km, desde los bocques de la Sierra de las Cruces hasta las cimas del Ixtacihuatl. La superficie de la cuenca es de alrededor de 7500 Km² y si incluimos las cuencas endorréicas del noreste (Apan, Tocha y Tecomulco) que se encuentran unidas a ésta, aunque sea de manera artificial, la superficie se incrementa hasta 9600 km² (Herrera, 1983) (Figura 2)

En el Mioceno Inferior, cuando aún no se formaban las grandes sierras que hoy nos rodean, la zona estaba cubierta y

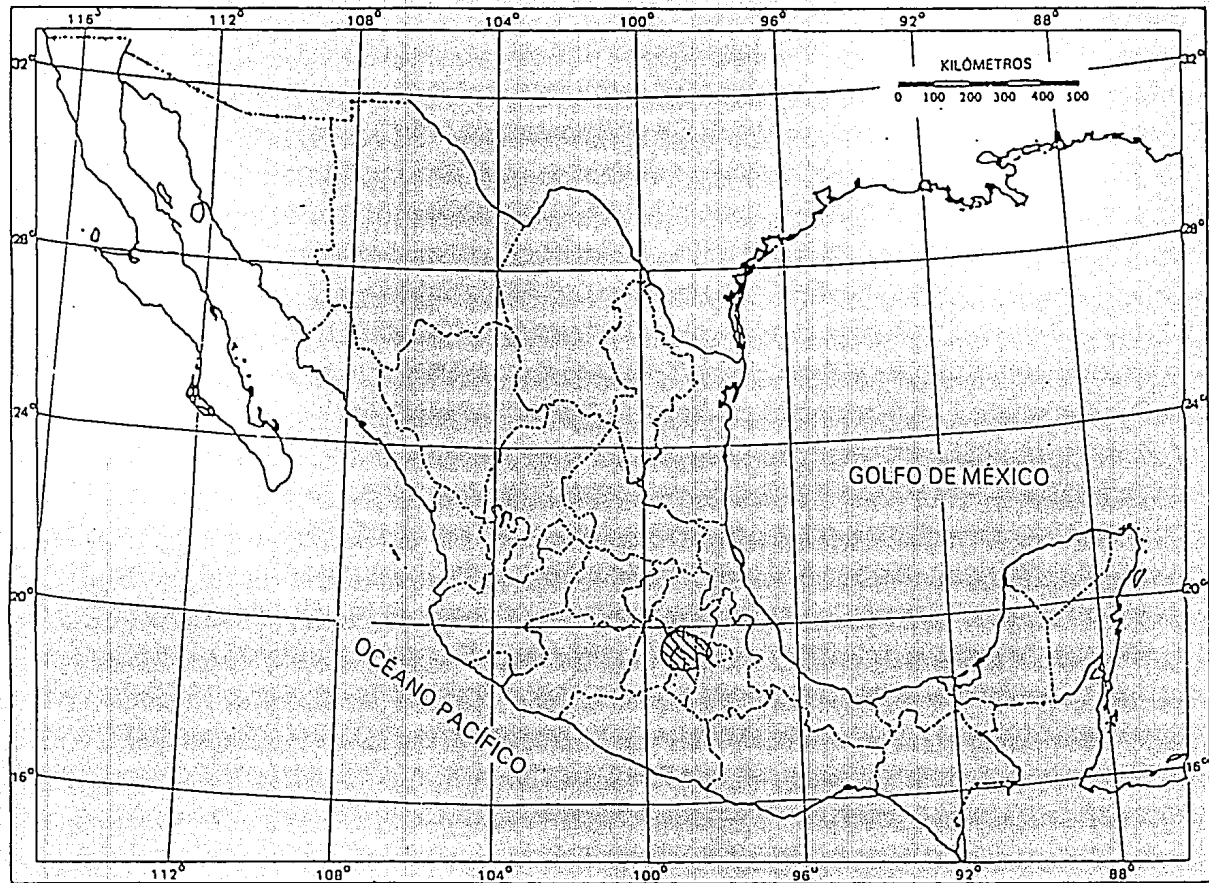
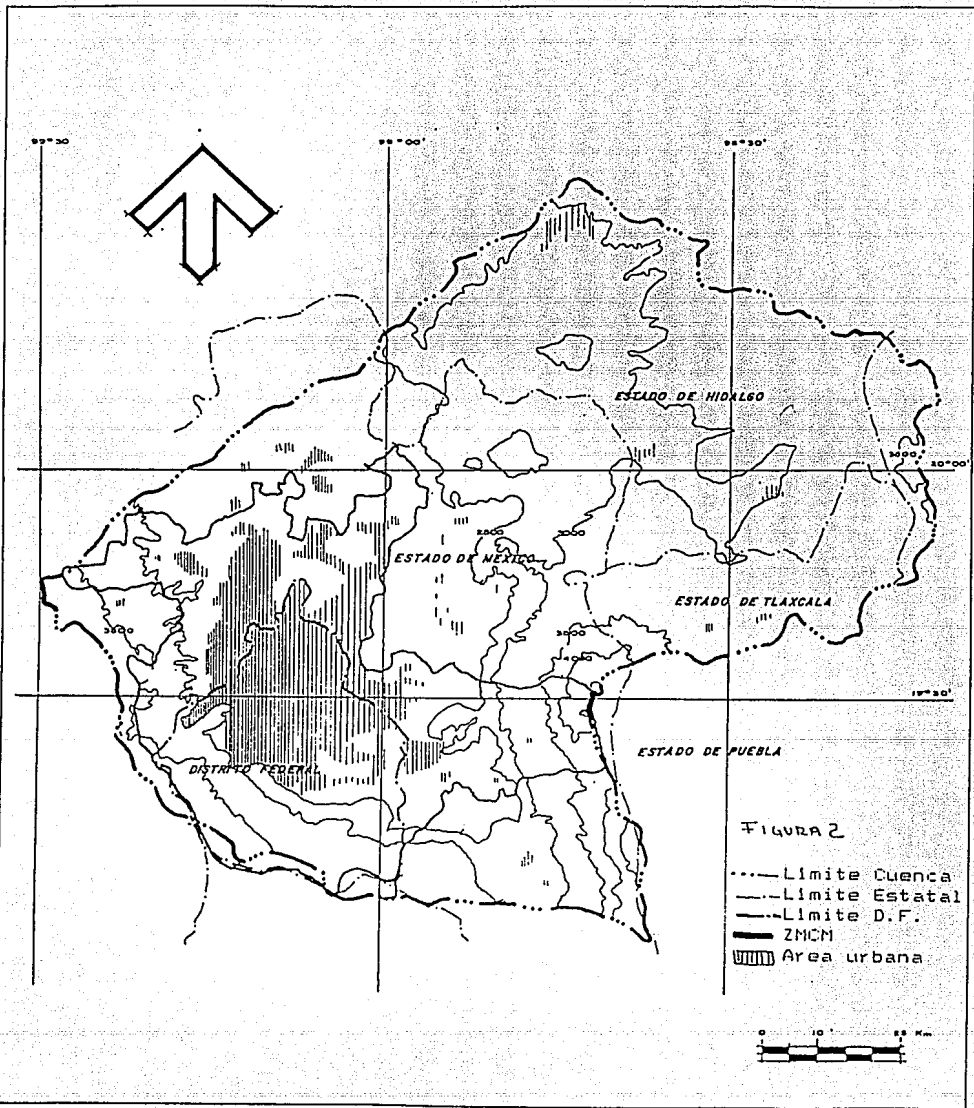
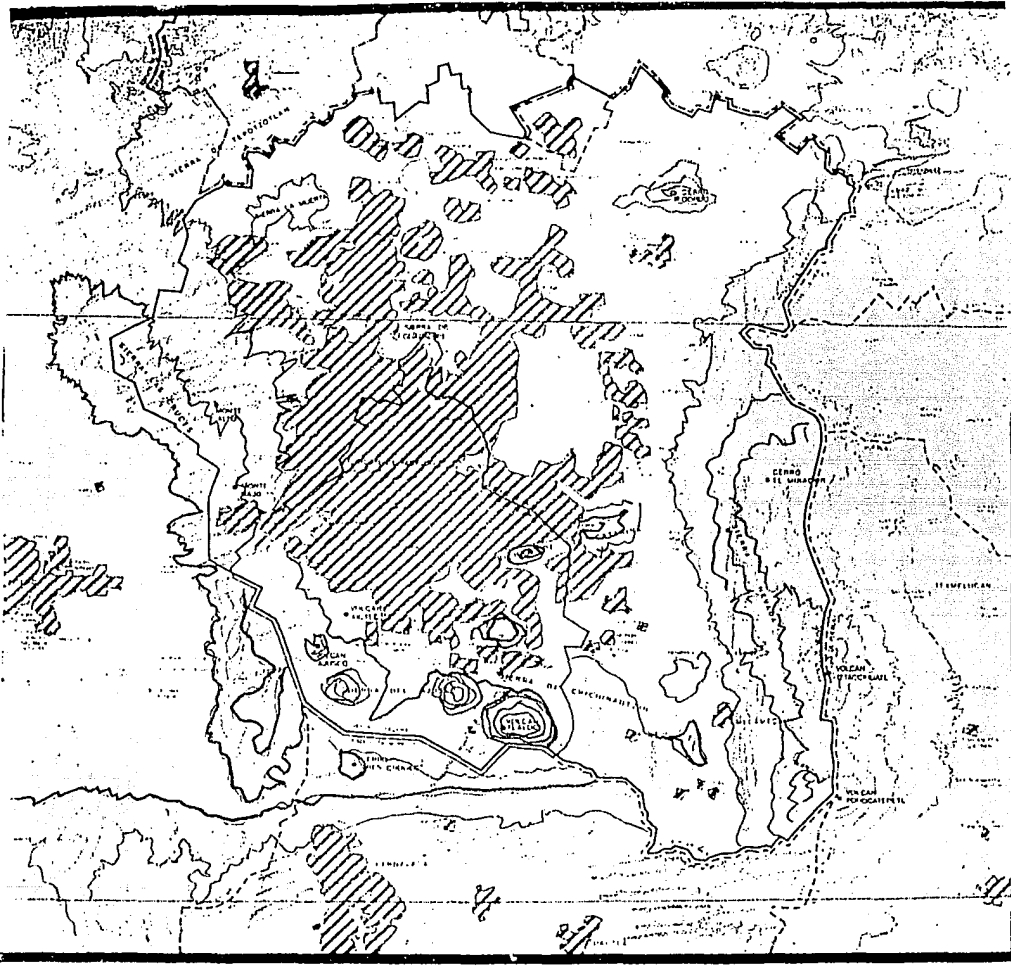


FIG. 1 Localización de la cuenca de México en la República Mexicana





TOPOGRAFIA

FIGURA 3

SIMBOLOGIA

- Limite Estatal
- Limite ZMCH

el agua tenía salidas al sur y al noroeste. En el Mioceno Superior la sierra de Pachuca cerró la salida al noroeste quedando como único desagüe el sur. Hace apenas 700,000 años, durante el cuaternario superior, la zona quedó convertida en una unidad hidrográfica cerrada al formarse la Sierra del Chichinautzin (Figura 3).

La cuenca quedó conformada por las subcuencas de Ciudad de México, Cuautitlán, Chalco, Churubusco, Teotihuacán, Tezonco, Xochimilco y parcialmente Pachuca.

Aunque la cuenca se caracteriza de manera natural como una unidad endorreica presenta numerosas infiltraciones y escurrimientos, siendo la sierra del Chichinautzin, cubierta por malpaisés jóvenes, donde se presentan en mayores cantidades como se puede observar en los caudales de aguas que afloran al sur hacia Cuautla y Cuernavaca (Mooser, 1975).

Desde épocas remotas esta zona se ha denominado Valle de México, sin embargo, la caracterización adecuada es la de Cuenca. Algunas personas sugieren que debido a las aperturas artificiales que se le han practicado, ésta a perdido dicho carácter. A decir verdad, lo que ha dejado de ser es una unidad hidrográfica cerrada, una cuenca endorreica, pero sigue siendo una cuenca, a la que todos llamamos valle.

Presenta tres tipos de relieve: una región plana, una faja de lomeríos y una zona montañosa y desde el punto de vista fisiográfico Mooser (1975) la divide en tres zonas:

a) La meridional, que va de las Sierras Nevada y de Río Frio al este, hasta la Sierra de los cruces al oeste. La

Chichinautzin al sur y las elevaciones de la Sierra de Guadalupe, el cerro de Chiconautla y la Sierra Patlachique al norte. En esta zona las lluvias son más abundantes que en las demás y contiene una vegetación abundante.

b) La septentrional, la cual se une a la anterior a través del Estrecho de San Cristóbal ubicado entre el Cerro de Chiconautla y la Sierra de Guadalupe, se puede considerar una extensión de la planicie meridional y se extiende, hacia el norte, hasta las faldas de la Sierra de Pachuca. Elevaciones como la Sierras de Tepoztlán y Monte Alto, así como prominencias menores le delimitan en el oeste y noroeste.

c) La zona nororiental ocupa una superficie menor que las otras. Esta representada por una multitud de elevaciones de tipo volcánico y se extiende hacia el este entre las cumbres de Pachuca y de la sierra de Río Frio.

III.2 Aspectos climatológicos

En la Cuenca se presentan varios subtipos climáticos debido a la influencia que la altitud y el relieve ejercen sobre la temperatura, la precipitación y la circulación atmosférica. (Fig. 104)

Encontramos dos sistemas generales de vientos: de mayo a septiembre dominan los vientos alisios que vienen del noreste y de octubre a abril los vientos altos del oeste (westerlies) típicos de las latitudes medias que propician la sequía característica de esta época del año. Debido a las montañas

que rodean la cuenca la velocidad de los vientos suele ser lenta (10 km/h), sin embargo en los meses de febrero y marzo aumenta la turbulencia del aire a un promedio de 72 Km/h (García, 1968.) (Figura 5).

El promedio de la temperatura media anual en la planicie oscila entre 14o y 16oC; a los 4,000 m de altitud es de 6oC y en las zonas de más de 5,000 m desciende a menos de 2oC .

Las temperaturas mínimas ocurren en diciembre o enero y las máximas se presentan en abril o mayo (Jauregui, 1965).

Por su latitud (entre los paralelos 19o y 20o norte) existe poca variación en las temperaturas medias mensuales entre el mes más caliente y el mes más frío: de 5o a 7o en la planicie y menor de 5o en la región montañosa.

Hay una estación de lluvias estival de mayo a octubre en la que se recibe del 80 al 94% de la precipitación total anual. Estas lluvias son de carácter torrencial y de duración relativamente corta, siendo de 721 mm/año el promedio de precipitación total en la cuenca (Figura 6)

La precipitación en forma de granizo ocurre de 4 a 6 veces al año, siendo más frecuente al sur y al oeste. Las nevadas, en la planicie, ocurren de 2 a 4 veces por siglo y a los 3,000 m de altitud se presentan cada 2 o 3 años.

III.3 Conocimiento Paleontológico.

Análisis palinológicos en Texcoco elaborados por Lozano (1989, 1991 y 1991) resaltan que a lo largo del Pleistoceno

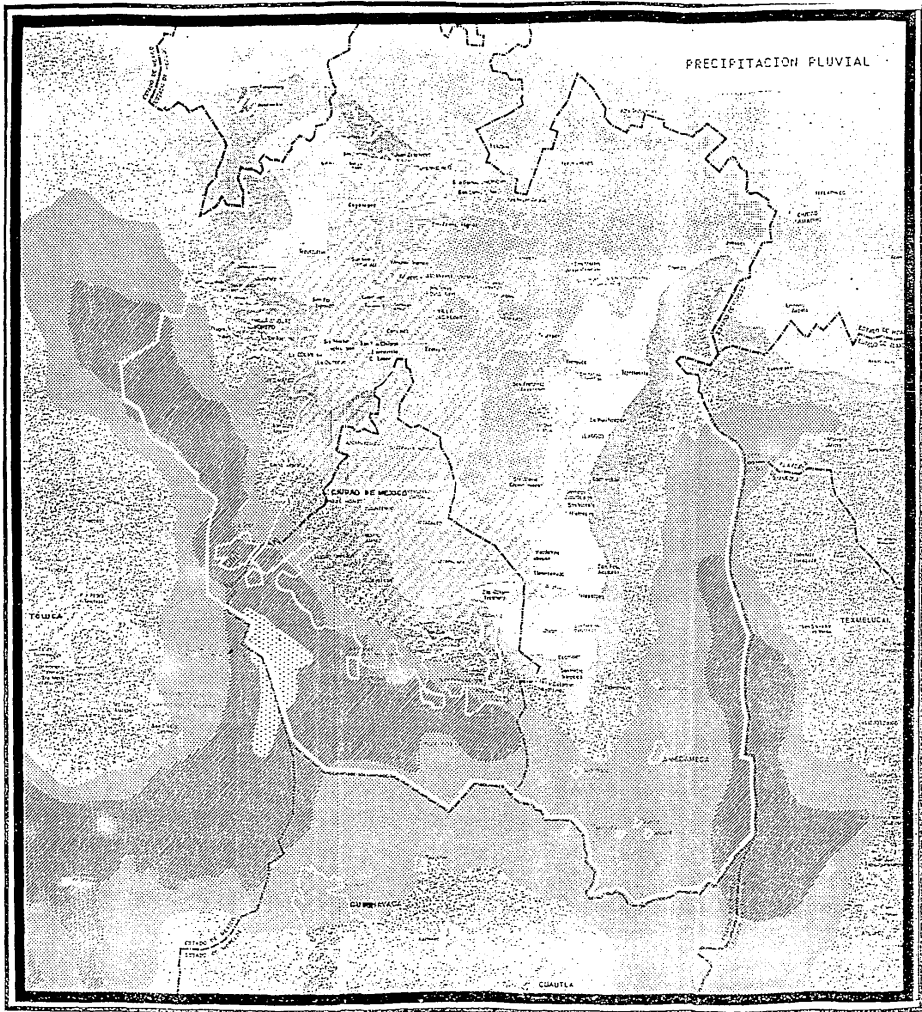


FIGURA 6
SIMBOLOGIA

LINEA ESTADAL
 LINEAS ZONAS GEOGRAFICAS
 BARRIO MUNICIPIO
 PRECIPITACION MENOS DE 100 MM

100	100
125	100
150	100
175	100
200	100
225	100
250	100
275	100
300	100
325	100
350	100
375	100
400	100
425	100
450	100
475	100
500	100
525	100
550	100
575	100
600	100
625	100
650	100
675	100
700	100
725	100
750	100
775	100
800	100
825	100
850	100
875	100
900	100
925	100
950	100
975	100
1000	100



del lago. Propone que Texcoco era un lago dulce durante el final del Pleistoceno Medio el cual se fue paulatinamente salinizando a través de la reducción en la precipitación pluvial en combinación con cambios en el drenaje de la cuenca, así como por efecto directo de la hidrotermia y lluvias de ceniza productos del volcanismo.

Los cambios limnológicos provocaron cambios en la composición de especies vegetales, como lo denota la desaparición de Pediastrum, mientras que en la fauna se observa un desplazamiento de los géneros de ostrácodos de agua dulce por salobres.

Los análisis hasta ahora disponibles sugieren una disminución paulatina de la humedad desde el Pleistoceno Tardío hasta la actualidad, con épocas frías y templadas. En consecuencia se observa un retraimiento del bosque mesófilo (Carya, Fagus, Engelhardtia, Liquidambar, Bocconia, Tilia, Alchornea y Carpinus), mientras que los bosques de pino y encino se encuentran favorecidos. Para el género Pinus se observa un incremento en el número de especies.

Lozano (1991) sostiene que se presenta una tendencia constante y progresiva de aridez a partir del Pleistoceno Tardío y que los amplios cuerpos lacustres son resultado de antiguas épocas que pueden remontarse al Plioceno-Pleistoceno.

A su vez, los elementos palinológicos que dominan en Chalco en el final del Pleistoceno y Holoceno, muestran evidencias de una clara disminución de la humedad durante el

máximo glaciario (18 mil años AP) convirtiéndose el lago en una ciénega. Durante la deglaciación se identifican incrementos y decrementos en el nivel de las aguas. Estos cambios son abruptos y de corta duración.

En Tlapacoya se han encontrado evidencias que permiten suponer la presencia humana en la cuenca desde los años 22,000 - 21,000 a.c. En estos restos se han observado huesos de conejos y roedores, de oso (Ursus americanus), de mapache (Procyon lotor), de nutria (Lutra canadensis), de venado cola blanca (Odocoileus virginianus) y de otro venado de mayor tamaño (O. halli). Hay registros de organismos desaparecidos en el pleistoceno tales como los mamuts (Mammuthus productus), bisontes (Bison spp.), camellos (Camelops hesternus), mastodontes (Mamuthus imperator imperator), carpinchos (Neoschoerus sp.), Jabali o pecarí (Platygonus sp.), flamencos (Phoenicopterus copei) (Halffter, 1975).

A grandes rasgos, se puede decir que la vegetación del Holoceno era muy parecida a la actual, aunque más cálida como lo denotan la presencia de géneros tales como Picea sp. (existía aún hace 10 mil años) o Liquidambar sp., actualmente extintas de la zona (González, 1986).

Durante los años 5500 a 3500 a.c. se denota la presencia de bosques muy diversos en los que predominan Pinus, Quercus y Alnus; también se encuentran presentes los géneros Fraxinus, Juglans, Acer, Ulmus, Liquidambar, Morus, Celtis, Abies, y Salix. Entre los arbustos destacan Eudleia, Berberis, Vorburnum, Sambucus y Ribes (Dorcas, 1977).

En los albores del tercer milenio a.c. hay una erupción volcánica al sur de la cuenca, la cual tiene efectos devastadores. El bosque se ve mermado hasta en un 40% con respecto a épocas pasadas y en particular los pinos y los encinos ven reducida su dominancia.

TIEMPOS DE LA ESCALA GEOLOGICA

Era	Periodo	Epoca	Millones de Años
Cenozoica	Cuaternario	Oloceno	0.01
		Pleistoceno	2.00
	Terciario	Plioceno	5.10
		Mioceno	24.60
		Oligoceno	38.80
		Eoceno	54.90
		Paleoceno	65.80

III.4 Poblamiento humano y recursos.

Horizonte preclásico (2500 a.c - 150 a.c)

Durante el horizonte preclásico se encontraban pequeños asentamientos en las riberas del lago de Xaltocan. En esta zona hay evidencia de campos de cultivo, desde 2950 a 2250 a.c., de herbáceas tales como Ambrosia (ambrosia), Argemones (chicalote), Bidens (rosilla), Solanum rostratum (duraznillo) y Amaranthus spp. (alegría y bledo) además de la presencia esporádica de Chenopodium spp. (huauzontle y epazote) (Manzanilla y Serra, 1987).

Estas mismas autoras señalan la existencia de cultivos de Amaranthus leucocarpus (alegría), Salvia (chia, quizá por sus aceites) y Zea mays (maíz) de raza reventador delgado; la recolecta está representada por restos de Portulaca

(verdolaga), Eragrostis (zacate), Setaria (zacate o pajita), Helianthus (girasol), Opuntia (nopal) Oxalis (agritos), Crataegus mexicana (tejocote), Capsicum annum (chile) y Zizania (arroz).

Se cree que eran recolectores de huevos de insectos como Corisalla edulis y C. mercenaria (ahuautle o axayacotl) o el Ephydia hiás (anenextli o puxi) y de aves, de Cambarellus montezumae (acociles), además de practicar la pesca y la caza.

En Tlapacoya (península de Chalco según Sanders, 1976) hacia los años 1200 a 1000 a.c. dominaba el bosque mesófilo. Se observa una disminución de pinos (Pinus) y un aumento de encinos (Quercus) y alisos (Alnus). En las riberas abundan ya los sauces y los ahuehuetes (Taxodium sp y Salix sp), los tules (Typha sp.), la palma roja (Sparganium sp.) y diversas plantas de la familia Liliaceae. Niedenberger (1976) señala que en las laderas de suelo somero de las zonas no lacustres, había plantas xerófitas como el maguey (Agave sp.) y la lechuguilla (Hechtia), denotándose un paisaje árido.

Se consideraban especies importantes en la dieta el venado cola blanca (Odocoileus virginianus), el tlacoyote (Taxidea taxus), al berrendo (Antilocarpa americana), el pecari (Dicotyles tajacu) y al perro o coyote (Niedenberger, 1976), además de una gran variedad de aves acuáticas (Anas acuta, A. platyrhynchos, Spatula clypeata, Fulicula americana, Podiceps sp. y Podilymbus sp.). Una parte importante del alimento es obtenida por la caza, el agua siendo el

pescado blanco, el charal; el ajolote, las tortugas y otros animales acuáticos lo más capturado.

Es interesante señalar que en aquellos años se observaron cambios climáticos tales como disminución en la precipitación pluvial y un aumento de temperatura, lo que se liga con la reducción del bosque templado, y curiosamente, hay un gran auge en la producción maicera lo que permite suponer una expansión de la frontera agrícola en perjuicio del bosque (Manzanilla y Serra, 1987).

A excepción de dos pequeñas aldeas en Amecameca, la mayoría de los habitantes residían principalmente en dos comunidades; en Tlapacoya y Tlatilco, esta última localizada en la zona oeste del pie-montano en Texcoco, al lado opuesto de la península de Ixtapalapa. A pesar de que este sitio era de los más grandes entre sus contemporáneos localizados al sureste de la cuenca, los cálculos acerca de la población que ahí habitaba no suman más de 1000 personas (Parsons, 1976).

En la región de Chalco en Terremote-Tlaltenco, encontramos las siguientes especies: Zea mays (maíz), Cucurbita pepo (calabaza), Phaseolus vulgaris (frijol negro), Phaseolus coccineus (frijol ayocote), Frunus capuli (capulín), Amaranthus spp (alegría y bledo), Persea gratissima (ahuacate), Opuntia (nopal), Chenopodium spp (huauzontle y epazote), Portulaca (verdolaga), Physalis (tomate), Capsicum (chile) y Agave (Maguey) (Manzanilla y Serra, 1987).

La diversidad ecológica de la cuenca, así como la necesidad de productos sésentes en una parte y de los cultivos

se tenía en abundancia en otras, originaron patrones de intercambio regional y especialización productiva de las comunidades rurales (Sanders, 1971) (Figura 7).

Ecatepec. Extracción y procesamiento de la sal.
Coapexco. Manufactura de manos y metates.
Loma-Terremote. Abastecimiento y distribución de la obsidiana.
Altica del Valle de Teotihuacan. Abastecimiento y distribución de la obsidiana.
Terremote-Tlaltenco. Manufactura de cestería y cuerdas.
Tlapacoya. Explotación de productos faunísticos de origen lacustre.

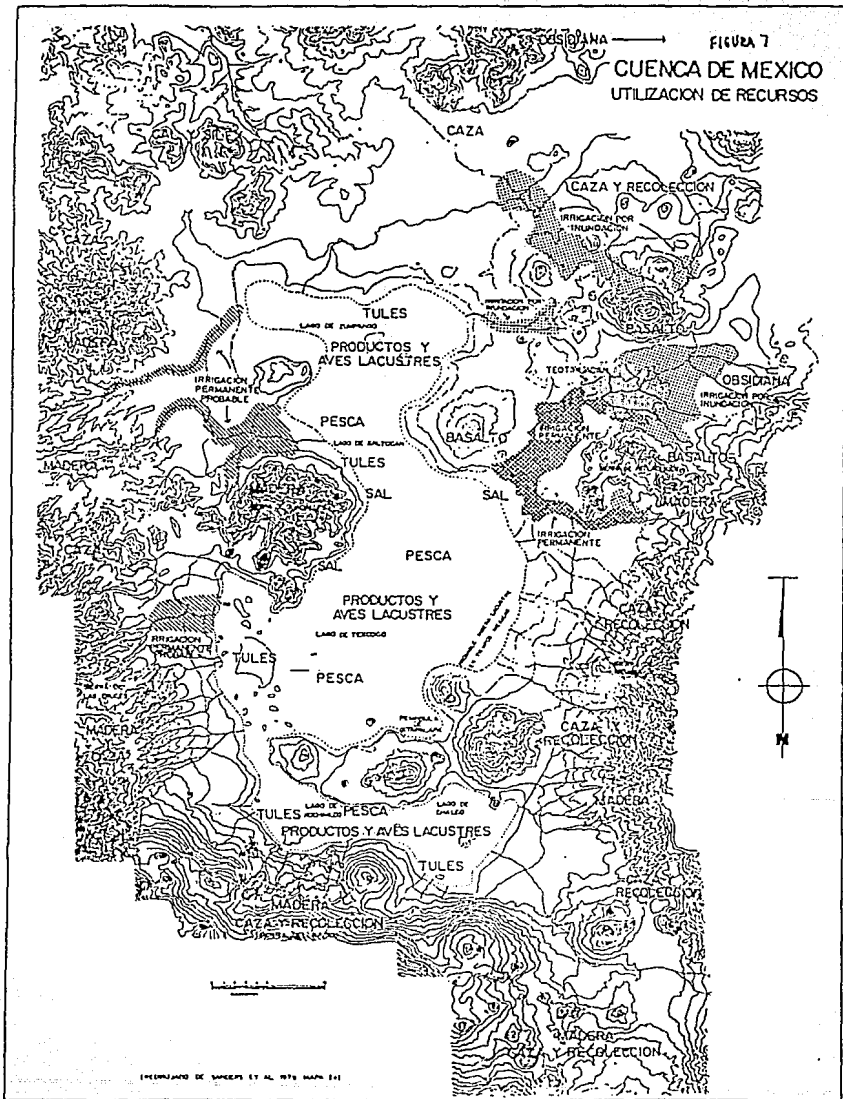
Lo anterior indica un uso y un aprovechamiento especializado de los recursos extrayéndose no sólo para el autoconsumo, sino para el intercambio, incluso de carácter regional (Manzanilla y Serra, 1987).

En la fase tardía del preclásico en Cuernalan (370 a 340 a.C.) se cultivaba maíz arrocillo y palomero, zacate o pajita (Setaria sp.), se recolectaban plantas acuáticas como el tule o papiro (Cyperus sp.), verbena (Verbena sp.), tomate de bolsa (Physalis sp.); se extraía madera de pinos y encinos; criaban guajolote (Meleagris gallopavo); y se cazaba zorrillo (Mephitis sp.) (Manzanilla y Serra, 1987).

El sur de la cuenca continúa siendo la zona con mayor densidad de población. Existen alrededor de quince sitios, algunos de los cuales sobrepasan las 100 hectáreas en extensión, y en dos o tres aparecen ya obras de arquitectura

FIGURA 7

CUENCA DE MEXICO UTILIZACION DE RECURSOS



MEMORANDUM DE SANCHEZ ET AL 1976 MAPA 241

con carácter público. Algunos asentamientos ya exceden los 1000 habitantes (Parsons, J.R, 1976).

Entre los años 210 a 90 a.C. aparecen en la Cuenca nuevas variedades de maíz (cónico, chapalote y cacahuazintle), lo cual expresa un gran conocimiento en las prácticas agrícolas y procesos de selección artificial. Se cultiva en gran cantidad el frijol negro (Phaseolus vulgaris); se recolecta el tejocote (Crataegus mexicana), la tuna del nopal (Opuntia sp.); el tomate de bolsa y cebollitas silvestres (liliáceas); se extrae madera de pino y de diversas leguminosas; se colectan plantas acuáticas y caracoles (Limnaea sp.). Cazaban venado cola blanca, liebre (Lepus callottis), conejo cola de algodón (Sylvilagus cunicularius), tortuga (Kinosternon sp.) rana, jabalí (Dicotyles sp.) y halcón ratonero (Buteo sp.); pescaban bagres y criaban perros (Manzanilla y Serra, 1987).

En esta época se presenta un patrón de asentamientos diverso. Excepto por la península de Iztapalapa, la impresión general es de una elevada densidad de población, con una marcada concentración de asentamientos en las zonas bajas de pie-montano, así como una considerable diversidad en los tipos de asentamientos debido a factores naturales y socioculturales (Parsons, 1976).

A través de análisis polínicos de la zona sur, González (1986) sugiere una colonización progresiva del pastizal y su ulterior restricción. Propone, en función de los factores climáticos, cuatro fases:

Fase fría. A partir del registro polínico sólo se puede establecer la presencia del bosque templado aciculifolio dominado por Pinus con un estrato herbáceo mixto conformado por géneros de las familias Compositae, Liguliflorae y Gramineae; se considera que los musgos fueron particularmente abundantes. Al tiempo que la temperatura aumenta el bosque se retrae, mientras que Alnus y los componentes del estrato herbáceo aumentan. La comunidad de Abies parece no estar cercana a la zona.

Se cree que el área fue colonizada por los encinos (Quercus spp.) conformando una "pradera templada dispersiarbórea" ya que aunque esta especie es importante, al inicio de esta fase cede extensión a elementos arbustivos (Compositae, Tubuliflorae, Artemisa y Ambrosia) y herbáceos (Graminae). Es importante señalar que Abies desaparece del registro.

Fase templada. En esta fase la localidad está cubierta por gramíneas mismas que conforman la "pradera templada cespiticuale", aunque debieron existir manchones de "bosque templado aciculifolio" dominado por Pinus aunque mezclado con Quercus y Alnus, en los alrededores. En comunidades más alejadas se observa la presencia de Luzula y una palma no determinada. Quedan representados géneros mesófilos tales como Berberis, Fraxinus, Juglans, Ilex, Liquidambar, Prunus y Sambucus. Estos géneros pudieron conformar el "bosque templado caducifolio". En función del registro polínico de

Abies se puede pensar que el "bosque alpino planiaciculifolio" del Ajusco aumentó en forma sensible.

Las plantas herbáceas son particularmente abundantes destacándose las siguientes familias y géneros: Caryophyllaceae, Cruciferae, Cuphea, Euphorbia, Hypericum, Liliaceae y esporas del helecho Phlebodium.

Fase seca. Esta fase se caracteriza por un empobrecimiento de la diversidad florística. Se observa una notable reducción de la vegetación arbórea y el tipo dominante es la "pradera templada cespiticaule". De la flora mesófila quedan representados Fraxinus, Populus, y Salix los cuales ocupaban los márgenes de los cuerpos de agua. Abies vuelve a desaparecer del registro.

Durante esta fase se observan dos picos de abundancia de Chenopodium y Ambrosia que revelan cierto grado de perturbación en comunidades vegetales por parte del ser humano, máxime que coincide con el registro del maíz.

Se cree que el análisis polínico de esta secuencia abarca el apogeo de Copilco y Cuicuilco, localidades preclásicas cercanas.

Horizonte Clásico (150 - 750 d.C.).

El horizonte Clásico presenta un patrón de establecimientos distinto al del periodo anterior. Surge un gran asentamiento urbano en Teotihuacán que cubre una extensión de alrededor de 20 Km², con una población estimada entre 30,000 y 50,000 personas, aunque ya en los años 500

d.C. había aumentado a más de 100,000 habitantes, los cuales residían, en su inmensa mayoría, en el centro urbano mismo.

Este proceso trae como efecto la ruralización del resto de la cuenca, y según Parsons (1976), durante este periodo se da una depresión demográfica en las zonas al sur del valle de Teotihuacan, en la que se estima que la región de Texcoco pasó de 20,000 a menos de 5,000 habitantes; que la zona este de pie-montano en Chalco varió, también de 20,000, a alrededor de 2,000 personas y en general, en las áreas marginales del sur de los lagos de Chalco y Xochimilco, hubo un decremento de alrededor del 50%. Como excepción a este patrón de descenso poblacional está el caso de Zumpango, al noroeste de la cuenca, donde hay indicios de incremento en el número de moradores.

Se piensa que el crecimiento acelerado de Teotihuacan pudo responder a la migración, de poblaciones del sur de la cuenca, provocadas por la erupción del volcán del Xitle, así como a los grandes movimientos poblacionales provenientes de la zona de Texcoco. Esto a su vez explica las variaciones poblacionales descritas en el párrafo anterior.

Las especies empleadas en la alimentación ayudan a entender el tipo de especies vegetales presentes en la zona, así como la relación de los teotihuacanos con su entorno durante el apogeo de esta cultura. La siguiente lista, elaborada por Emily McClung, nos da un panorama bastante completo.

Especies que predominaban en la dieta teotihuacana durante el período clásico.

VEGETALES

Zea mays (cañiz, Palomero, Toluquense, Cónico y el complejo Mal Tal Chapalote).
Phaseolus vulgaris (frijol negro).
Phaseolus coccineus (frijol ayocote).
Cucurbita pepo (calabaza).
Cucurbita maxima (calabaza).
Cucurbita ficifolia (calabaza).
Capsicum (chile).
Amaranthus leucocarpus (alegría, en gran cantidad).
Amaranthus hybridus (bledo, gran cantidad).
Portulaca cf. oleracea (verdolaga, en gran cantidad junto con el huauzontle y el epazote en los caspos de cultivo).
Chenopodium nuttalliae (huauzontle).
Chenopodium ambrosioides (epazote).
Physalis (tomate).
Crotalaria amicans (tejocote).
Prunus capuli (capulín).
Opuntia (nopal).
Persea gratissima (ahuacate).
Spondias (ciruela). Quizá fue llevada desde tierra caliente a Teotihuacan.
Solanum (papa).
Agave (aguave).
Ficus (acate).
Gossypium cf. hirsutum (algodón).
Juniperus (enebro).
Eragrostis australis (carrizo).
Scirpus sp. (tule).

ANIMALES

Odocoileus virginianus (venado cola blanca).
Lepus sylvaticus (liebre).
Sylvilagus punctularis (conejo cola de algodón).
 Diversos géneros y especies de patos.
Meleagris gallopavo (guajolote).
Testudo (tortuga).
 Diversos géneros y especies de peces.

El abasto de estos productos estaba coordinado por una vasta red distributiva dirigida por la teocracia teotihuacana, en la que fluían productos de toda la cuenca. Existe la hipótesis de que la deforestación del Valle de Teotihuacan fue provocada por la extracción de la madera que

se requería para quemar la cal y producir el estuco del que estaba revestida la ciudad. Se cree que la cal podía proceder de la región de Zumpango, o bien de la de Tula (Manzanilla y Serra, 1987).

Horizonte Postclásico (750 - 1519 d.c.).

Durante lo que se conoce como horizonte postclásico cae Teotihuacán.

Del año 900 al 1000 d.c. la población de Zumpango presenta un crecimiento en habitantes lo cual se atribuye a la caída de Tula, y a la cercanía entre ellas (Parsons, 1974).

Parece haber una nueva depresión demográfica en relación a épocas anteriores, variando considerablemente de un lugar a otro. En el Valle de Teotihuacán la población se reduce en una relación de 1:4; en la región de Texcoco se percibe una disminución de 2:3. En la zona sur de la cuenca la población parece mantener sus ritmos de crecimiento.

En 1325 d.c., cuando llegan los aztecas al lago, la cuenca se halla densamente poblada. Ya se encontraban presentes los xochimilca, los chalca, los tepaneca, los chichimeca y los nonoalca-chichimeca, entre otros (Chavers, 1984.) por lo que se ven obligados a asentarse en un pequeño islote.

Un aspecto característico de la época de los mexicas es la producción chinampera, siendo las cuencas de Chalco y Xochimilco los núcleos más importantes de producción. En estas dos zonas había un gran número de manantiales (Mitlaxeltec, Ayoacingo, Calicaca, Tepotzotlán, Xocotlán, Nieves y

otros). Se cree que en Xaltocan también se llevaba a cabo la agricultura de chinampa.

Las chinampas son islotes construidos en aguas poco profundas. Se elaboran con la acumulación de plantas y lodo, bordeándolas con estacas de un sauce, conocido localmente como ahuejote (*Salix bonplandiana*). Están rodeadas de canales para su riego, y para transportación. Generalmente se cultivan especies alimenticias y de ornato. Se lograba obtener hasta tres cosechas anuales, por lo que se considera un método de cultivo altamente productivo, lo suficiente como para haber podido abastecer a los principales centros urbanos del postclásico tardío (Moriarty, 1968).

En los tiempos mexicas se crea un nuevo gran asentamiento: la ciudad de Tenochtitlan, cuyos límites de influencia y captación de recursos rebasan la propia cuenca.

Es esta una época de urbanización y expansión poblacional en donde aparecen nuevos centros, generalmente en los márgenes de los lagos, pero también se extienden hacia las zonas de pie-montano.

Parsons (1976) estima que Texcoco se extendía sobre un área aproximada de 450 hectáreas, y que contaba con una población de alrededor de 25,000 habitantes.

El asentamiento más importante fue, sin lugar a dudas, la ciudad de Tenochtitlan y su vasta red de pequeñas villas a los márgenes de los lagos. Sanders (1976) sugiere que en esta área vivían más de 300,000 personas, y Rafael Carrillo (1984) cita a Fr. Francisco de Sahagún quien en 1541:

de la conquista señala que la ciudad tenía de 80 a 100 mil casas.

Durante los años 1200 a 1500 la expansión hacia las zonas rurales tuvo un gran auge, poblándose densamente las zonas altas de pie-montano y algunas partes de las riberas de los lagos, lugares que hasta entonces se habían mantenido desocupados.

Gran parte del lecho de los lagos de Chalco y Xochimilco se encontraban transformados en chinampas y se manejaban con sofisticados controles hidráulicos.

Parsons (1976) sugiere que a través del drenaje se transformó gran parte de la zona pantanosa al este del lago de Texcoco para ser utilizada como tierra de cultivo.

Tenochtitlan, lejos de edificarse sin orden, se construyó de acuerdo a un plan urbano en donde unas calles eran completamente de agua y otras mitad agua y mitad tierra, a lo largo de las cuales se ordenaban las casas de los macehuales y las chinampas (Benitez, 1984).

Tenochtitlan se asentó en un islote en continua expansión. Por sus canales circulaban canoas, el agua potable era traída a través de acueductos. Era una ciudad lacustre protegida con notables obras de ingeniería (diques y albardones) y sostenida por la guerra, los frutos de sus chinampas, sus lagunas y sus campos (Benitez, 1984).

La construcción de las ciudades precolombinas obedecía al mandato de algún miembro de la teocracia o élite gobernante.

Motecuzoma I, rey azteca entre 1440 y 1480, ordenó

ampliación de Tenochtitlán y la construcción de un nuevo templo a Huitzilopochtli. Netzahualcoyotl, rey de Texcoco entre 1428 y 1472, transformó a su ciudad capital en el centro cultural de la zona centro de México. Una decisión conjunta de los dos reyes determinó la construcción de un dique y el levantamiento de la ciudad para protegerla de las continuas inundaciones y proveerla de agua potable (Hardoy, 1978).

Fueron los lagos los elementos de cohesión que permitieron en la cuenca la interacción de los asentamientos, y fue esta estrecha relación un rasgo distintivo que no aparece en otras regiones de Mesoamérica (Manzanilla y Serra, 1987).

Benítez (1994) comenta que:

"Una regulación mágica de los cultivos, de la pesca y de la cacería preservaba la riqueza, al parecer inagotable del Valle de México. El albaradón de Netzahualcoyotl había separado las aguas dulces de las saladas, se drenaron terrenos y se construyeron terrazas, y los pueblos crecieron, ya que una cultura del neolítico, después de una experiencia de diez mil años, sabe como conservar sus recursos naturales y aprovecharlos al máximo sin destruirlos".

A principios del siglo XVI la cuenca sostenía más de un millón de habitantes sujetos al dominio azteca. Tan sólo en Tenochtitlan, al inicio de la conquista, había 300,000 personas (Unikel, 1978). Pensar que una población de tal magnitud no causaba efectos de orden ecológico es casi imposible. Efectivamente, y como se señala en la cita de Benítez, modelaron el paisaje a través de la creación de canales, de alteraciones, de los chinampas y otros métodos de

cultivo, de sus casas y de sus templos, de la cacería y de la pesca.

Del Período Colonial al siglo XX.

En el año de 1521 cae una de las más grandes culturas y uno de los más importantes reinos de América. Los españoles se apoderan de Tenochtitlan después de grandes batallas y prolongados asedios.

Al entrar a aquella ciudad Fray Toribio de Benavente, conocido como "Motolinia", expresaba: "¿Qué es aquesto que vemos?. ¿Esta es ilusión o encantamiento?. ¡Tan grandes cosas y tan admirables han estado tanto tiempo encubiertas a los hombres que pensaban tener entera noticia del mundo!" y más adelante continúa... "Estaban tan limpias y barridas todas las calles y calzadas de esta gran ciudad, que no había cosa en que tropezar."

La impresión que causara la ciudad, su traza, sus canales, sus chinampas, su mercado no impidió que los conquistadores comenzaran a "remozar" este palbaje, adecuándolo a sus concepciones y necesidades.

"La concepción de una ciudad castellana era adversa a la de la ciudad azteca. Los españoles no vivían en cabañas, sino en casas de piedras, no concebían calles de agua, montaban a caballo y usaban carretas, cultivaban la tierra con el arado, sus hachas derribaban árboles para pilotear el terreno, techar sus moradas y proveerse de combustible, el ganado y los caballos reclamaban pastos. El agua no era su aliada sino su enemigo." (Benitez, 1984)

Según Torquemada (García, 1983) la disminución de las aguas comenzó a notarse ya en el año de 1524, a sólo 3 años de que se asentaran los conquistadores, y lo atribuye al atajamiento de arroyos y ríos que entraban en las lagunas para utilizarlos en el riego de sus sementeras y al efecto de erosión generado por el arado en los carros.

Tenochtitlan creció, y al hacerlo lo hizo sobre el lago, extendiéndose sobre las aguas sin dejar de ser una ciudad eminentemente lacustre. El establecimiento de los españoles y con ellos el de sus patrones culturales, marca un cambio importante en esta relación ciudad-medio que se había establecido a lo largo de muchos lustros.

En el año 1560 la ciudad tenía 4,000 vecinos blancos (españoles y criollos), 10,000 esclavos negros y a los indígenas no se les permitía dormir en la ciudad.

La conquista tuvo un drástico efecto en la demografía de la cuenca. Durante el Siglo XVII el número de habitantes descendió de millón y medio a setenta mil, lo que significó que de cada mil habitantes murieron novecientos cincuenta (Benítez 1984). En 1628 a causa de una gran inundación, murió el 40% de los indígenas que aún sobrevivían. Según Unikel (1978) los moradores del México central en 1521 rebasaban los 2.5 millones, en los sesenta años posteriores llegaban a 1.9 millones y hacia fines del siglo XVI la población total mexicana era de apenas 2 millones de habitantes.

Hardoy (1978) señala que los españoles produjeron un modelo fácilmente reconocible de ciudad, en donde resalta un damero con una planta central de trazado sencillo y la ubicación entorno a la plaza de la catedral, la casa del cabildo y la casa de la gobernación. La tecnología de construcción colonial no significó gran cambio con respecto a la utilizada por los constructores precolombinos como se aprecia en la siguiente cita de Benitez (1984):

"En 1524, sobre el templo arrasado, las calzadas y los cuatro barrios decretados así mismo por el Dios, trazó García Bravo la capital del más poderoso virreinato del Nuevo Mundo donde a partir de 1821 se estableció la metrópoli de la naciente República".

El sistema urbano realizado por los españoles en las regiones en donde las culturas indígenas alcanzaron gran fuerza y apogeo se llevó a cabo apoyándose en la localización de las ciudades prehispánicas y en las áreas de gran concentración poblacional. En muchas ocasiones el trazo hispánico se vio influenciado, cuando no totalmente determinado, por la traza y los usos del suelo de la ciudad indígena. En mucho, este fué el caso de México-Tenochtitlan.

Desde los albores de la etapa colonial ya destaca la ciudad de México como capital además de principal centro económico y administrativo del que emana el poder político.

Casi dos siglos después de la conquista (1742) la población de esta ciudad apenas alcanzaba los 101,000 habitantes. Este crecimiento se mantiene en ritmos relativamente lentos, y a finales de ese siglo habitaban la capital 120,000 personas (Unikel, 1978); aumentando a 165,000 para 1823 (Garza, 1981).

En 1885 el Distrito Federal estaba compuesto por la municipalidad de México la cual contaba con 325,000 habitantes. En esos mismos años, la prefectura de Tlalpan tenía 33,136 moradores; la de Xochimilco 39,664; la de Tacubaya 18,518 y la de Hidalgo 10,486 (García-Cubas, 1965).

No es sino hasta mediados del presente siglo (XX) que se desata el proceso de gigantismo demográfico y urbano, el cual ha desencadenado diversos y complejos problemas que agobian la urbe que hoy habitamos.

III.5 La "Hiperurbe de la Cuenca de México" (HCM).

Reseña del crecimiento de la ciudad y de sus pobladores.

Si bien, en el Capítulo II de esta tesis, dejamos claro cuáles son las implicaciones de denominar un espacio urbano como "Área o Zona Metropolitana", en este capítulo se hace referencia a la "Hiperurbe de la Cuenca de México" indistintamente de las tres formas, en virtud de que en todos los textos se le denomina Área o Zona metropolitana de la Ciudad de México.

El crecimiento acelerado y desordenado de la Ciudad de México, así como los procesos de concentración poblacional en

este fenómeno de gigantismo, han hecho de la cuenca un espacio eminentemente urbano, con la consecuente desaparición de los ecosistemas naturales que otrora dominaron el paisaje.

La expansión urbana y el crecimiento demográfico responden a diversos factores, que a través del tiempo se han visto acelerados, sobre todo a partir de los años sesentas, configurando un panorama desolador. (Figuras 8 y 9).

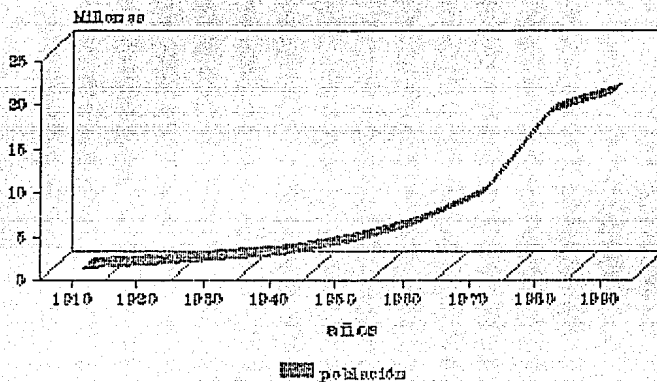
En los albores del siglo XX habitaban en la ciudad de México 345,000 personas, el 5% de la población total del país. En los veintes, tenía ya un poco más de 600,000 y en 1930 poco más del millón (Cuadro 1).

En este periodo, la superficie urbana se duplicó, extendiéndose en terrenos de relleno de los antiguos lagos; poblaciones circundantes pequeñas como Atzacapotzalco, Tacuba, Coyoacán, Tacubaya y San Ángel empezaron a formar parte de la Ciudad.

A partir de esta época, debido a la veloz expansión de la ciudad, el automóvil comenzó a ser un medio de transporte importante (Delgado, 1988). A principios del siglo se constituye el primer sistema de transporte utilizando como base el tranvía eléctrico, el cual en 1920 cubría el 85% de los viajes/persona/día. Por estos mismos años aparecen los primeros autobuses urbanos con capacidad para 10 pasajeros, y para 1945 ya habían desplazado al tranvía como medio primordial de transporte (Herrera, 1987).

El espacio rural predominaba en la Cuenca, aunque el

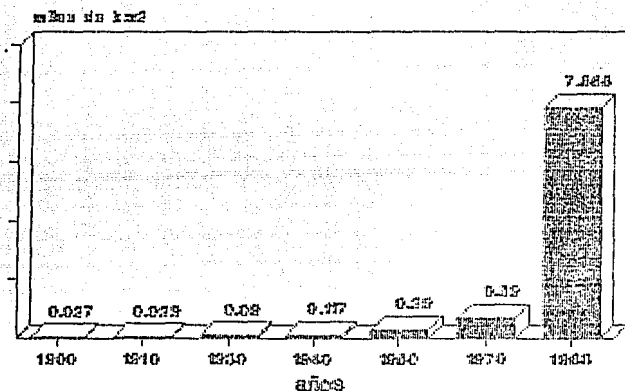
Incremento poblacional ZMCM



FUENTE: INEGI, 1970. SERIE, 1980.

Figura 8. En esta gráfica se observa el despegue del crecimiento poblacional de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México en la década de los años 60's.

Crecimiento del área urbana ZMGM



Fuente: CCCP, 1990, Atlas No.1, 1990.

Figura 9. En esta gráfica se percibe claramente el agigantamiento del área urbana de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México a partir de la década de los 80's

de los bosques y provocó que el pastoreo y el cultivo se fueran desplazando hacia terrenos con pendientes mayores al 10%, con la consecuente aceleración en el proceso de erosión de los suelos.

Durante los primeros treinta años del siglo, el área de la ciudad se triplica, pasando de 2700 a más de 900 hectáreas. En particular la década de los veinte se caracteriza por el fraccionamiento de los antiguos ranchos y haciendas que se encontraban en los márgenes de la ciudad. La conurbación de Tacubaya, San Angel, La Villa e Iztacalco hace crecer rápidamente a la ciudad, extendiéndola en un corto periodo de tiempo en un radio de 10 km a partir del centro.

Para los años 40's la población ascendía a 1,670,314 habitantes y el área urbanizada abarcaba 117 km². Esta década marca el ingreso de México, como país, al desarrollo industrial, y en particular la Ciudad de México vivió un gran dinamismo productivo, que se vio reforzado con la importancia que comenzó a cobrar el sector terciario como fuente generadora de empleos. La combinación de estos eventos, industrialización y terciarización de la economía urbana (González, 1981), aunado a los procesos de pauperización y abandono al campo, nos permite entender el fenómeno de "hiperurbanización" de la Ciudad.

En 1950 la población se había prácticamente duplicado, 2,800,000, y veinte años después se estimaba en 9 millones, habiendo rebasado los límites político-administrativos del Distrito Federal. Para el año 1970, la población

1975). Esta expansión se dió, en un 48%, sobre terrenos de carácter ejidal y comunal. En 1950 el 27% de la población total del país vivía en áreas urbanas. En la actualidad más del 70% habita en espacios urbanos.

Podemos señalar que de los 30's a los 50's se observan dos grandes tendencias en la expansión urbana: una básicamente industrial hacia el norte y otra principalmente habitacional hacia el sur, con asentamientos de ingresos medios y altos. Los estratos más pobres se ubican hacia el oriente y norte de la urbe.

De 1960 a 1970, el crecimiento de la Ciudad se realizó en Delegaciones no centrales como Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, A. Obregón, Iztapalapa, Coyoacán e Itacaico y en los municipios conurbados. Desde entonces se marca como una tendencia la migración del centro de la Ciudad a la periferia de la misma. Se da un movimiento centrífugo intraurbano.

Según Delgado (1968) esta expansión tiene su origen en los siguientes factores:

- a) La ampliación industrial en el norte hacia Tlaxpantla y Ecatepec; por el proceso de expulsión de la población debido a los cambios en el uso del suelo en las zonas centrales.
- b) La extensión del periférico hacia el sur impulsando la conurbación de Tlalpan, Xochimilco y la Magdalena Contreras (y el posterior crecimiento de la ciudad a los márgenes de la propia vía).

c) La llegada de sectores acomodados a Naucalpan y el establecimiento de sectores más bien pobres en Netzahualcóyotl.

A grosso modo, el trazo de la ciudad obedecía básicamente, los ejes radiales que partían (aún parten) del núcleo central como la Avenida de Los Insurgentes hacia el sur y el norte, Calzada de Tlalpan hacia el sur, Calzada Ignacio Zaragoza al este y las carreteras de Pachuca y Querétaro hacia el norte.

En esta década, la de los sesentas, se vive uno de los periodos más álgidos en términos de expansión urbana. En estos años se construye el periférico, primera gran obra de ingeniería metropolitana, la cual tiene un impacto importante en la conformación estructural de la ciudad ya que es el primer trazo no radial del núcleo central, y tiene como efecto la definición de tres grandes sectores urbanos:

- a) El extremo norte, conformado por parte del propio Distrito Federal, parte de Naucalpan y Tlalnepantla.
- b) El extremo sur-sureste, constituido por las delegaciones de Tlalpan, Xochimilco y N. Contreras.
- c) Las Áreas Intermedias, abarcan el núcleo base de los años 40's y las nuevas zonas residenciales urbanas del poniente como Lomas de Chapultepec.

Los años que van de 1970 a 1986, se caracterizan por una modernización de tres grandes carreteras regionales y la derrama urbana a los márgenes de este tipo de vialidades.

La carretera a Querétaro, embonada con el periférico, lleva la ciudad a los municipios de Atlixán, Tultitlán,

Cuautitlán, generando dos espacios urbanos claramente identificables: refuerza "la zona norte", como continuación del D.F. y señalada anteriormente como consecuencia de la construcción del Periférico; y "los Cuautitlanes" (Cuautitlán, Coacalco, Izcalli y Tultitlán) como espacios conurbados del Estado de México.

La carretera a Pachuca ha implicado la colonización de Ecatepec a partir de los 70's y de Tecamac desde los 80's.

La carretera a Puebla a sido importante agente conurbador e incentivador del crecimiento hacia el este, generando asentamientos precarios como el de Nezahualcóyotl (data desde los 50's), Chimalhuacán, Chicoloapán y La Paz. Así mismo, el camino de Xochimilco a Tláhuac al sureste, ha incorporado e incentivado el crecimiento del municipio de Chalco en los albores de los 80's.

Hacia el sur, las carreteras a Cuernavaca y la panorámica del Ajusco, han sido impulsores importantes del crecimiento del área urbana sobre las áreas boscosas del sur de la ciudad, así como elementos conurbadores de pequeños poblados.

Podemos ver que el crecimiento de la HCM, aunque pareciera seguir un patrón por sectores, sigue un poco todas las teorías de crecimiento urbano: concéntrica, axial, de núcleos múltiples y de sectores (Tabla 1).

Se observa que las principales formas de crecimiento urbano en este periodo fueron la construcción de fraccionamientos y la conurbación generándose un aumento significativo en el número de viviendas.

1950, a 7 millones en 1970: La consolidación de nuevas áreas de establecimiento fue también impulsada por el transporte, provocando nuevos requerimientos del mismo y a su vez, nuevas obras viales (Legorreta, 1988).

TABLA 1

TEORIAS DEL CRECIMIENTO DE LAS CIUDADES
RESUMEN *

Crecimiento Axial (Hurd, 1924). El crecimiento es impulsado desde el centro a lo largo de las líneas de transporte, al mismo tiempo, se va dando un crecimiento central. La ciudad adquiere forma de estrella en donde los terrenos que quedan en los triángulos van siendo poco a poco ocupados.

Crecimiento por zonas concéntricas (Burgess, 1925). El crecimiento se da de forma más o menos simétrica como resultado de la presión originada en el centro, extendiéndose cada zona en la inmediata anterior.

Crecimiento por sectores (Hoyt, 1939). Combina las diferencias sociales de espacio, los ejes de transporte y la densificación de la trama urbana en un crecimiento centrifugo desde el centro a la periferia.

Crecimiento por núcleos múltiples (Harris & Ullman, 1945). Presencia simultánea de diversos centros especializados al seno de la ciudad, cada uno con una zona de influencia y expansión autónomas.

La zona metropolitana de la Ciudad de México en números.

En la actualidad la HCM está conformada por 16 delegaciones, 53 municipios del Estado de México (que suman diecisiete ciudades periféricas) y un municipio del Estado de Hidalgo, extendiéndose sobre un área de 7860 km² (Figura 10).

SUPERFICIE Z.M.C.M. 7,860 Km²
 SUP MANCHA URBANA CONTINUA 1,254.29 Km²
 POBLACION 13 millones de habitantes

DIVISION MUNICIPAL



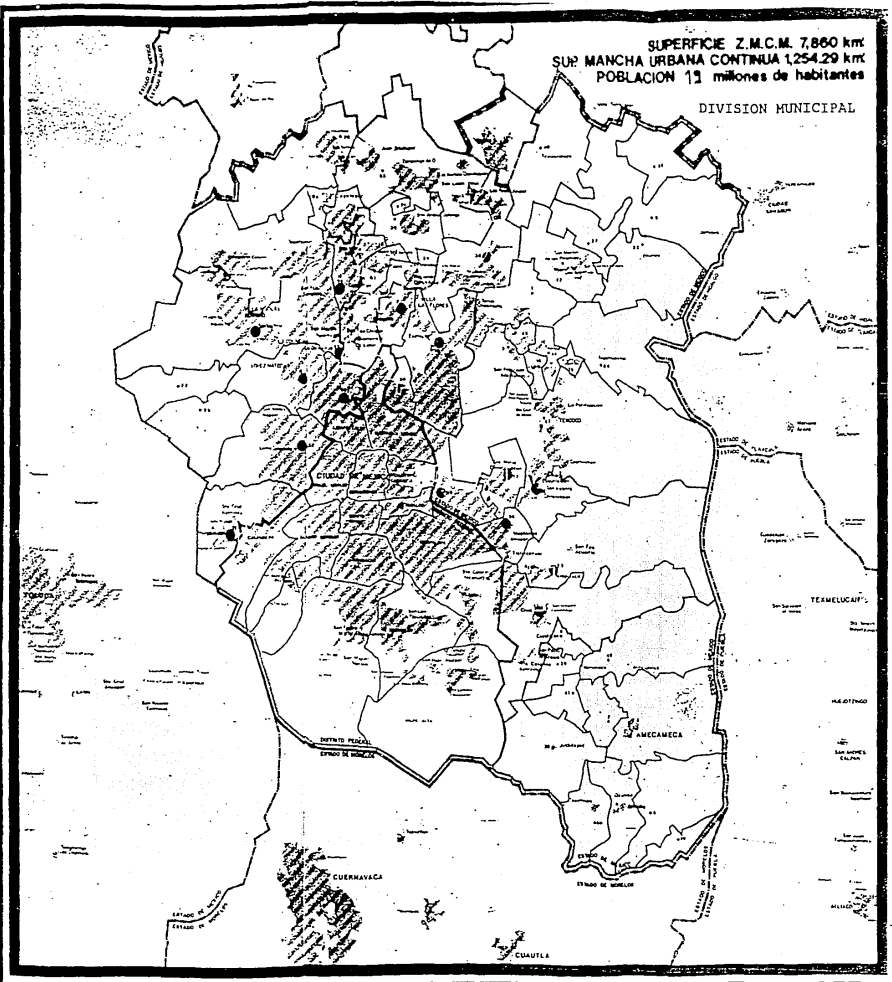
FIGURA 10

LEGENDA

- 1. AEROPUERTO
- 2. ANTECIPADO
- 3. ARCADE
- 4. ANILLO DE EXHIBICION
- 5. AVENIDA
- 6. AVENIDA
- 7. AVENIDA
- 8. AVENIDA
- 9. AVENIDA
- 10. AVENIDA
- 11. AVENIDA
- 12. AVENIDA
- 13. AVENIDA
- 14. AVENIDA
- 15. AVENIDA
- 16. AVENIDA
- 17. AVENIDA
- 18. AVENIDA
- 19. AVENIDA
- 20. AVENIDA
- 21. AVENIDA
- 22. AVENIDA
- 23. AVENIDA
- 24. AVENIDA
- 25. AVENIDA
- 26. AVENIDA
- 27. AVENIDA
- 28. AVENIDA
- 29. AVENIDA
- 30. AVENIDA
- 31. AVENIDA
- 32. AVENIDA
- 33. AVENIDA
- 34. AVENIDA
- 35. AVENIDA
- 36. AVENIDA
- 37. AVENIDA
- 38. AVENIDA
- 39. AVENIDA
- 40. AVENIDA
- 41. AVENIDA
- 42. AVENIDA
- 43. AVENIDA
- 44. AVENIDA
- 45. AVENIDA
- 46. AVENIDA
- 47. AVENIDA
- 48. AVENIDA
- 49. AVENIDA
- 50. AVENIDA
- 51. AVENIDA
- 52. AVENIDA
- 53. AVENIDA
- 54. AVENIDA
- 55. AVENIDA
- 56. AVENIDA
- 57. AVENIDA
- 58. AVENIDA
- 59. AVENIDA
- 60. AVENIDA
- 61. AVENIDA
- 62. AVENIDA
- 63. AVENIDA
- 64. AVENIDA
- 65. AVENIDA
- 66. AVENIDA
- 67. AVENIDA
- 68. AVENIDA
- 69. AVENIDA
- 70. AVENIDA
- 71. AVENIDA
- 72. AVENIDA
- 73. AVENIDA
- 74. AVENIDA
- 75. AVENIDA
- 76. AVENIDA
- 77. AVENIDA
- 78. AVENIDA
- 79. AVENIDA
- 80. AVENIDA
- 81. AVENIDA
- 82. AVENIDA
- 83. AVENIDA
- 84. AVENIDA
- 85. AVENIDA
- 86. AVENIDA
- 87. AVENIDA
- 88. AVENIDA
- 89. AVENIDA
- 90. AVENIDA
- 91. AVENIDA
- 92. AVENIDA
- 93. AVENIDA
- 94. AVENIDA
- 95. AVENIDA
- 96. AVENIDA
- 97. AVENIDA
- 98. AVENIDA
- 99. AVENIDA
- 100. AVENIDA

LEGENDA

- 1. AVENIDA
- 2. AVENIDA
- 3. AVENIDA
- 4. AVENIDA
- 5. AVENIDA
- 6. AVENIDA
- 7. AVENIDA
- 8. AVENIDA
- 9. AVENIDA
- 10. AVENIDA
- 11. AVENIDA
- 12. AVENIDA
- 13. AVENIDA
- 14. AVENIDA
- 15. AVENIDA
- 16. AVENIDA
- 17. AVENIDA
- 18. AVENIDA
- 19. AVENIDA
- 20. AVENIDA
- 21. AVENIDA
- 22. AVENIDA
- 23. AVENIDA
- 24. AVENIDA
- 25. AVENIDA
- 26. AVENIDA
- 27. AVENIDA
- 28. AVENIDA
- 29. AVENIDA
- 30. AVENIDA
- 31. AVENIDA
- 32. AVENIDA
- 33. AVENIDA
- 34. AVENIDA
- 35. AVENIDA
- 36. AVENIDA
- 37. AVENIDA
- 38. AVENIDA
- 39. AVENIDA
- 40. AVENIDA
- 41. AVENIDA
- 42. AVENIDA
- 43. AVENIDA
- 44. AVENIDA
- 45. AVENIDA
- 46. AVENIDA
- 47. AVENIDA
- 48. AVENIDA
- 49. AVENIDA
- 50. AVENIDA
- 51. AVENIDA
- 52. AVENIDA
- 53. AVENIDA
- 54. AVENIDA
- 55. AVENIDA
- 56. AVENIDA
- 57. AVENIDA
- 58. AVENIDA
- 59. AVENIDA
- 60. AVENIDA
- 61. AVENIDA
- 62. AVENIDA
- 63. AVENIDA
- 64. AVENIDA
- 65. AVENIDA
- 66. AVENIDA
- 67. AVENIDA
- 68. AVENIDA
- 69. AVENIDA
- 70. AVENIDA
- 71. AVENIDA
- 72. AVENIDA
- 73. AVENIDA
- 74. AVENIDA
- 75. AVENIDA
- 76. AVENIDA
- 77. AVENIDA
- 78. AVENIDA
- 79. AVENIDA
- 80. AVENIDA
- 81. AVENIDA
- 82. AVENIDA
- 83. AVENIDA
- 84. AVENIDA
- 85. AVENIDA
- 86. AVENIDA
- 87. AVENIDA
- 88. AVENIDA
- 89. AVENIDA
- 90. AVENIDA
- 91. AVENIDA
- 92. AVENIDA
- 93. AVENIDA
- 94. AVENIDA
- 95. AVENIDA
- 96. AVENIDA
- 97. AVENIDA
- 98. AVENIDA
- 99. AVENIDA
- 100. AVENIDA



La mancha urbana continua es de 1250 km² (650 km² en el Distrito Federal, y 600 km² en 17 municipios del Estado de México), y la población alcanza los 20 millones, de los cuales 10.7 viven en el D.F. y 9.3 en los municipios metropolitanos del Estado de México (Figuras 11 y 12). Esto significa que uno de cada cuatro mexicanos habita en este reducido espacio del territorio nacional (CAM, 1990)

El Consejo del Area Metropolitana (CAM) señala que la población de este espacio crece al 3.6% anual, lo que significa un promedio anual de crecimiento de 700,000 personas. Esta dinámica poblacional tiene su origen en el crecimiento natural en un 55% y un 45% en las migraciones provenientes principalmente de los estados de la región central del país.

Es importante señalar que no hacemos referencia a los datos del censo de 1980, ya que no se corresponden con ninguno de los datos y predicciones sobre el incremento poblacional para la década de los ochentas en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Hemos preferido manejar los datos, al igual que las propias dependencias gubernamentales, como es el caso de la SEDUE o del CAM, que se corresponden con la información basada en las proyecciones y previsiones a partir de los números del censo de 1970.

Figura 12. La población en la ZMCM
D.F. vs Edo. México

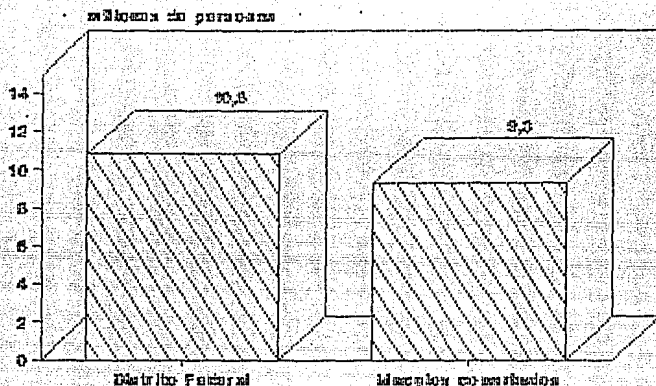
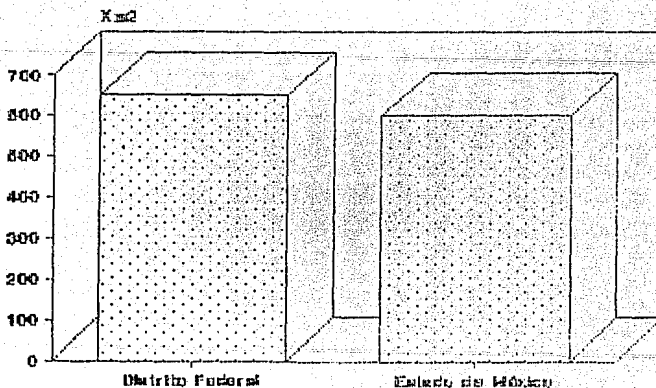


Figura 11. Mancha Urbana continua
D.F. vs Edo. México



CUADRO 1

Crecimiento poblacional y urbano en la HCM

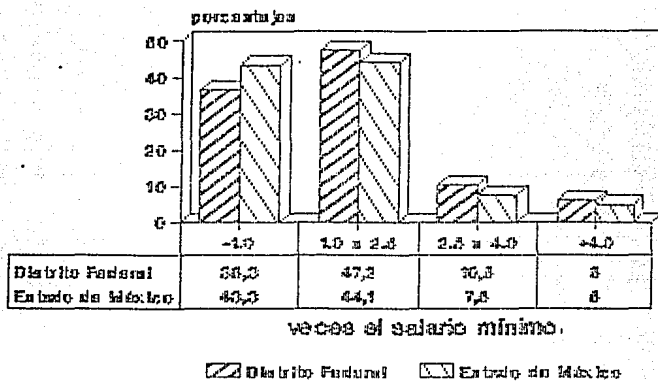
Año	Habitantes	Area urbana
1524	300,000	1.90Km ²
1700		4.35Km ²
1845	300,000	9.90Km ²
1900	345,000	27.00Km ²
1910		29.65Km ²
1930	1'100,000	90.00km ²
1940	1'670,314	117.00km ²
1950	2'800,000	290.00km ²
1970	9'000,000	690.00km ²
1988*	18'000,000	7,860.00km ²

La ZMCM concentra el 50% de la población ocupada en la industria, el 70% de la que labora en servicios, el 22% de la de transportes, el 22% de los alumnos inscritos y el 25% de los profesores. La ZMCM contribuyó, en 1980, con más del 40% del Producto Interno Bruto nacional (PIB) y acumuló más del 40% de los fondos del sistema bancario. En 1985 acaparó el 22% del consumo nacional de electricidad y el 20.47% del de gasolina.

El 62% de la población económicamente activa (PEA) son asalariados, el 9.24% son trabajadores independientes, el 4.3% pertenece a la iniciativa privada y un 18.6% no se encuentra identificado. Se considera que existen más de 700 mil personas sin empleo (Ibarra, et. al., 1986). Actualmente el 40% de la población percibe ingresos inferiores al salario mínimo y otro 30% apenas percibe 2 salarios mínimos (CAM,

* No se tocan los datos del Censo 1980 por no concordar con ninguna de las predicciones oficiales y no oficiales, en cuanto a incremento poblacional.

Población Metropolitana Niveles de ingreso



Fuente: CEM, 1990.

Figura 10. La distribución de la población de la ZMGH por niveles de ingreso, en salarios mínimos, nos indica que la mayoría de este conglomerado humano percibe ingresos muy limitados.

1990) (Figura 13). Esto significa que el 70% de la población metropolitana cuenta con ingresos raquíticos.

En estimaciones del propio CAM se calcula que entre 1988 y 1994, la población de la ZMCM crecerá en 4,562,000 habitantes, de los cuales 1,391,000 será en el D.F. y 3,171,000 en los 17 municipios conurbados que conforman la mancha urbana continua. En relación al ingreso, los datos indican que este crecimiento se distribuirá de la siguiente manera: el 43.3% recibirá hasta 1 salario mínimo (s.m.), el 44.1% recibirá entre 1.1 y 2.5 s.m., el 8% entre 2.6 y 4 s.m., y tan sólo el 5% percibirá más de 4 s.m. (Figura 14).

La diferencia entre municipios conurbados y Distrito Federal son significativas entre los más pobres, esto es: mientras que en el D.F. el incremento poblacional entre los que perciben hasta 1 s.m. será de 19.7%, en los municipios conurbados será del 43.3%. Sin embargo, si agrupamos desde 1 s.m. hasta 2.5, tenemos que para el D.F. se concentraría el 76.1% del incremento poblacional y para los municipios conurbados sería del 87.4%. Unos más que otros, pobres todos. Cuestión de matices.

Así mismo, se observan grandes diferencias entre diversos puntos de la ZMCM. Como ejemplo podemos señalar que en Chalco, el 96.5% percibirá menos de 2.6 s.m.; el 2.6% percibirá hasta 4 s.m. y un selecto 0.9% obtendrá más de 4 s.m. (Figura 15). En comparación, en la Delegación Benito Juárez el incremento poblacional será un 67.9% de los que ganan hasta 2.5 s.m., de un 14.5% para los de más de 4 s.m.

Población Metropolitana Niveles de ingreso

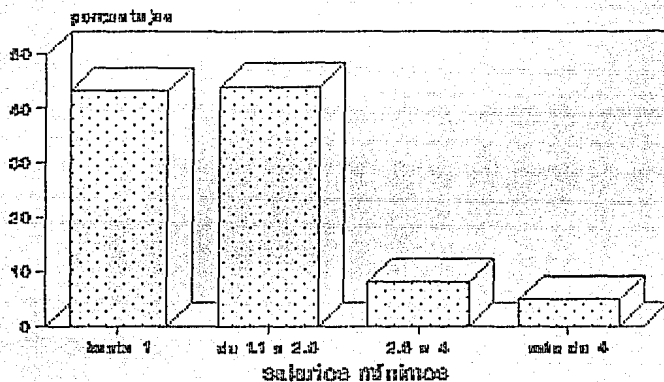


Figura 14. Las proyecciones del crecimiento poblacional de la ZMCM indican que esta tenderá a reforzar la situación de un conglomerado desequilibrado en cuanto a sus niveles de ingresos.

de 17.65% para los que obtendrán remuneraciones por encima de los 4 s.m. (Figura 16).

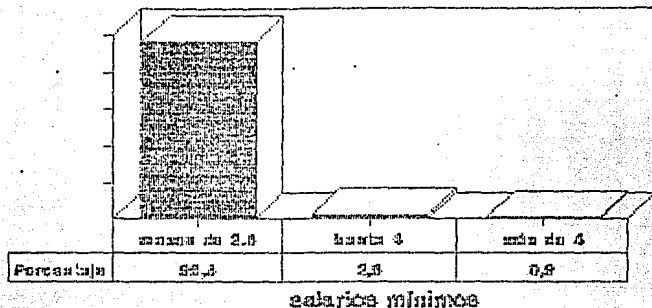
Si bien el paisaje urbano nos hace percibir estos desequilibrios, los datos expuestos no dejan lugar a duda. Es importante hacer notar que estas proyecciones no sólo son eso, una ventana al futuro, sino que reflejan el estado actual en cuanto a ingresos de la población, máxime que ya vivimos dentro de los años que alcanzan las estimaciones 1989-1994. Podemos entonces señalar, que la ZMCM está habitada por una población que cuenta con "mínimos" recursos de sobrevivencia y que las perspectivas son poco alentadoras.

En 1984 producía 14 toneladas de heces y orina y casi 20,000 toneladas de residuos industriales al día (Caballos y Galindo). Consumía 42m³/seg de agua, cifra que para 1986 ya alcanzaba los 60m³/seg. (CCCP, 1988).

A la ciudad llegan, a través de la central de Abastos (CEDA) diversos productos hortícolas de todos los Estados de la República. Tan sólo 15 Estados contribuyen con el 90% tanto en volumen como en valor, y cinco de estos (Veracruz, Morelos, Puebla, México, Michoacán) concentran alrededor del 70% (Sodi de la Tijera, 1987). (Cuadro 2 y Figura 17).

En función de la importancia en volumen y en valor comercializado, como en la composición de la dieta familiar, Sodi de la Tijera (1987) agrupa una serie de productos a los que él denomina "estratégicos": cebolla, chile, jitomate, limón naranja, papa, papaya, plátano, tomate y zanahoria, los

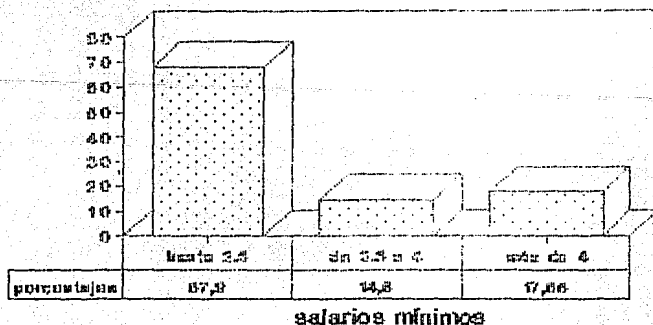
Población Metropolitana Niveles de ingreso Chalco



■ Porcentaje

Figura 15. Se muestra como crecerá la población, según niveles de ingreso entre 1988 y 1994. Se evidencia la desproporción entre los diferentes rubros.

Población Metropolitana Niveles de Ingreso. Deleg. Benito Juárez



■ porcentaje

Figura 16. Como crecerá la población, según niveles de ingreso en la Delegación Benito Juárez. Aunque habrá un mayor crecimiento en los niveles de bajos ingresos, la desproporción no es tan fuerte como en Chalco.

cuales representan el 54% del valor total ingresado a la central.

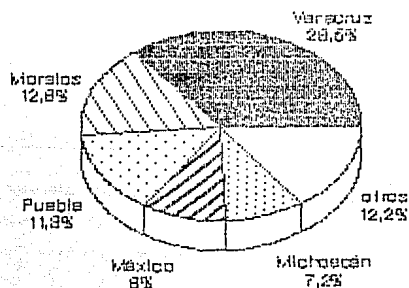
CUADRO 2
PRINCIPALES ESTADOS ABASTECEDORES

VOLUMEN OFERTADO			VALOR OFERTADO	
Estados	ton.	%	vol. miles \$	%valor
Veracruz	65,187	28.5	3'461,848	13.4
Morelos	29,184	12.8	4'583,794	17.7
Puebla	25,848	11.3	3'081,632	11.9
México	18,380	8.0	3'971,514	15.3
Michoacán	16,403	7.2	2'024,433	7.8
TOTAL	155,003	87.8	17'123,221	66.2

Un espacio interesante para el análisis, es la evaluación de la presión que ejerce este suministro para alimentar a la gran urbe, a costa de los ecosistemas locales. En este trabajo, por cuestión de espacio y tiempo, no se aborda, sin embargo, estamos concientes que es un elemento central en el estudio y la comprensión de la relación de las ciudades y el entorno (inmediato o lejano) que le da sustento.

Para 1988, el 45% de la población habitaba en los municipios conurbados, el 32% en las delegaciones no centrales y el 14% en la zona central (Schteingart, 1981) (Figura 18). El 80% del área urbana está ocupada por viviendas de las cuales (por lo menos) el 65% se consideran asentamientos irregulares que no cubren con las disposiciones y servicios urbanos (Elena, 1987).

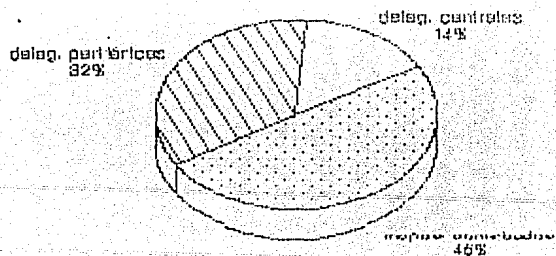
Principales Estados abastecedores de alimentos a la ZMCM.



Fuente: Sed. de la FUAZ, 1997.

Figura 17. Estos Estados aportan el 70% de la producción hortícola que ingresa a la Central de Abasto.

Figura 18. Distribución de la población en delegaciones y municipios



FASES DE CONURBACION

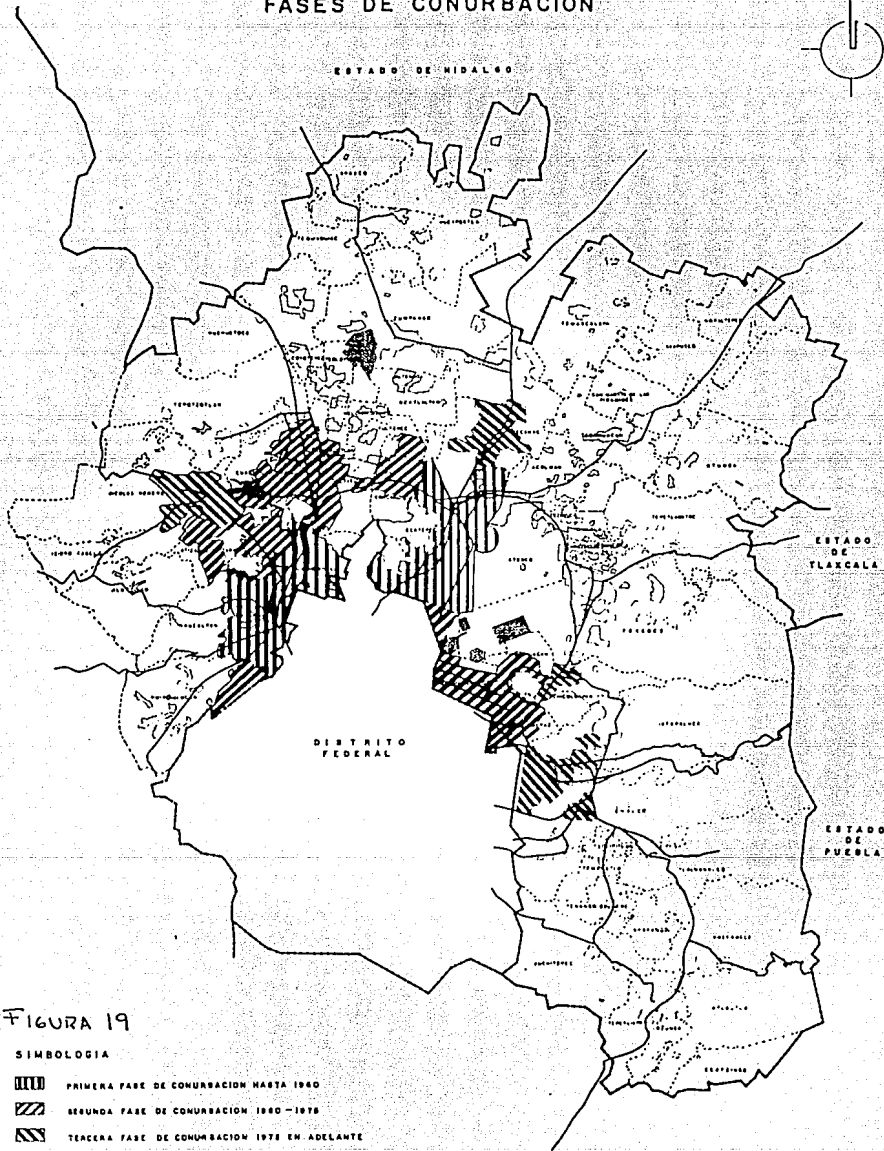








FIGURA 19

SIMBOLOGIA

-  PRIMERA FASE DE CONURBACION HASTA 1940
-  SEGUNDA FASE DE CONURBACION 1940 - 1978
-  TERCERA FASE DE CONURBACION 1978 EN ADELANTE
-  CUERPOS DE AGUA
-  LIMITE ESTATAL
-  LIMITE MUNICIPAL

CUADRO 3
EQUIPAMIENTO URBANO EN RELACION CON LA POBLACION
EN DIVERSAS ZONAS DE LA HCM

.Zona ¹	Area equipada	Población
central	16.68%	13.2%
interiores	9.89%	31.2%
2a conurbación	5.14%	39.4%
metropolizada	3.66%	16.2%
urbana continua	7.45%	100%

El desarrollo de la ZMCM en el Estado de México (Figura 19) se llevó a cabo, en un 78%, sobre tierras de carácter público (ejidal, comunal y estatal) (Schteingart, 1981)

Esta expansión urbana ha tenido severos efectos en los usos del suelo. A reserva de encontrar más detalle en el capítulo IV de esta tesis, queremos apuntar que la reducción de los espacios naturales es un proceso irreversible en gran parte de la cuenca. Podemos observar que los suelos destinados a actividades urbanas han aumentado, de 1970 a 1984, en más de 631 km², mientras que los bosques, las zonas agrícolas, los pastizales y los cuerpos de agua han visto mermada su cobertura en -130 km², -709.71 km², -191 km² y -9 km² respectivamente.

El caso más dramático está representado por la retracción de los lagos. Todavía en el siglo XVI estos ocupaban una superficie de alrededor de 1000 km², con profundidades de

¹ Central: abarca las 4 delegaciones centrales Cuauhtémoc, B. Juárez, M. Hidalgo y Carranza; interiores: comprende Azcapotzalco, G.A. Madero, A. Obregón, Coyoacán, Iztacalco e Iztapalapa; 2a conurbación: incluye Naucalpan, Tlalnepantla, Ecatepec, Metztahuacoyotl, N. Contreras, Tlalpan y Xochimilco; Metropolizada: Cuajimalpa, Tlahuac, Chalco, Iztapaluca, La Paz, Chimalhuacán, Chicoloapan, Tecasac, Coacalco, Tultitlan, Cuautitlan, C. Izcaltli, N. Rosero, Atizapán y Huixquilucan.

EVOLUCION DE LA ZONA LACUSTRE

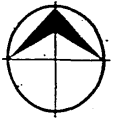
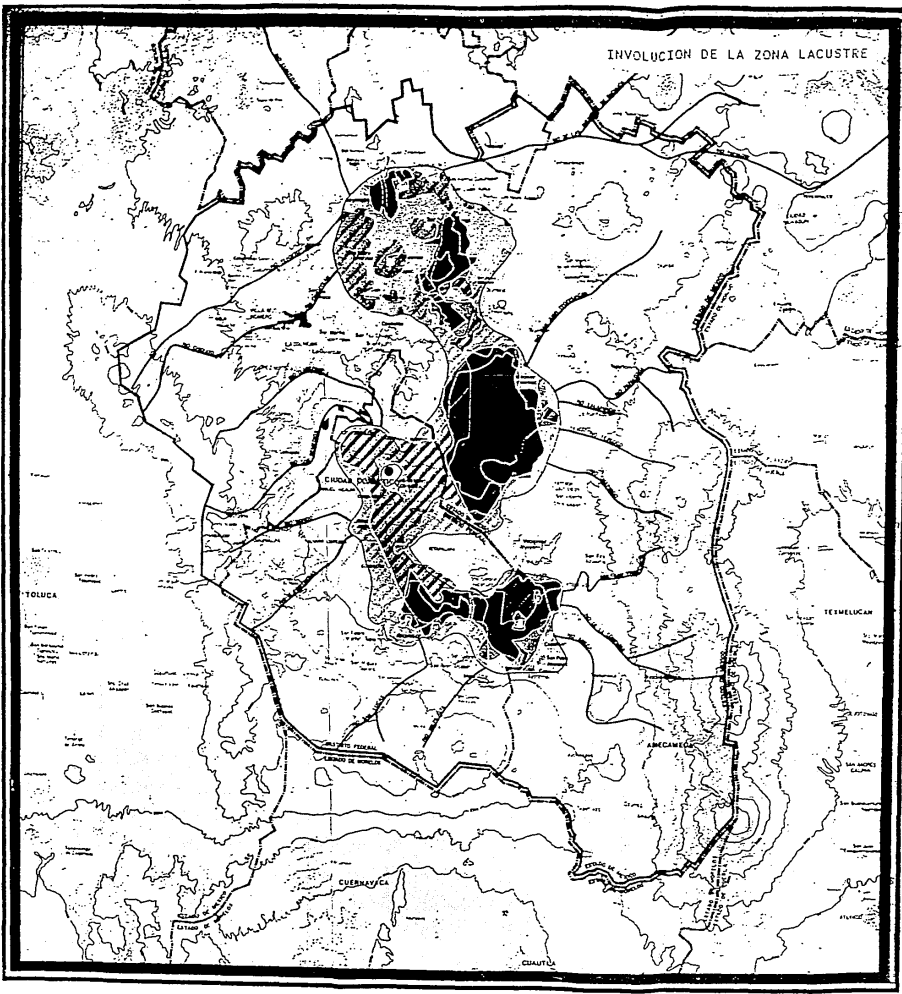


FIGURA 20

SIMBOLOGIA

- LINEA LIMITE
- LINEA ZONA REPRODUCCION
- CAMPO DE AGUA EN 1571
- ▨ CAMPO DE AGUA EN 1717
- CAMPO DE AGUA EN 1842
- TENDENCIA
- PROYECTO TENDIDO
- RIOS



entre uno y tres metros (López Reséndez, 1997; Palerm, 1990). Hoy solo quedan pequeños vestigios (Figura 20).

La ZMCM se asienta en un espacio de gran actividad sísmica (Figura 21). Existen registros de movimientos telúricos desde épocas prehispánicas. En la actualidad, el reemplazo del espacio lacustre por la urbe, así como la explotación de los acuíferos ha magnificado los impactos de estos movimientos. Los terremotos de 1985 fueron una especie de radiografía de la relación de la ciudad con su ambiente, en especial con el agua, y mostraron cuán desequilibrada es esta interacción.

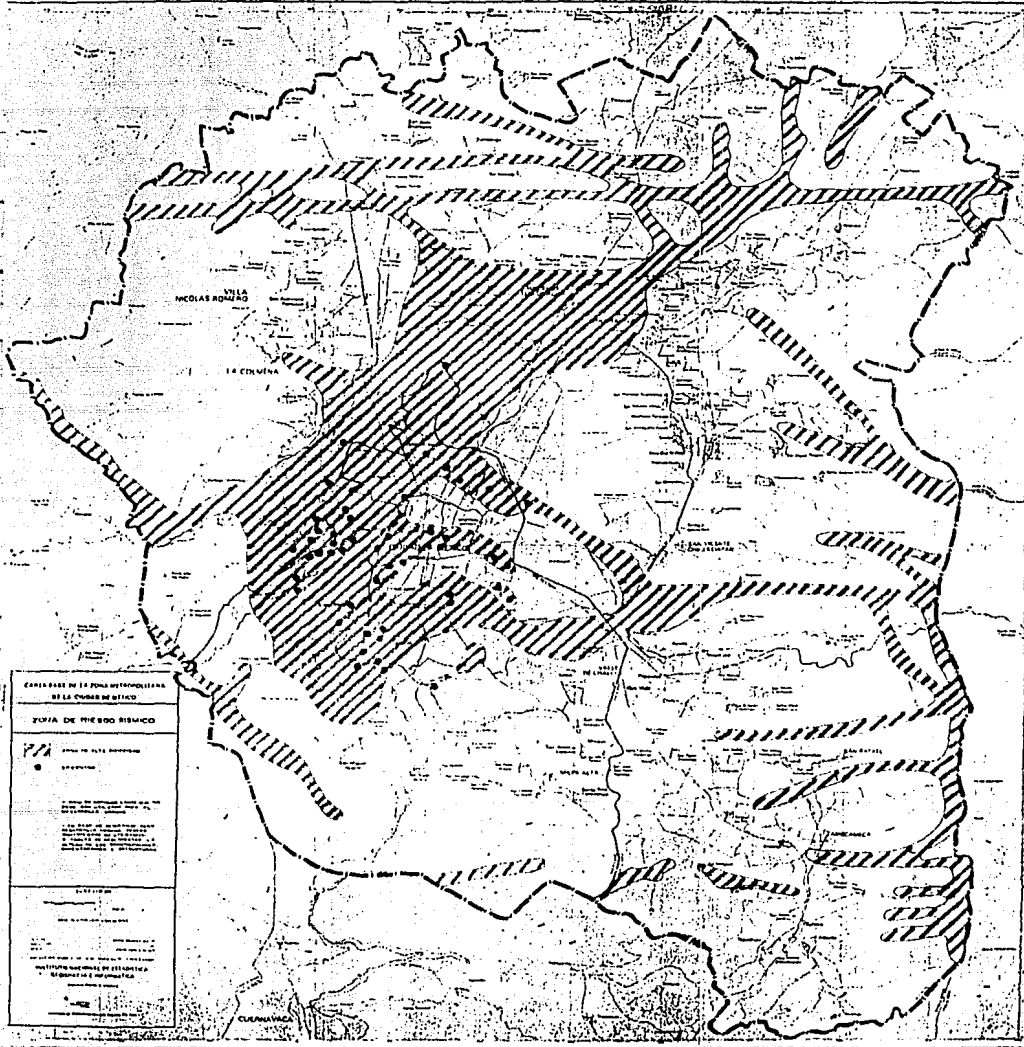
En la actualidad existen diversas regulaciones para impedir el desmedido y desorganizado crecimiento de la ciudad (Figura 22), desgraciadamente, estas disposiciones se ven rápidamente rebasadas ante la incesante presión de los habitantes para encontrar un espacio donde vivir.

La movilidad en la urbe: coches, calles, metro, ejes viales, camiones...

La red vial está compuesta por 146 km de vías de acceso controlado (periféricos, viaductos), 227 km de vías rápidas (ejes viales) y el resto de vialidades primarias y secundarias, en total suman más de 40,000 km de calles, avenidas, etc. (Legorreta, 1988).

Según el Consejo del Área Metropolitana (1989), en la ZMCM se realizan 18.5 millones de viajes/persona/día, de los cuales 30.2% en el Distrito Federal y el 69.8% restante en

FIGURA 4 ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO



CARTA BASE DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO

ZONA DE INTERIO RESUMICO

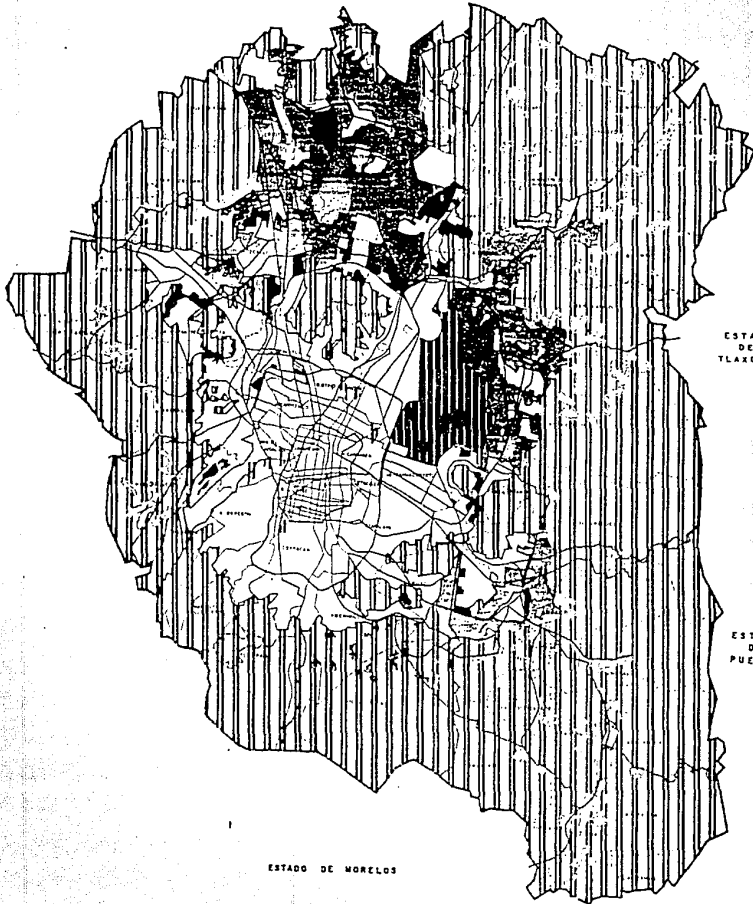
ZONA DE INTERIO RESUMICO
 RESUMICO

LEYENDA
 - Línea de zona metropolitana
 - Línea de zona de estudio
 - Línea de zona de interio resumico
 - Línea de zona de estudio resumico

NOTAS
 - La zona de estudio resumico se define por la línea de zona de estudio resumico.
 - La zona de interio resumico se define por la línea de zona de interio resumico.
 - La zona de estudio resumico se define por la línea de zona de estudio resumico.
 - La zona de estudio se define por la línea de zona de estudio.

FIGURA 22

AREA URBANIZABLE Y
AREA NO URBANIZABLE



ESTADO
DE
TLAXCALA

ESTADO
DE
PUEBLA

ESTADO DE MORELOS

SIMBOLOGIA TEMATICA

AREA URBANIZABLE

- ▭ AREA URBANA
- ▨ MESOPLOS TEMPORALES
- ▧ LIMITE DE CRECIMIENTO URBANO

AREA NO URBANIZABLE

- ▨▨▨ AREA SUJETA A UNA POLITICA DE INCENTIVO A LAS ACTIVIDADES ASROPORCIANAS, RE-CREATIVAS, DE PRESERVACION ECOSOLUCIA Y SUJETA A ALTA RESTRICION A LA IMPLANTACION DE USOS URBANOS.
- ▭ AREAS AGRICOLAS DE ALTO RENDIMIENTO (DISTRITOS DE RIEGO) SUJETA A ALTA RESTRICION A LA IMPLANTACION DE USOS URBANOS.
- ▭ VALLEDES PRINCIPALES
- ▭ CUERPOS DE AGUA
- ▨▨▨ PROPRIANAS VADO DEL LADO DE TEXCOCO
- ▭ LIMITE DE ZONA METROPOLITANA
- ▭ LIMITE MUNICIPAL

NOTA:
Este límite de crecimiento urbano se refiere a una línea de desarrollo urbano prevista en el Plan de Desarrollo de la Zona Metropolitana de Puebla en el marco de la Política de Ordenamiento del Territorio y el Uso del Suelo de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda.

las 17 ciudades periféricas del Estado de México. En éstas, más del 60%, se hace en dirección al Distrito Federal.

El metro capta alrededor del 17.8% de los viajes/persona/día, Ruta 100 el 27.23% , taxis y colectivos el 19.9%, trolebus y tren ligero el 3.2%, autobuses suburbanos el 13.8%, el 17.8% restante se realiza en transportes privados (Figura 23. Cuadro 3). En contraste la planta vehicular está conformada en un 80% por automóviles particulares, 15% camiones y motocicletas y 5% corresponde al transporte colectivo incluidos el metro y el tren ligero (Granillo, 1987) (Figura 24).

CUADRO 3
Modos de transporte en la ZMCM

modo de transporte	pasajeros millones	porcentaje
Ruta-100	6.7	27.23
Taxis y colectivos	4.9	19.9
Metro	4.4	17.8
Privado	4.4	17.8
Autobús suburbano	3.4	13.8
Trolebús y tren ligero	0.8	3.2
TOTAL	24.6	100

Fuente: CAM, 1989.

El metro cuenta con 1982 unidades en servicio, realiza 5,312,700 viajes/convoy y transporta a 1,542,934 pasajeros a través de sus 141 km de longitud de servicio (INEGI, 1990) (Figura 25).

Los transportes de superficie agrupados en Ruta-100 transportan alrededor de 1,405,300 de pasajeros con un promedio de 2775 unidades en servicio al día. La longitud total de las rutas en un sentido es de aproximadamente 3531

Como se transporta la población en la ZMCM

Figura 23.

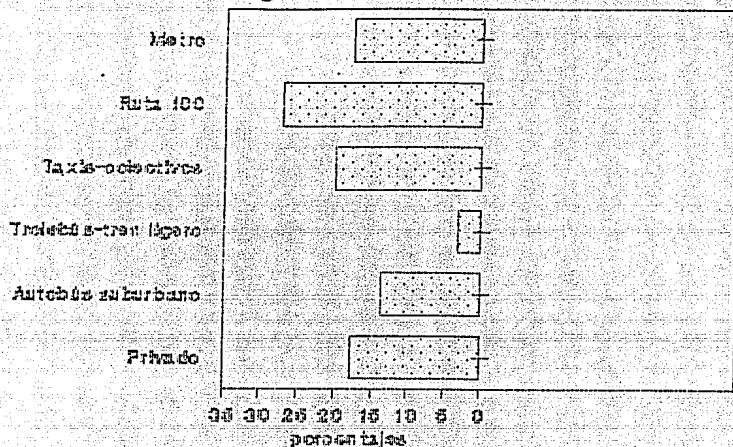
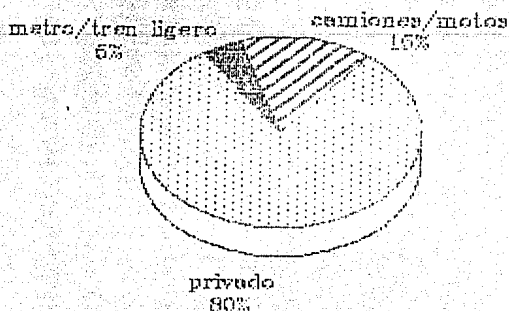


Figura 24. Distribución del parque vehicular en la ZMCM



km, lo cual equivale casi a la mitad de lo que cubría en 1987 que eran 7349 km. (INEGI, 1990) (Figura 26).

En la ZNOM se efectúan casi 22 millones de viajes/persona/día y el tiempo promedio empleado en transportarse puede llegar hasta 4 horas en transporte público; la velocidad promedio de circulación en superficies es de 15 km/h. (Granillo, 1987).

Estos procesos de acumulación y concentración excesivos (demográficos y económicos) han conllevado a la expansión territorial de la ciudad y como consecuencia una mayor necesidad de transportación. Desgraciadamente, el uso intensivo del automóvil lo convirtió en un importante estructurador espacial del territorio mediante la dinámica impuesta por el crecimiento de la infraestructura vial (Legorreta, 1988).

Respecto a la población vehicular los números varían de manera considerable. SEDUE dice que es "superior a los 2 millones de unidades". Tenemos los datos de Tolvía Meléndez (1982) en los que la calcula "aproximadamente en 2, 200,000 unidades" para 1981, con "una tasa histórica de crecimiento de aproximadamente el 12% anual". En algunos documentos de trabajo de la Comisión de Conurbación del Centro del País (CCCP) se señalan tasas de crecimiento del 6% y del 10%. Si tomamos como base los datos de Tolvía para 1981, y aplicamos las diversas tasas de crecimiento obtenemos para 1989 la cantidad de 5,521,398 al 12% anual; 5,413,135 al 10% anual; y 3,554,201 al 6% anual (Cuadro 4).

METRO: pasajeros transportados por línea 1989

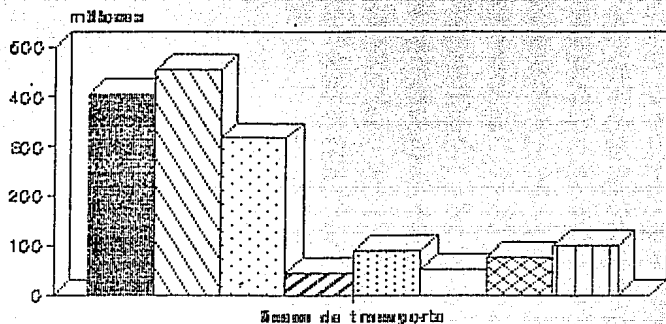


Figura 25. **1989** 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 otas/cent. auto/bus T/Wal/ NOL/BA Pol./pan Ros/NO Ros/SA Pan/Tbo

millones.

Ruta-100 relación kilómetros pasajeros evaluación de tres años

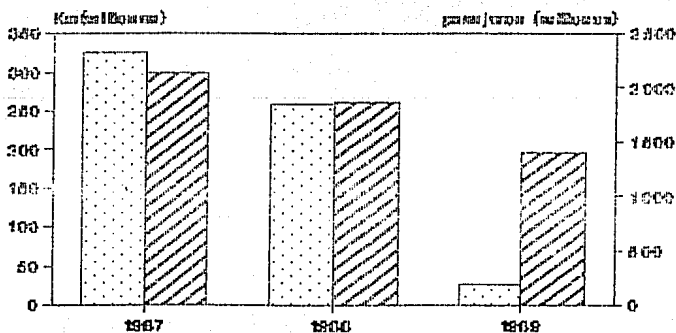


Figura 26. **1987** **1988** **1989**
 km recorridos pasajeros

CUADRO 4
INCREMENTO DEL PARQUE VEHICULAR
APLICANDO DIFERENTES TASAS DE CRECIMIENTO

Tasa	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
6%	2230000	2363800	2505628	2655968	2815324	2984243	3163298	3353095	3554201
10%	2230000	2453000	2742900	3071602	3440150	3852963	4315318	4833158	5413135
12%	2230000	2497600	2797312	3132989	3508948	3930022	4401825	4929820	5521388

Independientemente del número real de automóviles, estos son fuente generadora, en porcentajes elevados, de diversos contaminantes. Cuando se instauró la medida de "un día sin auto", señalábamos "[que] significa una reducción real diaria del 20% del parque vehicular, sin embargo, esto puede verse rebasado rápidamente y volver a los números de antes de la aplicación de dicha medida. Se está "comprando" tiempo, lo cual debe ser aprovechado para instaurar otro tipo de medidas de más largo plazo y efectos más profundos como puede ser la ampliación y ordenación del transporte público eléctrico." (Inaz, 1989).

Efectivamente el programa se ha visto desbordado, y hoy sufrimos niveles de contaminación realmente preocupantes. Ciertamente, no ha habido una reestructuración del transporte público eléctrico.

Por el contrario, el sistema automotor público realiza el 80% de los viajes/persona/día (4,000 unidades de la R-100, 420 servicio de taxis, 8200 autobuses suburbanos del Edo. de Mex. y 130,000 "pasajeros". Lo que hace del sistema un

pronto remplazo de este sistema por medios menos agresivos contra el ambiente tales como los eléctricos, solares, u otros.

Como se observa en la Figura 27, las peseras, taxis, Ruta-100 y autobuses suburbanos mueven más del 74% de los pasajeros que se transportan en medios colectivos. Inclusive es notorio un decremento en el número de unidades de Ruta-100 y un incremento de la presencia de las "peseras", las cuales resultan mucho menos eficientes en términos de viaje/pasajero/energía.

La basura: agudo problema de este conglomerado humano.

A diferencia del primer mundo, nuestro país, al igual que muchos otros, maneja sus desechos de manera prácticamente manual, a través de una amplia red de "trabajadores de la basura" y "ciudades en los basureros" generando lo que se ha denominado como "sociedad de la basura".

En la ciudad de México se produce 1 kg de basura al día/habitante; lo que nos da un volumen aproximado de entre 19 y 20 mil toneladas a manejar diariamente. Se calcula que existen 2 mil unidades de recolección capaces de transportar 3 toneladas por viaje (Castillo, 1990). Esto quiere decir, que para recolectar toda la basura estos camiones deberían hacer mas o menos, 6300 viajes, suponiendo que todos están en servicio permanente.

Al igual que en otros aspectos de infraestructura urbana, existen diferencias entre el E.F. y los municipios de la zona.

así como entre estos últimos. En el D.F. se cuenta con equipo de barredoras, camiones compactadores, trailers, etc, en Ciudad Satélite la basura se maneja a través de contenedores y en Ciudad Netzahualcóyotl se mueve através de carros tirados por personas o por animales.

Desgraciadamente hay poca información de la situación de la basura en términos de producción y manejo en los municipios conurbados, por lo que nos centraremos en la problemática del Distrito Federal, la cual en muchos casos es reflejo, generalmente más benéfico, de lo que ocurre en las otras partes de la cuenca.

La "sociedad de la basura" como la denomina Castillo (1990), comienza desde que el barrendero de la calle recoge la basura en sus carritos, o bien el camión la recoge en el domicilio. Desde aquí se inicia una cadena de "gratificaciones" que llegan hasta la entrada misma del tiradero. Ahí, en estas ciudades sobre la basura, existen clasificaciones por zonas en función de la "calidad de la basura", donde mediante módica suma, se seleccionará a quien ahí podrá pepenar.

Restrepo y colaboradores (1991) señalan que, aunque teóricamente se podría recuperar hasta un 50%, en la ZMCM sólo un 3% de la basura que se genera en los hogares es reutilizada; un 15% es recuperada por los empleados del sistema de limpia y entre un 15 a 35% por los pepenadores en los tiraderos.

Figura 27

LA RUTA DE LA BASURA

PRODUCCION DE DESECHOS
BASURA URBANA (BU) 35,651 t/dia
HOGAR-OFICINAS-COMERCIOS
ESCUELAS-INSTITUCIONES

DOMESTICA MUNICIPAL (DM)
19,000 t/dia

INDUSTRIAL (I)
16,651 t/dia
NO PELIGROSA 14,153 t/dia
PELIGROSA 2,498 t/dia

NO SE RECOLECTA
25% 6,333 t/dia

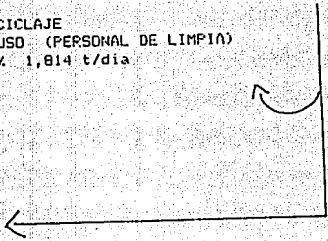
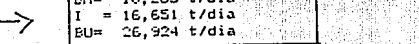
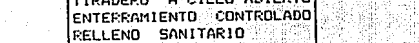
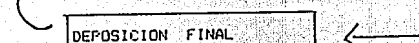
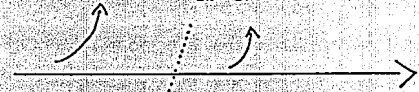
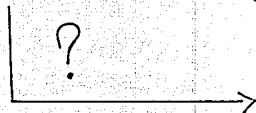
RECICLAJE
REUSO (LOCAL)
3% 570 t/dia

RECOLECTA 12,097 t/dia
CAMIONES
CARRITOS
TRANSPORTE Y TRANSFERENCIA

RECICLAJE
REUSO (PEPENADORES)
15% 1,542 t/dia A
35% 3,599 t/dia

RECICLAJE
REUSO (PERSONAL DE LIMPIA)
15% 1,814 t/dia

DEPOSICION FINAL
TIRADERO A CIELO ABIERTO
ENTERRAMIENTO CONTROLADO
RELLENO SANITARIO
DM= 10,282 t/dia
I = 16,651 t/dia
BU= 26,924 t/dia



López (1990) resume el manejo de los desechos sólidos como la generación y acumulación, su recolección, transporte, transferencia y acumulación. Es a raíz de la acumulación de los desechos donde comienzan los problemas ambientales (Figura 28).

Cuando la basura se deposita (tira al aire libre o entierra) sus componentes interactúan entre sí y con el medio, generando procesos de contaminación en suelos, agua y aire.

Entre los elementos más conocidos y peligrosos se encuentran los productos de la disolución en agua de sustancias alcalinas. El agua de lluvia, de corrientes superficiales o contenida en los propios desechos, se filtra a través de la basura acidificándose. Esta agua alcalina se percola disolviendo elementos y compuestos conformando una solución altamente contaminante generalmente de color café, llamada lixiviado.

La toxicidad de los lixiviados no sólo depende de la presencia de elementos tóxicos en el tiradero. Algo tan cotidiano como los residuos de detergentes, cosméticos, periódicos (por las tintas y ácidos usados en la preparación del papel), limpiadores de baños y cocinas, etc. contienen sustancias tóxicas (Restrepo, et al. 1991).

En estudios recientes, Nilson (1991) destaca la presencia de elevados niveles de toxicidad en mantos freáticos producto de la percolación de los lixiviados de tiraderos de basura doméstica. Se han registrado niveles importantes de toxicidad.

aluminio, plomo, manganeso, fósforo, potasio, fosfatos, compuestos clorados solubles, paratión etílico y herbicidas (2-4D).

Como se percibe en el Cuadro 6, después de los desechos orgánicos 49.5%, el principal componente de la basura son los papeles 19.5% (le agregamos el cartón), seguidos por los vidrios 8.3%. Los plásticos, el villano preferido, sólo suma el 4.5%. En referencia a los procesos de desintegración, es decir la capacidad de ser biodegradados, Wilson (1991) ha encontrado que en los tiraderos con enterramiento (rellenos sanitarios o no), los procesos de descomposición son sumamente lentos, llegando a la conclusión de que en realidad esto no debiera asombrarnos, sino que lo que es realmente increíble, es que en condiciones, de casi nulo oxígeno, realmente algo llegue a degradarse.

CUADRO 6
Composición de la basura
doméstica de la Ciudad de México
(López, 1990).

COMPONENTE	%
Material orgánico	49.5
Papel	15.3
Vidrio	8.3
Cartón	4.2
Trapo	4.2
Lata	2.8
Plástico en película	2.7
Hueso	1.3
Material de construcción	1.2
Envases tetrapack	1.1
Plástico rígido	1.1
Cuero	1.0
Madera	0.5

Fierro	0.4
Fibras	0.3
Papel estaño	0.1
Polietileno	0.1
Hule espusa	0.1

Otra observación interesante que se desprende de este cuadro 6, es que la mayoría de los elementos que componen la basura doméstica son factibles de ser reciclados. El reciclamiento es uno de los elementos claves en el manejo de la basura. La posibilidad de reducir los volúmenes de desperdicios, además de permitirnos un mejor manejo de los mismos, implica un aprovechamiento más cabal de los elementos que nos da la naturaleza o que el hombre produce.

Los basureros de la ZMCM

En el D.F. existen dos tiraderos a cielo abierto oficiales, y en los municipios conurbados 17. Los del D.F. son el de Santa Catarina, al este de la ciudad, el cual abarca 60 ha y el de Santa Cruz al oeste, mide 83 ha.

En los municipios conurbados operan los tiraderos de Atizapán de Zaragoza, Chalco, Chicoloapan, Coacalco, Cuautitlán Izcalli, Cuautitlán de Romero Rubio, Ecatepec, Naucalpan, los Reyes, Tultitlán, Chimalhuacán, Huixquilucan, Tlalnepantla, Villa Nicolás Romero, Tepozotlán, Amecameca y Texamac.

En los tiraderos a cielo abierto la basura simplemente se deposita y se va acumulando tanto en espesor como en extensión. Aquí los desperdicios no reciben ningún tipo de

tratamiento. Son permanente fuente de contaminación del suelo, el agua y el aire, así como espacios propicios para la proliferación de fauna nociva.

Otro tipo de disposición es a través de enterramiento controlado, que no relleno sanitario, el cual consiste en poner la basura en un área pequeña, extenderla, comprimirla y cuando alcanza una altura de 2 metros aproximadamente, se tapa con tierra. Este método evita la dispersión de la basura y los malos olores, la formación de bolsas de gases altamente inflamables, producto de la descomposición de la materia orgánica.

En la Zona Metropolitana existen los tiraderos de relleno controlado de Bordo Xochiaca, en Cd. Netzahualcóyotl; Prados de la Montaña, (cerca del ex basurero de Santa Fe); y el Bordo Poniente propiedad del Proyecto Lago Texcoco (López, 1990).

La disposición de desechos, ya sea a cielo abierto o en enterramiento controlado, son fuente permanente de contaminación a través del biogás que se produce en los procesos de descomposición y los lixiviados. La vida "tóxica" de un basurero no concluye cuando este es clausurado, especialistas señalan que es necesario un monitoreo, de al menos cincuenta años una vez terminada su vida útil. Este seguimiento debe hacerse en el control de lagunas de lixiviados, acumulación de gases y chequeo de pozos o acuíferos.

La única posibilidad de atacar el problema de la basura es la de verlo como un proceso integral que surge desde el momento de la producción de los desechos mismos. Uno de los elementos claves es la capacidad de reaprovechamiento y reciclaje lo cual redundaría en una disminución efectiva de los volúmenes a depositar en un tiradero.

La sociedad de la basura es otro de los graves problemas a enfrentar. Por una parte, el negocio de los pepenadores impide la organización de tiraderos que realmente cumplan con las condiciones de relleno sanitario. El sistema de propinas a los jefes anula el control sobre el tipo de basura que se deposita mezclando basuras domiciliarias con aquellas de origen industrial.

La situación actual en el manejo de los desechos, desde la recolección hasta la disposición, es otro de los graves problemas que enfrenta la ZMCM. La basura es un elemento más que se suma a la contaminación de acuíferos, del aire y de los suelos.

Apuntes sobre los Municipios conurbados del Estado de México.

La idea de hacer este pequeño apartado, es fundamentalmente la de agrupar una serie de datos e informaciones, que nos permitan tener un panorama general de la situación de los municipios conurbados, en relación a la metrópoli y al propio Estado al que pertenecen.

Los Municipios conurbados del Estado de México agrupan básicamente un conjunto de diecisiete ciudades incorporadas a la vida metropolitana

Este sistema concentra el 63% de la población y el 90% de la actividad productiva estatal.

Los municipios conurbados se ubican en el Valle Cuautitlán- Texcoco que abarca una extensión de 5915 km² y que define los límites de la Cuenca de México, al mismo tiempo que los de la Zona Metropolitana. Esto es: al oriente la sierra de Las Cruces, al norte la de Hidalgo, al sur las del Ajusco-Chichinautzín y al oriente la sierra Nevada, Rodeando por completo al Distrito Federal.

Los suelos son básicamente lacustres, de aluvión y de sedimentación de cenizas volcánicas de alta capacidad agrológica. El uso urbano del suelo se ha desarrollado en la zona central de la cuenca ocupando alrededor de 560 km² de superficie, lo que significa el 9.8% del total del Valle Cuautitlán- Texcoco (PEDU, 1986) (Figura 23).

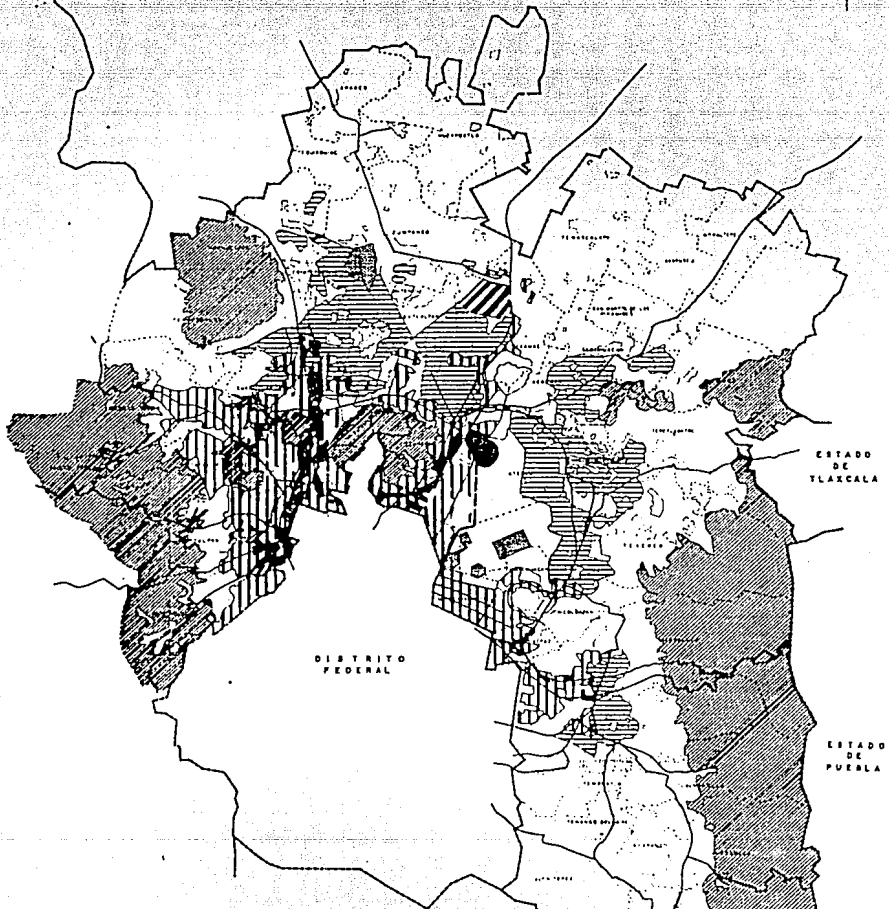
La agricultura de temporal se localiza básicamente, en el Nororiente y Sureste y la de riego se ubica al Norte y al oriente. Las zonas boscosas se extienden en el oriente en la sierra Nevada y al poniente en la sierra de las Cruces, con bosques de Pinus y Abies.

En términos de uso urbano del suelo, el crecimiento de las diecisiete ciudades periféricas está constreñido por las fuertes pendientes, por la vocación agropecuaria de los suelos, por las zonas inundables, etc.










USOS ACTUALES DEL SUELO

FIGURA 28

ESTADO DE HIDALGO



SIMBOLOGIA

-  AREA URBANA ACTUAL
-  USO INDUSTRIAL
-  AREA DE EQUIPAMIENTO ESPECIAL
-  AREA DE PRESERVACION ECOLÓGICA
-  AREA AGRICOLA DE RIEBO
-  CUERPOS DE AGUA
-  LIMITE DEL AREA URBANA ACTUAL
-  LIMITE ESTATAL
-  LIMITE MUNICIPAL

De manera específica los espacios afectados por estas causas son:

↳ Las áreas urbanas de Huixquilucan, Naucalpan, Atizapán de Zaragoza, Nicolás Romero, Tlalnepantla, Ecatepec, Coacalco y Tultitlán se ven afectadas por los suelos escarpados y la accidentada topografía de las Sierras de las Cruces y de Guadalupe.

↳ Los espacios donde el suministro de agua potable es casi imposible se registran en la cota de 2280-2500 msnm.

↳ Zumpango, Huehuetoca, Tultepec, Melchor Ocampo, Cuautitlán y Tecamac al norte; al oriente Atenco, Acolman y Texcoco; y al suroriente Chalco son zonas de riego de alta productividad que están siendo valocemente urbanizadas.

En cuanto a hidrológia, en el norte del Valle Cuautitlán-Texcoco se concentran la mayoría de los cuerpos de agua permanentes. De entre los cuerpos y corrientes de agua más importantes asociados a las diecisiete ciudades periféricas podemos mencionar el Río Tlalnepantla, el Río de los Remedios, el Río de la Compañía, el Lago de Guadalupe, la Presa Madín, la Laguna de Zumpango y la Laguna de la Concepción. Todos ellos son utilizados como tiraderos de desechos, y como sistema de drenaje, por lo que presentan elevados índices de contaminación.

El servicio de agua potable es altamente desigual. Mientras que en algunos municipios se alcanza una cobertura de más de 90% como es el caso Tlanepantla, Netzahualcóyotl,

Coacalco, Ecatepec, Chicoloapan y Cuautitlán Izcalli. En otros es apenas del 20% como en Chalco (PEDU, 1986).

El drenaje y alcantarillado, es igualmente desequilibrado. En Chalco, al ser la zona más baja de la cuenca no tiene ninguna salida natural y presenta evidentes problemas para desalojar las aguas residuales.

En el valle habitan alrededor de 11.5 millones de habitantes con una densidad bruta de 134 hab/ha. Evidentemente esta densidad no es homogénea, ya que en el municipio de Netzahualcóyotl se presenta una densidad de 383 hab/ha., mientras que en el de Nicolás Romero esta es de 46 hab/ha. (PEDU, 1986).

CUADRO 5

Dinámica Demográfica del Valle Cuautitlán-Texcoco
1950-2000 (miles de habitantes).

	1950	1960	1970	1980	1990	2000
17 Cds Perif.	201	492	2 118	5 098	10 500	16 000
Total	473	829	2 594	5 808	11 536	17 500

En lo que respecta a áreas verdes, en las 17 ciudades periféricas existe una gran carencia de estos espacios como parte del diseño urbano. Se calcula una proporción de 0.034 m² de áreas verde por habitante. Es importante señalar la potencialidad de los espacios naturales circundantes, como elementos de conservación de germoplasma y lugares de esparcimiento. En el capítulo referente a la flora y la

fauna se hace un breve análisis de la situación de algunos de estos espacios.

Así mismo, se destaca la presencia de numerosos terrenos considerados "baldíos" (2491 ha. PEDU, 1986), los cuales podrían destinarse a elevar esta precaria tasa de Áreas verdes al interior de estas ciudades.

Cultura, ciudad y ecología.

La historia Ecológica de la Cuenca está ligada a la historia de su poblamiento. Las transformaciones que ha sufrido el lecho lacustre han sido una constante a través del tiempo. Sin embargo, podemos señalar cuatro periodos o etapas de transformación de las relaciones de los moradores con el entorno.

La primera la referimos a la época previa a Teotihuacán, así como al auge de este mismo asentamiento, y sus contemporáneos.

La segunda se enmarca en el establecimiento y evolución de la gran México-Tenochtitlan. El desarrollo de complejos sistemas hidráulicos para el manejo y control de las aguas de los lagos, la agricultura de Chinampa, de terraced, etc dan una nueva imagen a la Cuenca.

La tercera abarca la caída del imperio mexica en manos de los españoles. Esto trae como consecuencia una nueva relación de la Ciudad con el entorno, particularmente con las aguas. El nivel de los lagos comienza a descender, se introducen nuevos cultivos y animales traídos por los

conquistadores. La demografía indígena sufre un severo colapso. Nuevamente, la Cuenca cambia su aspecto.

La cuarta etapa es quizás la más dramática en cuanto a transformación del paisaje ecológico y en la cual se desata la crisis ambiental actual. Desaparece el lecho lacustre, el ciclo hidrológico está totalmente modificado, grandes extensiones de suelo han sido sustituidas por asfalto, otras se encuentran en graves procesos de erosión, los cerros y laderas están severamente desmontados, numerosas especies animales y vegetales han desaparecido, la calidad del aire es mala, el abasto de agua potable para los moradores es cada día un nuevo acertijo. Esta etapa la iniciamos en los finales de los cuarentas donde se toman las medidas que generarían la descapitalización del agro mexicano y la emigración de los campesinos a las ciudades, en particular la capital del país y la prolongamos hasta la actualidad.

Se antoja, incluir una quinta etapa para diferenciar el lento crecimiento urbano de los cincuentas y parte de los sesentas, con el veloz proceso de gigantismo desatado en los finales de los sesentas y las décadas de los setentas y los ochentas. Sin embargo, nos parece que el aceleramiento del crecimiento de la ciudad, con el agravamiento de sus consecuencias, tiene origen en esta política de abandono de las zonas rurales y la centralización de poder, de servicios, de industrias, etc. en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

El transporte automotor se identifica como un elemento modificador y modelador de la nueva fisonomía urbana, donde conviven zonas residenciales con elevada infraestructura y equipamiento urbano, con hacinamientos de lámina y cartón.

La ZMCM alberga a una población de escasos recursos donde el 70% apenas percibe ingresos para subsistir. Esta situación prefigura una condición difícil en cuanto a desarrollo y equipamiento urbano. Las posibilidades de recaudar dinero a través de elevar los gravámenes a los servicios de la población, puede resultar una medida contraproducente al obligar a abandonar predios ya establecidos, para ir a colonizar nuevas áreas en las cuales aún no se cubren, ya que no existen, los servicios urbanos. Es la falta de planeación y previsión la que ha colocado a la Zona Metropolitana en una situación difícil. La sustitución del transporte eléctrico por el automotor; la adecuación de la vialidad para el transporte privado; la producción de la gasolina Nova Plus, que si bien redujo las emisiones de plomo a la atmósfera, ha traído secuelas bastante serias, son errores que se han sumado para agravar la situación.

- * Una revisión extensa se encuentra en el Capítulo 2
- * No se toman los datos del Censo 1980 por no concordar con ninguna de las predicciones oficiales y no oficiales, en cuanto a incremento poblacional.
- * Central: abarca las 4 delegaciones centrales Cuauhtémoc, B. Juárez, M. Morelos y San Mateo Coahuila.

Azcapotzalco, G.A. Madero, A. Obregón, Coyacacán, Iztacalco e
Iztapalapa: 2a conurbación: incluye Naucalpan, Tlalnepantla,
Ecatepec, Netzahualcoyotl, M. Contreras, Tlalpan y
Xochimilco; Metropolitizada: Cuajimalpa, Tlahuac, Chalco,
Iztapalapa, La Paz, Chimalhuacán, Chicoloapan, Tecamac,
Coacalco, Tultitlan, Cuautitlan, C. Izcalli, N. Romero,
Atizapán y Huixquilucan.

NO HAY
HOJA

No. 90

EL HABITAT URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO

CAPITULO IV

EL REEMPLAZO DE LOS ECOSISTEMAS POR EL SISTEMA URBANO.

IV.1 La naturaleza en los espacios urbanos.

Debido a los procesos de urbanización la vida silvestre se ha visto afectada e incluso muchos organismos han desaparecido de las ciudades y sus alrededores. La urbe ha devenido en un espacio hostil a la naturaleza en donde los elementos naturales que permanecen son simplemente tolerados, o aún menos.

Si los elementos naturales fuesen reconocidos y respetados y si la naturaleza (flora y fauna nativas, suelo y agua) se mantuviera en cantidades significativas, el medio sería más diverso y la ciudad, como totalidad, estaría mejor balanceada, y el sistema tendería a equilibrios menos precarios que los actuales.

Las áreas o espacios verdes pueden incluir cualquier superficie ocupada por vegetación herbácea, arbustiva o arbórea, con alta o baja densidad y extensión variable. Poseen un inegable valor educativo por ser el único contacto cotidiano de los ciudadanos con la flora y la fauna, silvestre o cultivada.

Estos espacios cumplen con diversas funciones según su tamaño y ubicación. Los espacios incorporados que conforman prácticamente todo el espacio libre, no urbanizado, del Área que comprende la ZMCM son espacios indispensables para mantener un equilibrio entre las necesidades de la sociedad y los recursos naturales; para la preservación y acumulación de germoplasma animal y vegetal; como captadores de agua para el reabastecimiento de los acuíferos; como fuentes de humedad; como barreras contra el polvo y los vientos; como elementos estéticos, como amortiguadores de ruido, etc.

Los espacios verdes pueden agruparse en los siguientes tipos o categorías con base en criterios tales como cobertura vegetal (herbácea, arbustiva o arbórea); área (forma y extensión); uso (recreativo, científico, ecológico, etc.); origen de la vegetación (nativa, introducida); interacción con el entorno (Guevara et al., 1988)

a) Parques y Jardines. Extensiones de tamaño mediano o pequeño donde se combinan macizos arbolados con zonas de pasto. Las especies que ahí se encuentran son generalmente cultivadas (nativas y exóticas). Son los espacios más comúnmente identificados como Área verde y se encuentran esparcidos a lo largo de las zonas urbanas. Su influencia ambiental es local ya que está condicionada a su extensión. Constituyen zonas de refugio para fauna urbana y silvestre, juegan un importante papel como centros recreativos, cumpliendo así una función social básica de lugar de reunión para los habitantes de la zona. Son elementos esenciales en

la conformación del paisaje urbano. La presencia de estos espacios, así como su configuración dependen directamente del ser humano.

b)Glorietas y camellones. Es quizá el tipo más constante en las ciudades. Están formados por árboles y arbustos de especies cultivadas (nativas y exóticas). Desempeñan una función importante en la modificación de los microambientes de calles y avenidas, sobre todo cuando son dispuestos a manera de cortinas o corredores ya que contienen el paso de los polvos y amortiguan los ruidos. La presencia de estos espacios, así como su configuración también dependen directamente del ser humano.

c)Espacios abiertos con pastos. Son superficies medianas cubiertas por vegetación herbácea, poco frecuentes, destinadas a fines deportivos y recreativos. Ejercen poca influencia en el ambiente urbano, aunque poseen un alto valor recreativo. Al igual que los anteriores, su presencia y configuración dependen directamente del ser humano.

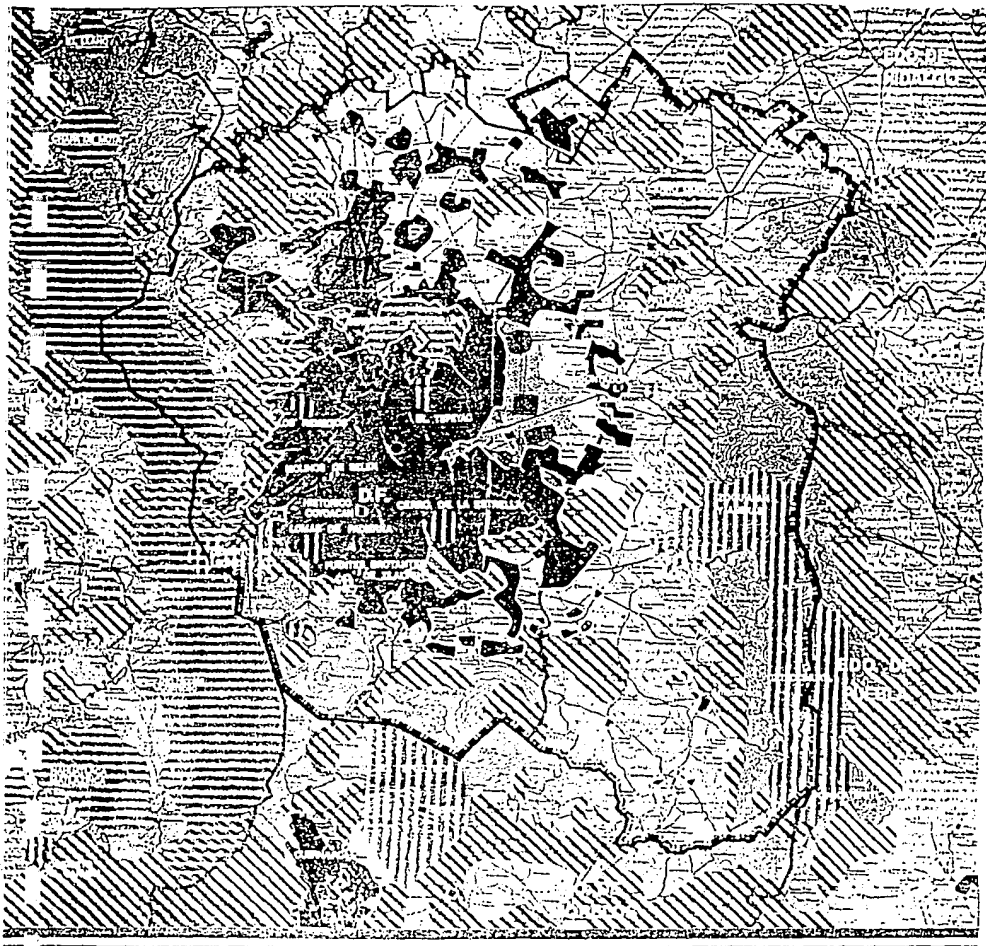
d)Espacios abiertos con vegetación silvestre. Ocupan áreas pequeñas que por lo general presentan especies herbáceas y anuales que pueden ser nativas o no. Ocurren generalmente en lotes baldíos, basureros o zonas abandonadas. La vegetación que recubre estos espacios ayuda a evitar la erosión de los suelos al impedir el levantamiento de partículas de tierra por el efecto de los vientos.

e) Espacios naturales incorporados. Son zonas naturales relativamente grandes (Áreas protegidas: parques nacionales, reservas ecológicas o bosques y parques urbanos) que se conservan dentro o en colindancia con las ciudades. Son lugares de refugio para la fauna y flora nativa que se ven amenazadas por el avance de la mancha urbana, son importantes para la recarga de los acuíferos, la generación de humedad atmosférica y la conservación de germoplasma* (Figura 1).

Según la SEDUE (1983) en el Distrito Federal hay ocho áreas definidas como protegidas incluidas en la categoría de Parque Nacional, aunque bien podrían estar algunas de ellas en la de Parque (bosque) Urbano: Cerro de la Estrella, profundamente deteriorado por el avance urbano; Cumbres del Ajusco; Desierto de los Leones se ha detectado efecto nocivo de la lluvia ácida sobre diversas especies vegetales del estrato arbóreo; El Tepeyac; Fuentes Brotantes de Tlalpan, urbanizado; Histórico de Coyoacán, urbanizado; Lomas de Padierna, urbanizado; y Molino de Belén.

Además, hay una reserva ecológica que pertenece a la UNAM, ubicada en el Pedregal de San Ángel en la zona de matorral de Senecio praecox, que abarca una extensión aproximada de 124 ha. El área original del matorral era de

* PARQUES NACIONALES: superficies mayores de 1,000 ha. con uno o más ecosistemas que no han sido esencialmente alterados. RESERVAS ECOLÓGICAS: superficie variable con uno o más ecosistemas inalterados o sólo parcialmente, que son ejemplos representativos. PARQUE URBANO: superficie relativamente extensa, con paisajes naturales que son una gran atracción para la recreación, se localizan en las proximidades de los centros de población y son de fácil acceso. SEDUE. 1983.



PARQUES NACIONALES ZONA METROPOLITANA C.M.

SIMBOLOGIA

— Limite Estatal

— Limite ZMCM

- | | | | | | |
|---|-----------------|---|----------------|---|------------------|
|  | Parque Nacional |  | Parque Estatal |  | Cultivo Temporal |
|  | Cultivo Riego |  | Pastizales |  | Chinaapas |
|  | Cuerpo de agua |  | Bosques | | |

4,000 hectáreas y contaba con alrededor de 350 especies vegetales. Todavía en 1954, se reportaron 345 especies (Rzedowski, 1954), en 1987 ya no se encontraron 124 especies (Valiente-Banuet y De Luna, 1990).

En el caso del Estado de México, en lo que se denomina Valle Cuautitlán-Texcoco existen 97081.26 hectáreas de parques nacionales, estatales y municipales, correspondiendo un 7.2% a las 17 ciudades periféricas.

Los parques nacionales son El Contador, (34 ha), el Iztaccihuatl-Popocatepetl (25679 ha), Molino de las Flores (78 ha), Sacromonte (10 ha), Zoquiapán y Anexas (10000 ha) y Los Remedios (400 ha.). Este último asociado a la mancha urbana. Entre los parques estatales encontramos al Cerro Gordo (3027 ha), Sierra Patlachique (3123 ha), Sierra de Tepetzotlán (13175), Monte Alto "la bufa" (35000 ha), Atizapán Valle Escondido o Los Ciervos (300 ha.), Parque de los Remedios (329.26 ha), Sierra de Guadalupe (6322 ha). Estos tres últimos asociados a la mancha urbana. De parques municipales existe el de Tlanepntla (4 ha), inmerso en dicho municipio. En cuanto a áreas verdes, juegos infantiles y plazas cívicas, las 17 ciudades periféricas presentan un total de 240.31 ha. (PEDU, 1986).

El crecimiento urbano ha sido tan acelerado y desordenado que estas zonas se han visto severamente afectadas. La sierra de Guadalupe se encuentra deforestada y altamente erosionada, las sierras de las Cruces y Ajusco-Chichinautzin

vegetación y fundamentalmente a su potencial de recarga de acuíferos, así como las zonas agrícolas de Xochimilco y Tláhuac están sufriendo un acelerado proceso de colonización urbana.

Dentro de los bosques o parques urbanos podemos señalar como de suma importancia el de Chapultepec, el de Tlalpan y el de Aragón, los cuales se encuentran totalmente inmersos en la urbe.

En lo que respecta al Distrito Federal, podemos observar que los espacios abiertos destinados a áreas verdes se encuentran, en general, en proceso de deterioro debido a la falta de recursos para su manutención. Las delegaciones que presentan severos déficits de áreas verdes son Atzacapozalco, Alvaro Obregón, Benito Juárez y Cuauhtémoc debido al proceso tan intenso de urbanización poco planificada del espacio, y como esto no es privativo de estas zonas, es probable que este efecto pavimentador termine por sepultar los espacios verdes de la ciudad. Se calcula, como promedio que en el Distrito Federal tenemos alrededor de $3.4m^2$ por habitante y en las 17 ciudades periféricas $0.03 m^2$.

CUADRO 1

Áreas verdes por Delegación en el Distrito Federal

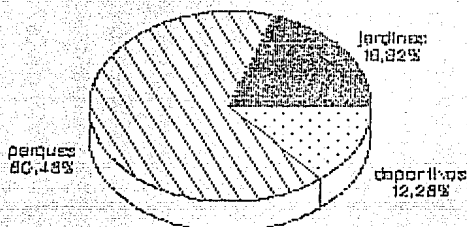
Delegación	habitantes	Áreas verdes	m ² /habit.
A. Obregón	729,572	1'309,815	1.8
Azacapozalco	656,585	999,533	1.5
B. Juárez	578,352	1'024,978	1.7
Coyoacán	705,566	2'541,547	3.6
Cuajimalpa	112,757	539,817	4.8
Cuauhtémoc	847,853	574,250	0.6
G.A. Madero	1'632,659	5'110,168	3.1
Iztacalco	630,779	2'432,680	3.9
Iztapalapa	1'467,300	2'441,883	1.6
M. Contreras	211,103	134,700	0.6
M. Hidalgo	565,202	8'886,593	15.9
Milpa Alta	57,979	84,868	1.5
Tlahuac	179,955	96,630	0.5
Tlalpan	459,060	4'330,000	9.5
V. Carranza	735,521	2'114,745	2.9
Xochimilco	259,498	481,392	1.8
TOTAL	9'847,354	33'103,319	3.4

Fuente: PGDU del DF, 1987-1988.

Del total de Áreas verdes, entre parques, jardines e "instalaciones deportivas" se estima que el D.F. cuenta con alrededor de 3310 ha de zonas verdes (PGDU del DF, 1987-1988). De este total, el 60.46% corresponde a parques, los jardines ocupan el 18.32% y los deportivos alcanzan el 12.26% restante (Figura 2). Las glorietas y camellones están considerados como áreas verdes con una extensión de 515 ha.

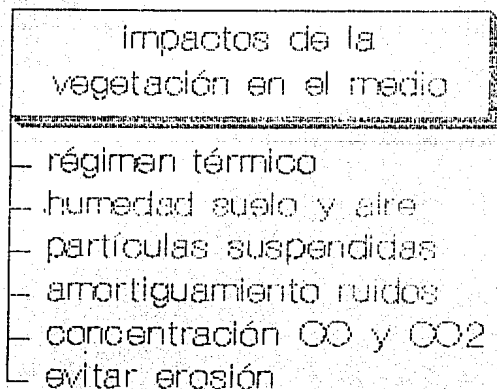
La situación de estas áreas forma parte del diagnóstico ecológico de las zonas metropolitanas ya que a través del análisis de parámetros tales como superficie, distribución, estado, composición de especies, estructura, uso, efectos

Figura 2 Áreas verdes en el Distrito Federal



Fuente: PCDU del DF 2007-2009.

Figura 3. Vegetación y ambiente
una relación dinámica



calidad y la disponibilidad de aire, agua, suelos por lo que resultan indicadores eficientes de una situación ambiental dada (Guevara et al., 1988).

El área de conservación ecológica decretada en 1982, cubre una extensión de 68,483 ha, equivalente al 45.565 del Distrito Federal, la zona de amortiguamiento consta de 19413 ha, y la destinada a desarrollo urbana abarca 81,817 ha. (PGDU del DF 1987-1988).

Diversos indicadores biológicos pueden servir como elementos altamente sensitivos y útiles para determinar grados y extensión de procesos contaminantes de agua, suelos y aire ocasionados por los asentamientos humanos. Los cambios en la diversidad biológica como efecto de la contaminación urbana pueden ser estudiados en diversos organismos, como por ejemplo en la fauna o micoflora del suelo, en las criptógamas y en organismos acuáticos. En ocasiones se resalta que las medidas cuantitativas de los organismos son mejor reflejo del proceso de urbanización y contaminación, que la diversidad de los mismos. (Wielgolaski, 1975).

Las plantas interactúan con el medio ambiente que las rodea y lo modifican, en mayor o menor medida, al absorber agua y minerales del suelo, bióxido de carbono de la atmósfera, al liberar oxígeno, al filtrar a través del follaje los rayos solares, el viento, los contaminantes, los polvos. De esta manera la vegetación influye en diversos parámetros ambientales (Figura 3).

Las plantas de mayor talla son las que ejercen mas influencia ya que presentan un follaje mas denso con mayor diámetro y altura. Así mismo, las agrupaciones densas de arbustos y hierbas desempeñan un papel importante en la interacción espacio-verde-calidad del ambiente.

No existe en la actualidad un parámetro o índice ecofisiológico que permita definir una adecuada relación entre habitante y superficie de área verde. Como se señalará mas adelante, hay diferentes tipos de espacios verdes los cuales cubren funciones y demandas distintas, lo que implica, que de haber un índice, este tendría que ser diferencial para cada categoría de área verde.

Para mostrar lo complicado que puede llegar a ser tanto el cálculo como los parámetros que se utilizan para medir un área verde mínima, tomamos el siguiente ejemplo de Rapoport et al. (1983). Un ser humano al respirar emite diariamente 900 g de CO_2 el cual ingresa a la atmósfera. Un bosque de zona templada absorbe alrededor de 11,000 Kg de CO_2 /año/ha. El trébol (*Trifolium sp.*) es capaz de asimilar unos 63 mg/m^2 /hora, si suponemos un fotoperiodo de 10 horas constante durante todo el año, así como una actividad fotosintética permanente, esto nos indicaría que harían falta 1429 m^2 de cubierta de trébol por persona durante esas 10 horas, más 2.4 veces para compensar las 14 horas restantes del día, lo que nos da un total de 3430 m^2 de tapete de trébol por persona. Si tomamos en cuenta un bosque en donde el área foliar es mayor que la de la

cubierta de trébol, y seguimos los razonamientos expuestos, requeriríamos de más o menos 300 m² de bosque por habitante. Todo esto sin contar el CO₂ que se produce en los procesos de combustión casera, industrial y automovilística, lo que nos haría aún más increíbles estos cálculos.

Así mismo, en este proceso de fotosíntesis, además de asimilar CO₂ y agua, las plantas liberan oxígeno. Cuando una planta ha culminado su proceso de crecimiento, el monto de carbón que es capaz de fijar en el proceso fotosintético, es igual a la cantidad de carbón utilizado en la respiración y liberado a la atmósfera en forma de CO₂ por lo que la cantidad de oxígeno liberado al ambiente se detiene (Franco, 1991).

IV.2 El desarrollo urbano y la involución de los ecosistemas.

El paisaje ciudad en disonancia con el paisaje natural.

Los bosques constituyen las estructuras bióticas más importantes en el mantenimiento del equilibrio ecológico de la Cuenca de México. Desgraciadamente el proceso de degradación e inclusive desaparición que sufren es increíblemente acelerado. El modelo de ciudad aislada, disruptora del paisaje regional, en franca competencia con el entorno natural se manifiesta claramente en este proceso de pérdida acelerada de los ecosistemas circundantes.

De la superficie forestal del Distrito Federal en 1985, el 10% estaba totalmente arrasado, con fuertes efectos del

suelo; un 40% presentaba una fuerte afectación y un 50% se encontraba semiconservada. Este 50% significaba sólo el 11% con respecto al Área total del Distrito Federal, es decir 16,500 hectáreas aproximadamente. (López, 1987).

C U A D R O 2.

COMPARACION DEL USO DEL SUELO ENTRE 1970 Y 1984 EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO.

USOS DEL SUELO	1970		1984		+ ó -
	ka2	%	ka2	%	
Urbano	622.70	8.61	1254.00	15.95	+ 631.30
Bosques	1744.29	24.13	1613.60	20.54	- 130.59
Agrícola Riego	735.97	10.18	517.90	6.59	- 218.07
Agrícola Temporal	2726.04	37.72	2234.40	41.15	- 491.54
Pastizales	1263.47	17.48	1072.00	13.64	- 191.47
Zona Erosionada	105.34	1.46	132.80	1.69	+ 27.45
Cuerpos de Agua	21.70	0.30	11.80	0.15	- 9.90
Otros	8.45	0.12	23.50	0.30	+ 15.05
TOTAL	227.95	100.0	7860.0	100.0	

López, 1987

En el análisis de la evolución de los usos del suelo durante un periodo de 14 años, se hace patente el fin al cual se están destinando los suelos de la cuenca. Podemos observar la involución que han sufrido todos los espacios no dedicados, ya no a actividades humanas, si no específicamente a procesos de ocupación urbana.

Una de las alteraciones más drásticas que data de la conquista, y que se evidencia claramente, no en números absolutos pero sí en números relativos, en el cuadro es la disminución de los cuerpos de agua que alguna vez colonizaron la cuenca. Este ha sido uno de los acontecimientos que a lo largo de la historia más han

influido en la transformación del paisaje y la ecología de la cuenca.

La disminución de los terrenos de cultivo y boscosos con la consecuente desaparición o merma de las especies asociadas resulta alarmante, más aún, cuando no tiene visos de ser detenido.

El asfalto como modelador del entorno.

La superficie de la cuenca se estima en 7,500 km² (sin considerar las subcuencas del noreste). La mancha urbana continua es de 1300 km² lo cual significa que el 17.2% del suelo ha sido sustituido de manera continua por asfalto y concreto con las consecuencias que esto conlleva en las relaciones de humedad y temperatura de la zona; que la vegetación y fauna nativas han sido desplazadas con la pérdida de los equilibrios que mantienen los seres vivos con el medio y en muchos casos de los organismos mismos.

Las unidades morfoestructurales más características ligadas a la tectónica y al vulcanismo de la cuenca se agrupan de la siguiente manera: a) depresiones b) planicies, c) talud transicional, d) estructuras tectovolcánicas principales y e) elevaciones volcánicas menores (Figura 4)

En relación a la morfología se pueden presentar dos grandes áreas en función de su uso. Por una parte, la zona de las sierras que circundan la cuenca incluyendo las elevaciones del interior en las que se encuentran las unidades del talud (transicional) y las estructuras volcánicas

FIGURA 4

PENDIENTES

SIMBOLOGIA

--- Límite Estatal

--- Límite ZMCM

0-5 %

6-10 %

11-15 %

16-20 %

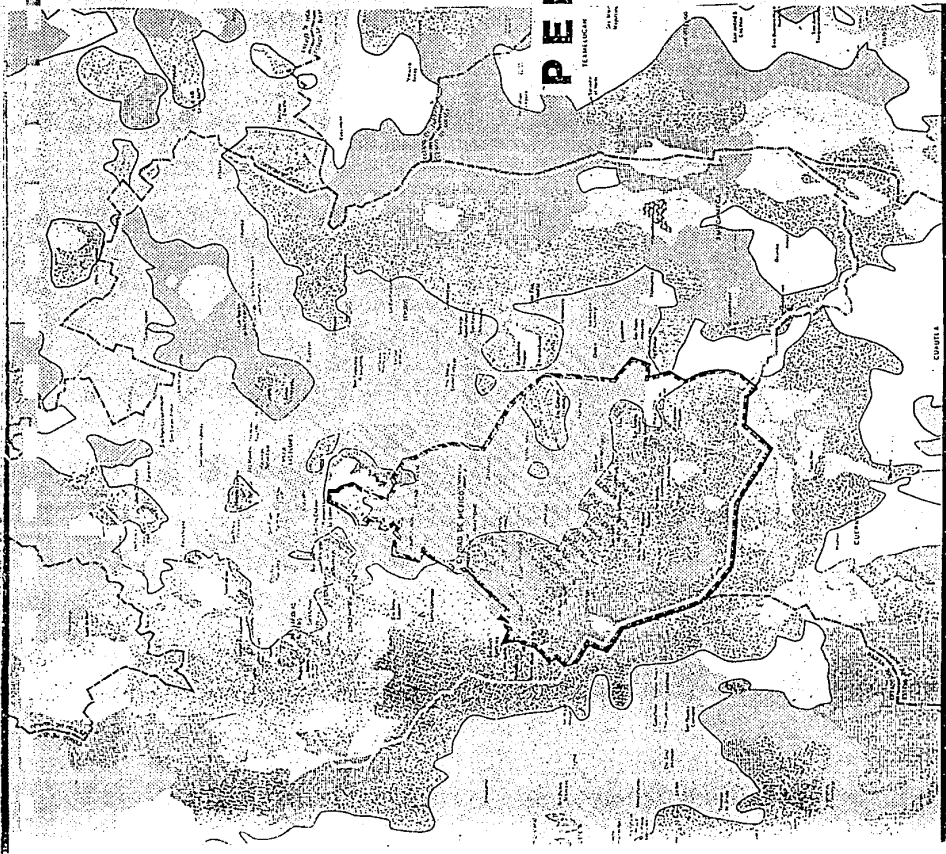
21-25 %

26-30 %

31-35 %

36-40 %

41-45 %



principales y menores, y por otra parte, una zona plana que forma el piso de la cuenca que comprende las depresiones y las planicies.

En la cuenca las pendientes del terreno coinciden en general con las unidades geomorfológicas; según la Dirección de Conservación de Suelos de la Secretaría de Agricultura y Ganadería los terrenos planos son aquellos que tienen pendientes menores del 15% y los cerriles los que presentan pendientes mayores al 15%. En apego a esta definición, la cuenca presenta un 53% de terrenos planos y un 46% de cerriles (CCCF, 1988) (Figura 5).

Los asentamientos humanos se han ubicado preferentemente en las zonas planas; sin embargo, debido a las presiones generadas por el crecimiento de la ciudad y del número de habitantes, se han colonizado regiones cada vez más elevadas y con mayores pendientes.

La vocación del suelo en estas dos grandes zonas se puede demarcar de la siguiente manera:

a) Las zonas con pendientes mayores de 15° presentan ciertos inconvenientes para desarrollar la infraestructura urbana debido a los elevados costos que se plantean, o de plano a la imposibilidad de hacer llegar los diversos servicios; en el caso de la ganadería y la agricultura tampoco son el tipo de suelo más adecuado ya que son fácilmente erosionables. Además, en general en la cuenca este tipo de suelos tienen una gran capacidad de recarga, por lo que su pérdida afecta

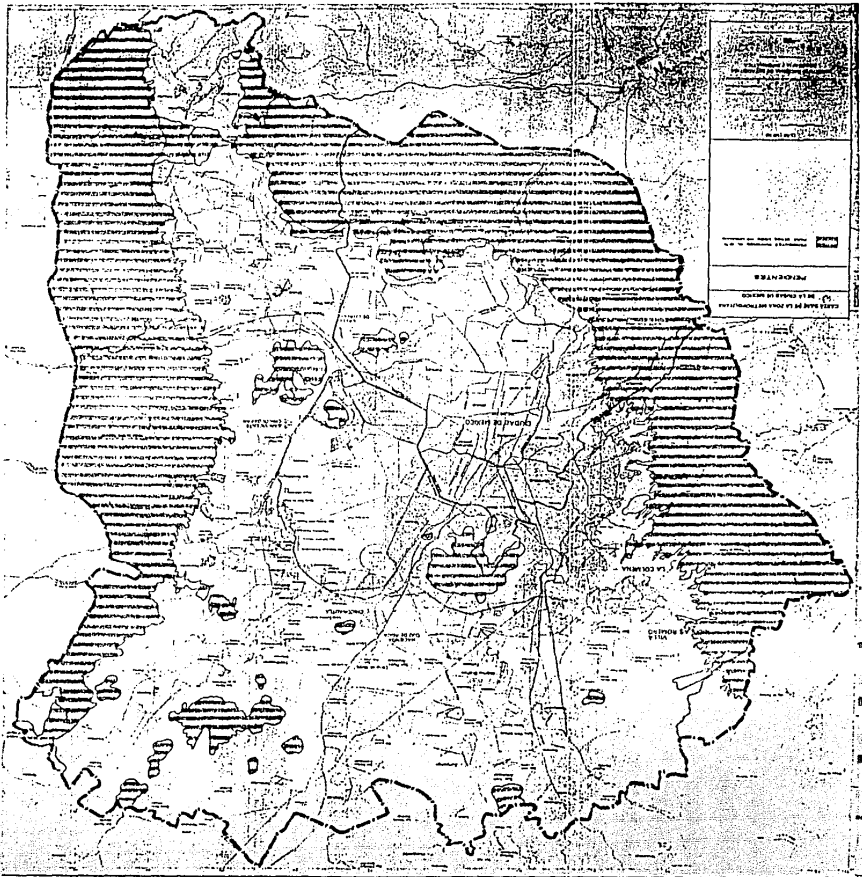


Figura 5 ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO

la posibilidad de abastecimiento de los acuíferos del subsuelo.

b) La zona de planicies y depresiones cubre una extensión aproximada de 430 mil hectáreas y comprende dos subzonas. Una constituida por los lechos de los antiguos lagos los cuales son espacios peligrosos para el desarrollo urbano por la poca resistencia de los suelos, ya que están compuestos, en el manto superficial de 15 m de profundidad, de depósitos areno - limosos que han sufrido los efectos de la sobreexplotación de los acuíferos lo que lo hace un terreno poco resistente y propenso al hundimiento; además estos terrenos sufren problemas de drenaje debido a que tienen pendientes de 0 a 10°. La otra subzona está conformada por planicies y lomas y se consideran terrenos aptos para los procesos urbanos.

Al margen de estas consideraciones, todas las zonas descritas presentan asentamientos humanos y sufren ya los efectos negativos aquí descritos.

Los suelos de la cuenca se han visto drásticamente reducidos y han sido suplantados, y lo siguen siendo, por asfalto. Los que no, presentan diversos grados de erosión provocada por el mal manejo de los mismos en la agricultura, ganadería y silvicultura que se practica en la región y otros más son contaminados por el riego con aguas negras y tiraderos de basura.

La distribución de los usos del suelo en la ZMCM atiende a una política socioeconómica en desarrollo.

ecológicos no han tenido ningún peso, a pesar de existir normatividades para tratar de generar cierto equilibrio en el crecimiento urbano. A este respecto es interesante la propuesta del Consejo del Área Metropolitana, en el que se pretende conservar las áreas de recarga de acuíferos como espacios de uso no urbano (Figura 6). Tal es el caso de la serranía del Ajusco-Chichinautzín, Las cruces y la Sierra Nevada lo que significa prácticamente todo el entorno montañoso de la Cuenca.

Los procesos erosivos en la Cuenca

Como se desprende del capítulo III, la transformación de las características ecológicas de la zona han sido radicales y muchas irreversibles. Se cree que en la época prehispánica los bosques cubrían el 54% (Ibarra, et al. 1986) del total del área de la cuenca, para 1970 ya tan sólo eran el 24.13%, y para 1984 el 20.54%, según López (1987) o 14.6% según Ibarra y colaboradores (1986) (Figura 7). La tala inmoderada con fines agrícolas y silvícolas, la urbanización, y el pastoreo son los principales agentes del proceso de desaparición de los bosques lo que ha conllevado a que una gran extensión de suelos sufra una rápida erosión. En 1986, la cuenca presentaba 380 mil ha con poca o nula erosión, 120 mil ha con erosión moderada y 277, 794 con erosión de grave a muy grave (Ibarra, et al. 1986).

Si incluimos las subcuencas del noreste, la superficie de la cuenca se estima en 900 mil ha. En 1986, la erosión en esta

FIGURA 6 ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO

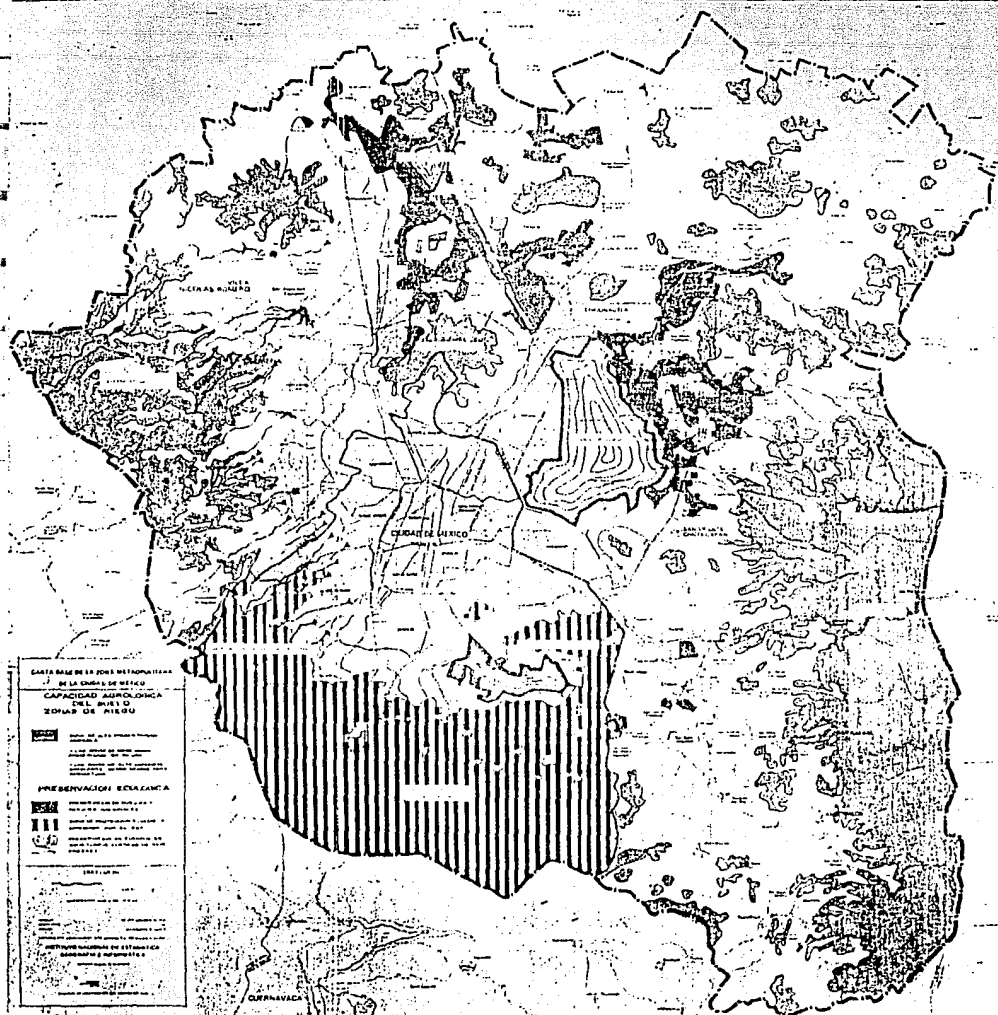
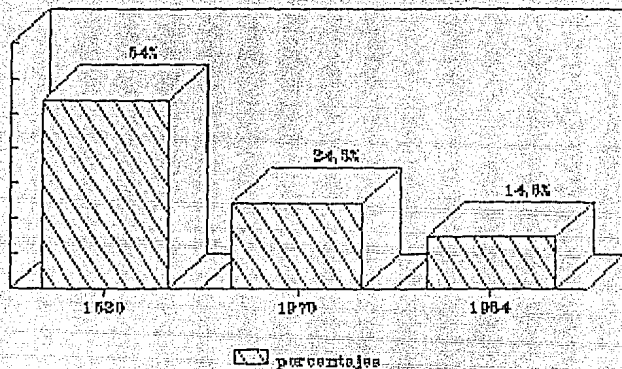
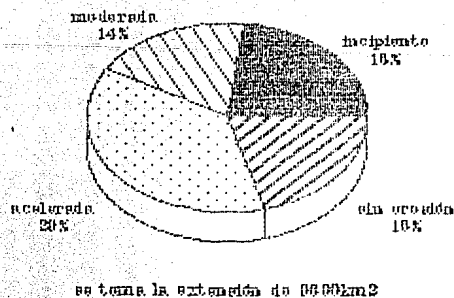


Figura 7. Cobertura forestal en la cuenca
disminución a través del tiempo



Fuente: Ibarra, 1988

Figura 8. Niveles de erosión de los suelos
en la Cuenca de México



Fuente: Andrés, 1975.

presenta erosión incipiente en donde los suelos han perdido menos del 25% de la capa arable. El 14% tiene erosión moderada y representa una pérdida de entre el 25% y 50% de la capa arable. El 29% se halla en proceso de erosión acelerada con pérdida del 50% al 75% de la capa. El 23% está totalmente erosionado y ha perdido entre el 75% y 100% de dicha capa. El 16% restante no presenta erosión. (Andrade, 1975) (Figura 8).

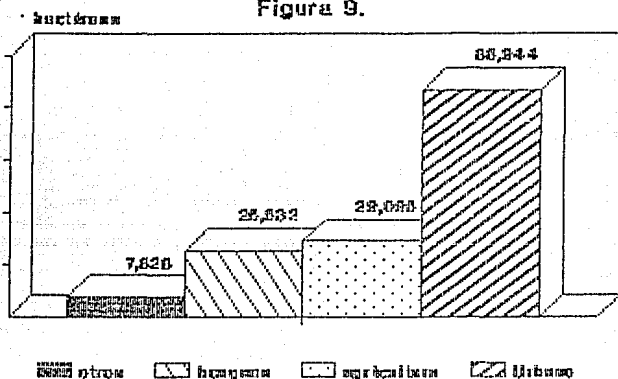
En el caso del Distrito Federal, el cual cubre una extensión de 147,900 hectáreas, el uso del suelo está definido de la siguiente manera. Se dedican a la agricultura 28,096 ha.; son bosques de vegetación natural o introducida (Eucaliptus spp.) 25,632 ha.; representan pastos o enmontadas 7,828; y otros usos dentro de los cuales se consignan tanto áreas pedregosas como asentamientos humanos (Figura 9). De estos datos se desprende que el 58% de la superficie del D.F. está urbanizada (Figura 10).

De las 18 delegaciones que componen el Distrito Federal, siete se encuentran totalmente urbanizadas. Ellas son Azcapotzalco (2912 ha.), Coyoacán (5426 ha.), Itacaico (2328 ha.), Benito Juárez (2638 ha.), Cuauhtémoc (3307 ha.) Miguel Hidalgo (4728 ha.), y Venustiano Carranza (3452 ha.).

En las que persisten espacios no urbanos, se presentan importantes superficies destinadas a la agricultura en donde se cultiva fundamentalmente maíz, maguey, nopal, haba, avena y amaranto principalmente en las tierras de temporal en suelos altamente permeables y con pendiente. Las prácticas

Distribución de los usos del suelo en el Distrito Federal

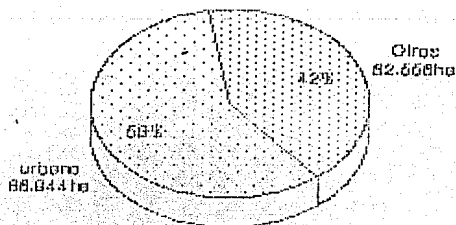
Figura 9.



Fuente: INEGI, 1990.

Porcentaje de área de uso urbano en el Distrito Federal

Figura 10.



usos del suelo

Fuente: INEGI, 1990.

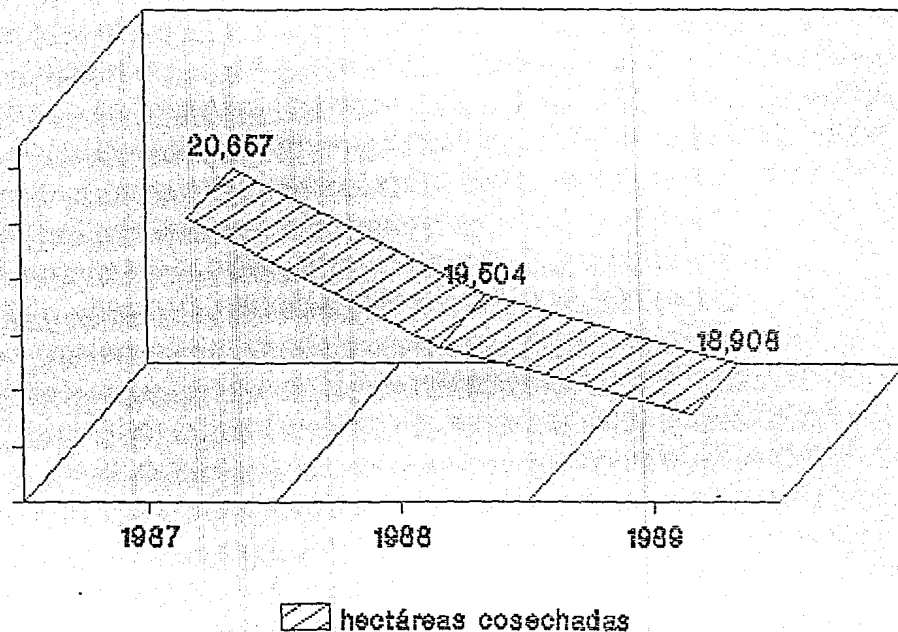
de riego y humedad se llevan a cabo en las partes bajas y planas de Xochimilco y Tláhuac destinándose prioritariamente al cultivo del maíz, hortalizas y floricultura (Cuadro 4).

Desgraciadamente la reducción de los espacios agrícolas parece ser un proceso incontenible. En 1997 la superficie cosechada era de 16763 ha. y en tan sólo tres años se redujo a 15091 ha. (INEGI, 1990) (Figura 11).

En el cuadro 3 se analizan los cambios en las dimensiones de la superficie vegetal en la zona sur de la ciudad. Se puede apreciar la disminución de las áreas forestales y la sustitución de especies nativas por *Eucalyptus spp.*, que se han convertido en las especies más requeridas por los reforestadores gracias a su rápido desarrollo y gran tolerancia a condiciones adversas, sin percatarse del cambio en la composición de especies y el daño que están ocasionando en las comunidades nativas.

El factor que más ha contribuido a estos cambios es la urbanización de las partes bajas y medias del Pedregal de San Angel, le siguen los desmontes con fines agrícolas y forestales así como diversos factores de perturbación.

Figura 11 Disminución de la superficie agrícola cosechada en el Distrito Federal 87-89



Fuente: INEGI, 1990.

C U A D R O 3

EVALUACION COMPARATIVA DE LA PERDIDA DE LA CUBIERTA VEGETAL
EN LA ZONA SUR DE LA CIUDAD DE MEXICO.

Tipo de Vegetación	1953		1977		difer.	
	ha	%	ha	%	ha	%
Bosque de <u>Pinus</u>	7186	26.5	6741	25.0	445	-6.2
Bosque de <u>Abies</u>	53,26	19.7	5279	19.5	47	-0.9
Bosque de <u>Quercus</u>	3456	12.8	2464	9.1	992	-29.0
Bosque de <u>Eucalyptus</u>	24	0.1	136	0.5	112	+46.7
Matorral de <u>Sanatio</u>	2745	10.1	1945	7.2	800	-29.2
Pastizal	1890	7.0	1951	7.2	61	3.2

López, 1987.

El impacto de la calidad del aire.

Un elemento que sin duda alguna está ejerciendo un importante efecto en la presencia-ausencia, tanto de vegetales como de animales es la contaminación del aire, ya que provoca daños en los diversos organismos.

La combustión de carburantes fósiles ha aumentado de manera considerable las concentraciones de material particulado y de óxidos volátiles en el aire de la ZMCM. Por ejemplo, los óxidos de nitrógeno (NO y NO_2) y los de azufre (SO_2) que, normalmente no son más que pasos transitorios en sus respectivos ciclos biogeoquímicos y, en bajas concentraciones, están presentes en casi todos los ambientes; hoy se concentran en cantidades peligrosas en la atmósfera.

En diversos estudios se ha observado el efecto de distintos contaminantes en las plantas, así como una relación abierta y directa de la contaminación del aire y la

atmósfera que la rodea. Por ello, la contaminación puede llegar a la planta, bien vía atmosférica directa, siendo la parte aérea, hojas básicamente, el órgano receptor primario, o por medio de su presencia o deposición en el suelo (Barceló, 1989).

El caso de algunos metales pesados

En los casos de contaminación por metales pesados, generalmente esta se produce o acumula en el suelo, por ello, la planta responde, desde el principio, en el mismo órgano receptor con una significativa reducción del crecimiento de la raíz. En general, los metales pesados se acumulan en la planta en concentraciones superiores a las del medio, y casi siempre al interior de ella, la raíz es el órgano de máxima acumulación.

La situación inicial creada en la raíz con la intoxicación por metales pesados afecta sucesivamente al tallo y sobre todo las hojas, en donde se produce una disfunción en el sistema de la compartimentación subcelular. Entre los órganos más dañados se hallan los cloroplastos y las mitocondrias (Barceló, 1989).

En fases más avanzadas de alteración de la raíz y las hojas se producen intensos cambios metabólicos y de regulación. Se desarrolla, finalmente un proceso de estímulo de la senescencia por acumulación crónica del metal pesado, que puede dar como resultado la muerte de la planta.

El caso de la contaminación por plomo, uno de los metales pesados más comunes, se debe mayormente a causas antropogénicas ligadas a ambientes urbanos. Aunque existen otras fuentes como la meteorización de rocas y minerales, emisiones volcánicas y meteoritos, su concentración actual en diversos ecosistemas, depende básicamente de la producción humana.

El plomo depositado en el suelo, en su forma soluble, es captado por las raíces, en donde se almacena, dada su escasa movilidad, mientras que la contaminación atmosférica daña directamente las partes aéreas, especialmente las hojas. Por esta doble vía, raíz y hojas, las plantas alcanzan niveles tóxicos de este elemento. Son necesarias concentraciones relativamente altas para producir efectos tóxicos en plantas. 1000 ppm de Pb en el suelo.

El zinc, manganeso y hierro son elementos metálicos esenciales para la vida de la planta que requiere en cantidades traza (micronutrientes). En condiciones normales de concentración en el suelo no son tóxicos para la planta, sino esenciales. Estos tres micronutrientes ejemplifican otro modelo de metal pesado: aquel que, siendo necesario e imprescindible para la planta, se torna tóxico cuando supera cierta condición crítica, variable para cada uno de ellos.

No parece haber un mecanismo único de defensa de las plantas frente a los metales pesados. Se conocen diversas estrategias seguidas por las plantas para su defensa y/o adaptación. Se puede evitar la entrada del metal tóxico al

interior de la planta, a través de diversos procesos que pueden basarse en la exclusión del metal del metabolismo interior. O bien, el desarrollo de la tolerancia a la presencia de los metales al interior del vegetal.

En los mecanismos por exclusión, la planta logra evitar la toxicidad dificultando la absorción del elemento por diferentes mecanismos: por incremento de la resistencia de la membrana, ésta se opone a la captación del metal; en otros casos, el metal provoca una inhibición del mecanismo de absorción activa, impidiendo así su captura y acumulación interna. Las micorrizas, hongos en simbiosis con las raíces de las plantas, aparte de su función benéfica para la captura de agua y nutrientes, constituyen otro mecanismo eficiente de reducción del aporte del metal pesado tóxico a la planta (Barceló, 1989).

Los mecanismos de resistencia interior de la planta frente a los metales pesados son más variados. Entre ellos podemos mencionar: la regulación de los espacios de compartimentación subcelular y las respuestas moleculares que tienden a contrarrestar al elemento en el interior celular.

En el funcionamiento celular de la planta existen mecanismos finos de homeostasis, o equilibrio funcional, que tienden a mantener un balance de los nutrientes, metabolitos celulares y otras sustancias. La pared celular, hacia el exterior de la célula y el propio interior, la vacuola central que es casi el 80% del volumen de la célula

vegetal adulta diferenciada, son lugares importantes de regulación del "contenido" interior que representa el citosol y los cloroplastos y mitocondrias básicamente (Barceló, 1989).

La importancia de los estudios en esta área queda apuntada con todos los elementos que se quedan en el tintero, como el caso de las metalotioneínas vegetales que forman complejos de desintoxicación con diversos metales pesados; el caso de las metalofitas, que son plantas adaptadas a suelos ricos en metales pesados; la susceptibilidad generada por la presencia de los metales a otros factores externos como son agua, nutrientes, temperatura, bióticos, etc. que pueden inducir stress en la planta; especies bioindicadoras de la presencia de metales pesados gracias a su capacidad de retener selectivamente un tipo de metal y facilitar así, su reconocimiento y/o presencia en el medio.

Desde el punto de vista científico, se deberá avanzar en el estudio de la heterogeneidad de los metales pesados y su toxicidad a la vez que en el conocimiento de los diferentes mecanismos de defensa de los organismos vivos.

El caso de algunos contaminantes gaseosos

Para el caso de contaminantes gaseosos tenemos diversos estudios.

Se ha analizado los efectos del ozono (O_3) en diversos organismos y se ha registrado lo siguiente:

En el cacahuate (Arachis hypogea) provoca clorosis y ruptura de las hojas por abscisión en concentraciones de 0.02 ppm/24-28hrs. En el rábano (Raphanus sativus) bajo concentraciones de 0.05ppm/8hrs-día/20días, provoca la reducción de hasta el 50% en productividad. En el clavel (Dianthus caryophyllus) bajo concentraciones de 0.07ppm/60días genera la reducción de hasta el 50% en el desarrollo floral. En el tabaco (Nicotiana tabacum) en concentraciones de 0.10ppm/5.5hrs se observa un decrecimiento del 50% en la producción de polen y se reduce el crecimiento del tubo polínico (de Bauer, 1981).

En algunas bacterias causa hasta el 90% de mortalidad en concentraciones de 0.025/30min. como es el caso de Streptococcus sp., Escherichia sp. y Staphylococcus sp. En algunos protozoarios como Paramecium sp., Amoeba sp. y Colpidium sp. provoca el 100% de mortalidad en concentraciones de 8ppm/1hr (Rodgers y Kerstter, 1974). Se sabe que nuestra ciudad presenta elevados índices de este contaminante; 0.42ppm promedio para el mes de febrero de 1986 y 0.33ppm para septiembre de 1987 en la zona sur oeste. La norma internacional es de 0.11ppm/1hr./año (SEDE, 1988).

El bióxido de azufre (SO_2) tiene repercusiones en la formación de los anillos de crecimiento de las plantas, afecta las funciones fisiológicas en los pinos (Pinus), y, entre otros efectos, es uno de los compuestos más tóxicos para las criptógamas (Hernández, 1980).

Se sabe que la respuesta de las plantas a los contaminantes está influida por diversas variables ambientales como luz, temperatura, humedad atmosférica y del suelo, así como de la disponibilidad de agua y nutrientes. La expresión de los síntomas está relacionada con el tipo de contaminante. Cuando hay acción simultánea de diversos contaminantes también se presentan patologías específicas como en el caso del sinergismo entre el dióxido de azufre (SO_2) y el ozono (O_3) que provoca un oscurecimiento con brillo metálico en el envés de las hojas del frijol (de Bauer, 1981).

Se han establecido casos de interacciones entre patógenos bióticos y abióticos en donde las infecciones de origen viral, bacteriano o micótico influyen notablemente en la sensibilidad de las plantas a los contaminantes. Esta sensibilidad se puede manifestar tanto en un decremento, como en un incremento en la severidad de los síntomas (de Bauer, 1981).

En los espacios naturales incorporados de la ZMCM, Hernández (1984) ha observado que el daño por gases oxidantes en pinos del Ajusco ya es evidente, y atribuye el decaimiento del vigor del bosque, principalmente al efecto del ozono. Las especies más dañadas son Pinus hartwegii, P. monterumae y P. leiophylla. Las lesiones se caracterizan por necrosis apical y un moteado clorótico característico del daño por gases oxidantes.

Pinus hartwegii es la especie más sensible y estos efectos se han registrado, además del Ajusco, en el Parque Desierto de los Leones, donde se reporta que el 96% de los árboles presentan un abatimiento de su vigor, inclusive muchos de ellos ya han perecido. Esto se percibe en individuos de uno y dos años de edad, con la consecuente defoliación prematura, e imposibilidad de regeneración natural o artificial del bosque. Esta especie presenta una distribución altitudinal restringida entre los 3000 y 3500 msnm, lo que la hace sumamente valiosa y frágil en términos ecológicos.

En el Desierto de los Leones se han registrado síntomas de abatimiento forestal desde 1981 (Hernández, 1984), principalmente en Abies religiosa, quien constituye alrededor del 70% de la vegetación arbórea de la zona. Este bosque está conformado por arbolado sobremaduro, con edad promedio de 90 años y prácticamente no existe regeneración.

En términos de superficie la evaluación del daño es para 1987, de 420 hectáreas de árboles muertos en pie y 742 hectáreas de arbolado en declinación, de las 1529 hectáreas que comprende el parque.

En el caso de la vegetación del Bosque de Chapultepec se han observado daños por ozono en los géneros Pinus y Taxodium y en diversos géneros caducifolios.

En Xochimilco se han encontrado también daños por ozono en especies silvestres y hortícolas.

También se han comprobado daños por ozono en Eucalyptus globulus y Pinus patula especies utilizadas recurrentemente para reforestar los bosques del sur de la ciudad. Hay que señalar que en la reforestación hacia el norte, a diferencia del sur, no se habían registrado síntomas de toxicidad en las mismas especies (Hernández, 1980).

Es evidente que en los bosques y áreas verdes de nuestra zona urbana aún faltan estudios sobre las características del clima urbano, sus causas y sus efectos, la relación de las especies vegetales frente a la presencia de diversos contaminantes y la posibilidad de evitar un deterioro irreversible de estos espacios.

IV.3 La Flora.

La flora de la cuenca aún no se conoce totalmente, sin embargo hay estudios interesantes como son el de Miranda (1963), diversos estudios de Rzedowski (1964, 1970, 1989, 1975) y Sánchez (1969). En la "Flora y Vegetación en la Cuenca del Valle de México" (1975) de las Memorias del Drenaje Profundo, Rzedowski estima a grosso modo el número total de especies y la participación cuantitativa de las diferentes categorías sistemáticas sin incluir organismos microscópicos.

Fanerógamas	2,000
Pteridófitas	150
Briofitas	250
Mohos sacroscófitas	2,000
Líquenes	200
Algas	1,000
TOTAL	5,600

De las 2071 especies silvestres reconocidas como componentes de la flora fanerogámica, 522 son monocotiledóneas y 16 gimnospermas. De estas, 161 son introducidas (Figura 12). Se calcula que aún falta del orden del 3 al 6% de diagnosticar (Rzedowski y Calderón, 1989).

Las familias mejor representadas son las siguientes:

COMPOSITAE 18.4%
GRAMINAE 11.7%
LEGUMINOSAE 6.4%

En referencia a forma y lugar de crecimiento Rzedowski y Calderón (1989) señalan lo siguiente:

En lo que se refiere a formas biológicas cerca del 70% de las plantas vasculares registradas son herbáceas y sólo el 4.5% arbóreas (Figuras 13 y 14).

De las principales comunidades vegetales descritas por Rzedowski (1975) tenemos:

herbáceas	80%
arbóreas	4%
epifitas	1%
trepadoras	4%
acuáticas y sub acuáticas	1.4%
terrestres y saprófitas	5.2%
froncoente succulentas	5.2%
halófilas	1.3%

Bosque de Abies

Se encuentra en altitudes entre los 2700 y 3500 m. Su distribución se concentra en las serranías de la mitad meridional de la cuenca, en particular en las sierras de las Cruces y del Chichinautzin. La especie dominante es Abies

Figura 12
La Flora del Area Urbana
de la Ciudad de México

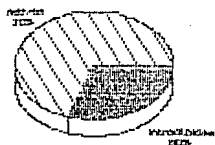
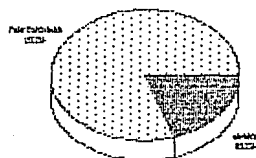
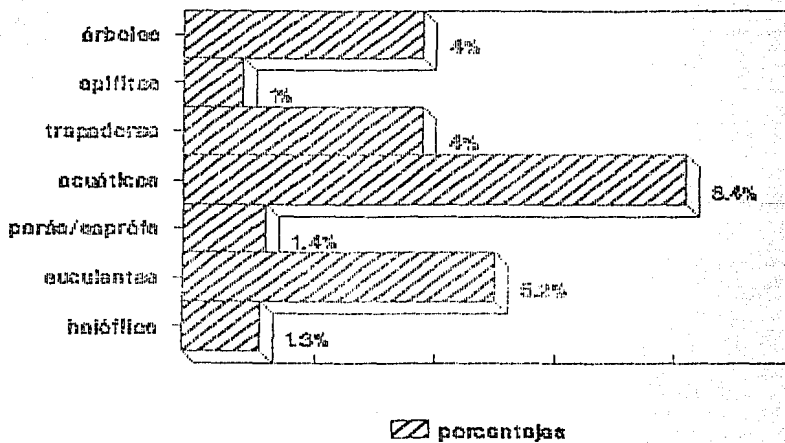


Figura 13.
Composición de la Flora Fanerogámica
de la Cuenca de México



distribución del total

Figura 14.
Composición de la Flora Fanerogámica
de la cuenca de México



reliquiosa; en los estratos inferiores son comunes Symphocarpos, Eupatorium, Senecio, Acaena, Brachypodium, Sigesbeckia, Alchemilla, Salvia y Thuidium.

Bosque mesófilo de montaña

Se ubica en las laderas abruptas y fondos de cañadas en los declives inferiores del Ixtacihuatl y de la Sierra de las Cruces entre los 2500 y 3000m. Las especies más sobresalientes del estrato arbóreo son: Cornus disciflora, Barrya laurifolia, Ilex toluicana, Meliosma dentata, Oreopanax xalapensis, Prunus bechybotrya, Quercus laurina y Viburnum stenocalyx.

Los elementos vegetales más característicos que permiten diagnosticar estas asociaciones como bosque mesófilo son: Acer, Celastrus, Coriaria, Ilex, Meliosma, Symplocos, Ternstroemia.

La superficie total que ocupa este tipo de vegetación en la cuenca se reduce a tan sólo 2km², debido a sus requerimientos de precipitación (Rzedowski, 1970).

Bosque de Pinus

Se les encuentra entre los 2350 y 4000m generalmente en la mitad meridional de la cuenca. Estos bosques se encuentran ampliamente representados en la zona. Entre 2350 y 2600 metros domina Pinus leiophylla en combinación con diversas especies; de los 2500 a 3100 metros la especie más

conspicua es E. montezumae, en las partes secas prospera E. rudis; entre los 2900 y 4000 metros se observan pinares abiertos de E. hartwegii. Con una distribución menor encontramos a E. teocote, E. pseudostrobus, E. patula y E. avacahuite. En el estrato arbustivo se suelen encontrar a Alchemilla, Archibaccharis, Arenaria, Bidens, Eryngium, Eupatorium, Festuca, Geranium, Gnaphallium, Lupinus, Muhlenbergia, Penstemon, Ribes, Senecio, Stevia y Stipa.

Bosque de Quercus

Se ubican en alturas de entre 2350 a 3100 m y ocupan habitats semejantes al bosque de pino, tambien estaban bien representados a lo largo de toda la cuenca. Se encuentra sumamente disminuido debido a la tala concentrándose en pequeños manchones en las sierras Nevada y de las Cruces al sur; y en mayores extensiones en las de Monte Bajo, Monte Alto, Tepozotlán y Cerro Gordo hacia el este y el oeste. Por debajo de los 2500 metros dominan las especies Quercus laeta, Q. deserticola, Q. crassipes y Q. obtusata; entre los 2500 y 2600 metros tenemos Q. rugosa; de los 2900 a 3100 metros Q. laumina. Es común observar otros elementos arbóreos como pinos, madroños (Arbutus), oyameles (Abies) y ailes (Alnus). En el estrato arbustivo y herbáceo podemos destacar a Baccharis, Brickellia, Castilleja, Dahlia, Desmodium, Eupatorium, Galium, Geranium, Lamoucurxia, Muhlenbergia, Penstemon, Salvia, Senecio, Symphoricarpos, Thalictrum y Wolfsbar.

Bosque de Juniperus

Se localiza en amplias zonas del N, NE y E del Valle en altitudes entre 2450 y 2800m. Parece ser que esta comunidad se localiza en zonas en las que originalmente hubo bosques de pino y encino. Los bosques que existieron en la zona sur (Milpa Alta y Topilejo) ya no existen y tan sólo se encuentran individuos aislados de Juniperus flaccida. La especie dominante es J. dappoana (enebro) y se encuentra comunmente asociada con Agave atrovirens, Quercus microphylla, Gymnosperma glutinosum, Brickellia veronicifolia, Eupatorium espinosarum y Stevia salicifolia. Estos bosques son muy abiertos y se extienden en grandes áreas en las partes norte, noreste y este de la cuenca.

Matorral de Quercus

Es particularmente frecuente al NE del valle, aunque también se le ubica en el N, E y O a unas altitudes entre 2350 y 3100 m. Esta comunidad parece ser inducida y mantenida por el fuego y se encuentra sobre terrenos en los que antes había bosque de pino o de encino. La especie dominante es Q. microphylla la cual se encuentra asociada con Dasylion acrotiche, Nolina parviflora, Pithecellobium leptophyllum y Rhus standleyi.

Pastizales

Podemos distinguir cuando menos cinco comunidades distintas de pastizal, sin embargo en todas el papel principal le corresponde a los zacates y se ubican entre los 2250 a 43000 m. En las regiones de Huehuetoca, Tepoztlán, Tlalnepantla, Monte Alto, Sierra Nevada, y la orilla oriental del lago de Zumpango es común encontrar pastizales de Hilaria cenchroides el cual se distribuye en laderas con pendientes moderadas. Además de H. cenchroides se observan Abilgaardia mexicana, Bouteloua radicata, B. hirsuta y Stevia serrata. Entre los 3000 y 4300 metros predominan las gramíneas altas y amacolladas como Festuca, Calamagrostis, Muhlenbergia y Stipa las cuales conforman la vegetación del páramo de altura. Las especies dominantes son Calamagrostis toluensis, Festuca amplissima, F. livida, F. toluensis, Muhlenbergia macroura, M. quadridentata y Stipa ichu.

Matorrales xerófilos

Bajo este rubro se agrupan diversas comunidades arbustivas que se ubican de manera preferente en las partes más secas de la cuenca. Son muy frecuentes en la parte septentrional, aunque también se les localiza en el centro y en el sur.

Matorral de nopal: se desarrolla en altitudes entre los 2250 a 2700 m sobre todo en la mitad boreal de la cuenca. Entre las asociaciones principales encontramos al nopal (Opuntia streptacantha), la zenicilla (Zaluzania augusta) y la uña de gato (Miconia biuncifera), en ocasiones también se

observan Schinus molle (pirú), Yucca filifera (Yucca), Eupatorium espinosarum, Eysenhardtia polystachya, Jatropha dioica, Rickellia veronicifolia y Gymnosperma glutinosum.

En la sierra de Guadalupe es frecuente el matorral de palo dulce, Eysenhardtia polystachya, asociado con arbustos como Montanoa tomentosa, Mimosa biuncifera y Opuntia spp.

En las partes bajas del Pedregal de San Angel tenemos el matorral de palo loco, Senecio praecox con otras especies abundantes como Schinus molle, Dodonea viscosa, Cassia levigata, Montanoa tomentosa, Verbesina virgata, Wigandia caracasana y Eudleia spp.

Hacia el norte de la cuenca tenemos el matorral de guapilla, Hechtia podantha, donde además de esta especie es común observar a Agave lecheguilla (lechuguilla), Jatropha dioica, Eupatorium espinosarum, Mimosa biuncifera y Pithecellobium leptophyllum.

Vegetación halófila

En las praderas salinas, típicas de suelos alcalinos, salinos y mal drenados como los de los lechos de los antiguos lagos en la parte baja de la cuenca (menos de 2250 metros), encontramos a Eragrostis obtusidora, Atriplex linifolia, A. muricata, Distichlis spicata, Sporobolus pyramidatus y Suaeda nigra.

Vegetación acuática y subacuática

Este tipo de vegetación ocupaba extensas zonas de la cuenca, sin embargo, debido a la desecación de los cuerpos de agua se ha visto severamente mermada y es probable que en un futuro no lejano, de no darse medidas drásticas de protección, desaparezca por completo. De las formas más conspicuas tenemos los tulares de Typha latifolia y Scirpus americanus var. polyphyllus, localizados principalmente en los lagos de Texcoco y Zumpango. La vegetación flotante más observada en los canales de Xochimilco es la lentejilla de agua, Lemna spp y huachinango, Eichornia crassipes. Las fanerógamas sumergidas son actualmente muy escasas. Entre la vegetación que bordea las corrientes de agua aún encontramos bosque en galería de Alnus glabrata (alce) y de Salix bomplandiana (sauce, huejuote).

El endemismo en la zona no es muy amplio, Rzedowski (1975) señala que la cuenca no debe haber funcionado como un centro importante de evolución de plantas, al menos no en forma aislada. Su origen e historia están ligados con los de la flora de las montañas y del altiplano del país. La introducción de especies nuevas a la cuenca, a raíz de las diversas actividades humanas, a enriquecido la flora silvestre aunque en ocasiones las especies introducidas llegan a desplazar a las nativas. De las 508 especies de plantas descritas por Rzedowski (1975) el 12% de ellas corresponde a especies introducidas. Así mismo, la presencia humana y sus diversos quehaceres han ocasionado la modificación y desaparición de comunidades completas lo cual

se ha traducido en la extinción de numerosas especies en la zona. La lista de Rzedowski (1979) describe 29 especies que no han vuelto a ser reportadas en los últimos cincuenta años; menciona 152 especies en peligro de extinción y extintas de las cuales 20 son (eran) endémicas.

Una lista de especies más o menos completa se puede obtener de los textos de Rapoport (1983 y 1987) y del reporte técnico de trabajo de Guevara (1988).

Especies reportadas, según Rzedowski (1975) como extintas para la cuenca:

acuáticas y subacuáticas

Anemosis californica

Arenaria palustris

Cardamine gambelli

Lotus repens

Ludwigia palustris

Scirpus lacustris

Ranunculus pueblensis

Nymphaea odorata

Nymphaea mexicana

Nymphaea flavovirens

Pistia stratiotes

Potamogeton foliosus

terrestres

Caesalpinia cacalaco

Lemaireocereus dumortieri

Dalea uncinata

Cosmos shaffneria

Stevia fluorensioides

Jatrocha olivacea

Agrimonia parviflora

Iresine ajacana

Rubus cymosus

Las siguientes especies se encuentran, también según Rzedowski (1975) en severo peligro de desaparecer de la cuenca:

Bursera cuneata

Iris longifolia

Carminatia tenuiflora

Cassia laevigata

Castilleja gracilis

Peteria scoparia

Polanisia uniglandulosa

Psilotum complanatum

Lantana velutina

Mammillaria elegans

Mandevilla foliosa

Paezifloa subpeltata

Sedum jaliscanum

Tetramerium hispidum

Trigonospermum annuum

Salvia rigida

En una comparación entre diversos textos y artículos en los que se encuentran listados de especies presentes en la cuenca con el informe de especies raras, amenazadas y en peligro de extinción en la República Mexicana, encontramos lo siguiente:

En peligro de extinción.

CACTACEAE

Mammillaria elegans D.C. (M. san angelensis Sánchez Mejorada).

ORCHIDACEAE

Bletia urbana Dressler.

Raras

AGAVACEAE

Furcraea bedinghausii K. Koch.

ACERACEAE

Acer neundo var. mexicanum (D.C.) Steyerl.

COMPOSITAE

Dahlia scapicera (A. Dietr.) Knowles & Westc.

LILIACEAE

Schoenocaulum pringlei Greenm.

MALVACEAE

Phymosia rzedoskii Fryxell

ORCHIDACEAE

Habenaria enthemantha (La Llave & Lexanza)

La flora del área urbana de la cuenca está representada según Rapoport et al. (1983), por una mayoría de especies nativas (70%) principalmente espontáneas y las introducidas significaban un 30% e incluían mayoritariamente cultivadas. En este mismo trabajo se señala que hay un descenso en la

riqueza florística desde la periferia hacia el centro urbano, salvo el caso de la zona desecada de Texcoco en la que hay una gran carencia de especies. El 20.1% de las plantas espontáneas y el 84.6% de las cultivadas son especies introducidas por el ser humano. De estas, Eurasia ha contribuido con el 65% de las espontáneas y el 51% de las cultivadas.

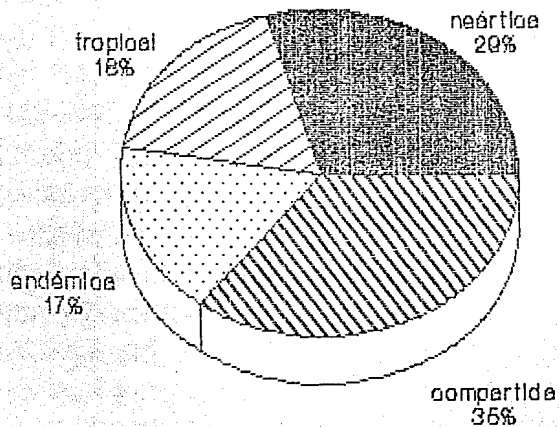
IV.4 La fauna.

A diferencia de la flora, la fauna presenta características peculiares desde el punto de vista zoogeográfico. Como vimos, desde el enfoque florístico la cuenca no es una unidad homogénea, esto se observa también para la fauna. A nivel de especies la afinidad de la fauna de la cuenca es en un 29% neártica, un 18% tropical, un 17% endémica y un 35% compartida (Figura 15). En la historia evolutiva de la cuenca han tenido una influencia notable las características fisiográficas propias de la Provincia Biótica Volcánico-Transversa. Las montañas han fungido como filtro impidiendo el acceso a numerosas especies y dejando paso, tanto de entrada como salida, a muy pocas (Ceballos y Galindo 1984).

Lagos y lagunas.

En la mitad meridional de la cuenca persisten restos del lago de Texcoco y la laguna de Zumpango, hacia el extremo NE se ubican las lagunas de Apam, Tecomulco y Toctón. El lago

Figura 16. Afinidad Biogeográfica de la Fauna de la Cuenca de México



de Xochimilco está reducido a un sistema de canales pantanosos. Halffter (1975) cita a Alvarez del Villar y Navarro (1957) y señala que en lo que queda del lago de Xochimilco y los canales de Chimalhuacán, Xochimilco, Tlahuac, Mixquic, etc aún habitaban 10 especies de peces; 5 en Zumpango; en Texcoca quizá debido a la salinidad del lago tan sólo había 2. Prácticamente toda la fauna asociada a estos medios está en grave riesgo de desaparecer junto con los propios cuerpos de agua.

Las montañas

Según Halffter (1975) una de las características más llamativas de la fauna de las montañas que rodean la cuenca es la pobreza de especies. Señala, así mismo, que en general, y en particular en las montañas la mayoría de los mamíferos del valle son de hábitos nocturnos. En la actualidad muchos de los grande mamíferos ya han desaparecido de la cuenca o están en vías de hacerlo. Se observa además la ausencia de peces y la pobreza de invertebrados en los ríos de las montañas del valle.

A continuación presentamos unas listas de organismos de diversos grupos, tomadas básicamente de Halffter, 1985; Maldonado, 1953; Wilson y Ceballos, 1986 y Herrera, 1990.

PECES (especies nativas de la cuenca).

Algansea tincella (juile).

Chirostoma jordani (charal)

Chirostoma regani (charal) se reporta como especie exclusiva de las lagunas y lagos del sur de la cuenca. Es sumamente escaso.

Chirostoma humboldtianum (pescado blanco, iztacmichin) se encuentra sumamente disminuido.

Evarra bustamantei (juile). Restringida a los canales de San Gregorio Atlapulco D.F.

Evarra tlahuacensis (juile). Se reporta extinta para la cuenca.

Evarra eigenmanni (juile). Se encuentra sumamente disminuida.

Girardinichthys viviparus (yacapitzahuac, iztacmichin o mexclapique). Según Halffter (1975) es el pez más ampliamente distribuido en la cuenca.

ANFIBIOS (especies nativas de la cuenca)

Ambystoma lacustris (ajolote). Esta especie fué reportada para la laguna de Zumpango.

Ambystoma carolinae (ajolote).

Ambystoma tigrinum (ajolote). Se localizaba en la desaparecida laguna de Santa Isabel en la Zona de Zacatenco.

Bufo compactilis (sapo aguagua).

Chiropterotriton chiroptera (salamandra).

Hyla eximia (ranita, sapito, xuchcatl).

Hyla lafrentzi (rana).

Pseudoeurycea leprosa (salamandra).

Rana montezuma (rana, acacueyatl).

Rana pipiens (rana).

Rhyacossiredon altamirani (ajolote).

Schaphiopus multiplicatus (sapito).

Schaphiopus edule (ajolote). Ambas especies se encuentran sumamente afectadas en su distribución debido a la desecación de los lagos.

Siredon mexicanum (achoque, ajolote, axolotl).

REPTILES (especies nativas de la cuenca)

Abronia spp. (lagartija).

Crotalus triseriatus anahuacus (vibora de cascabel).

Diadophis spp. (culebras).

Eumeces spp. (lagartija).

Gerrhonotus imbricatus (escorpión, techchicotl). Son organismos que viven cerca del agua o en zonas pantanosas.

Gerrhonotus sp. (lagartija).

Kinosternon hirtipes (tortuga). Maldonado (1953) señala que es una especie de amplia distribución en el altiplano.

Kinosternon integrum (tortuga). Maldonado (1953) señala que es una especie de amplia distribución en el altiplano; era muy común en Xochimilco.

Kinosternon pensylvanicum (tortuga de pozo). Se encontraba, aún en 1890, en abundancia en todos los lagos de la cuenca salvo el de Texcoco.

Onychotria mexicana (tortuga de pozo).

Phrynosoma sp. (camaleón).

Pituophis spp. (culebras).

Sceloporus a. anaëus (lagartija).

Sceloporus f. ferrariiperesi (lagartija).

Sceloporus m. microlepidotus (lagartija).

Thamnophis collaris (culebra de agua). Esta especie, al igual que las siguientes tres, se distribuyen en todos los lagos del valle, aunque son más abundantes en Xochimilco.

Thamnophis melanogaster (culebra de agua, culebra ranera).

Thamnophis pucherilatus (culebra de agua).

Thamnophis scalaris (culebra de agua).

Thamnophis insignarum (culebra de agua).

AVES (especies residentes de la cuenca)

Quizá fueron las aves el grupo más representado en la cuenca tanto en especies residentes como en migratorias. De las primeras muchas ya han desaparecido de la zona y de las segundas numerosas especies ya no la usan más como refugio.

Nocedal (1987), plantea cuatro categorías para distinguir los procesos de adaptación de las aves al medio urbano:

Los urbanistas completos: especies que se encuentran exitosamente adaptadas y realizan su ciclo de vida, o al menos su reproducción en el medio urbano.

Los urbanistas estables: no necesariamente se limitan a vivir en el medio urbano aunque se favorecen con su desarrollo.

Los urbanistas convencionales: sólo se encuentran en espacios donde las condiciones de urbanización no son extremas tales como parques, jardines, etc.

Los urbanistas potenciales: no se encuentran normalmente en áreas urbanas. El medio urbano no es el más adecuado para su desarrollo.

Aegolius acadicus (northern saw-whet owl). Especie poco común que se encuentra en áreas urbanas y suburbanas.

Aeronautes saxatilis (vencejo blanco). Anida en el valle de Contreras y en el Ajusco.

Anas d. diazi (pato triguero). Se cree que esta extinto de la cuenca.

Aramides cajanea mexicana (gallineta de Moctezuma, popoxcal). Es probable que ya no se encuentre en la cuenca.

Aymophila ruficeps (zacatonera).

Basileuterus rufifrons (duraznero).

Buteo jamaicensis (red tailed hawk). Es rara como residente y común como invernante. Anida en los bosques de coníferas al sur y al este del Distrito Federal en Contreras y Tlalpan.

Calothorax lucifer (colibrí). Anida en el Pedregal de San Angel y en el Bosque de Tlalpan. Ha sido reportado en Tepepan, Indios Verdes, Iztapalapa, Contreras y Barranca del Muerto.

Caprivulgus vociferus (whip-poor-will). Se encuentra comúnmente en los bosques de pino encino al sur y suroeste del Distrito Federal.

Carpodacus mexicanus (gorrión).

Cassidix palustris (zanate). Especie endémica del valle, en Halffter (1975) se reportaba como especie en peligro de extinción.

Catherpes mexicanus (saltaparedes).

Ceryle alcyon (Martín pescador, achalalactli, michalalactli). Herrera (1890) la reportó como residente en Xochimilco. Actualmente se considera extinta para la cuenca.

Charadrius vociferus (killdeer). Se distribuye en las zonas inundables y campo abierto de Cuernavaca y Xochimilco.

Colaptes auratus (northern flicker). Se le encuentra en las zonas de sauces en Xochimilco y en los bosques de pinos y encino al sur y al oeste del Distrito Federal.

Columba livia (paloma de piedra). Común en áreas urbanas y suburbanas.

Contopus pertinax (papamosca).

Coragyps atratus (black vulture). Se encuentra extinta como residente del Bosque de Chapultepec. Ahora se observa como visitante en el invierno (Wilson y Ceballos, 1986).

Cypseloides niger (chestnut-collared swift). Se le ubica en el valle de Contreras, se ha observado en San Gregorio Atlapulco y cerca de la estación de televisión del canal 13 en el Periférico Sur.

Dendrocopos scalaris (pájaro carpintero). Se le encuentra ampliamente distribuido, pero preferentemente en los bosques

de sauces y eucaliptos en Xochimilco, en el Pedregal de San Angel y en Contreras.

Dendrocopos stricklandi (strickland's woodpecker). Es una especie rara como residente y usualmente se le encuentra por debajo de los 2,800 m en bosques de coníferas donde los pinos son dominantes.

Dendrocopos villosus (hairy woodpecker). Se encuentra en los bosques densos de coníferas al sur y al oeste del Distrito Federal.

Falco sparverius (gavilán).

Fulica a. americana (gallareta común, quachilton). Anida en el lago norte de Cuernavaca y a lo largo de los canales entre Cuernavaca y San Gregorio Atlapulco.

Gallinula chloropus. Se encuentra en las zonas inundables de Cuernavaca y Xochimilco.

Glaucidium gnoma (northern pygmy-owl). Es probable que sea residente poco común de los bosques de coníferas al sur y al oeste del Distrito Federal.

Himantopus mexicanus (black-necked stilt). Se tiene ubicada una colonia de entre 50 a 100 pares cerca de las zonas inundables de San Gregorio Atlapulco.

Hirundo rustica (golondrina).

Hyalocharis leucotis (colibrí). Es muy abundante, anida en las áreas boscosas al sur y al oeste del Distrito Federal.

Lampornis clemenceae (blue-throated humming-bird). Se encuentra en los bosques de pino al sur y al oeste del Distrito Federal así como en los bosques de encino de Contreras.

Nycticorax nycticorax hoactli (perro de agua, hoactli). Evidencia fósil muestra que esta especie habita el Valle desde hace 33,000 años. En 1974 en el Bosque de Chapultepec existían dos colonias con un total aproximado de 315 individuos (Halffter, 1975). En el trabajo de Necedal (1987) realizado entre 1978 y 1979 ya no se reporta esta especie ni para la primera ni para la segunda sección del bosque. Wilson y Ceballos (1986) señalan que en 1984 fueron observados dos nidos cerca de la estación del metro General Anaya.

Otus kennicottii (western screech-owl). No es claro que esta especie sea residente.

Otus trichopsis (whispered screech-owl). Tiene hábitos nocturnos y quizás a esto se deba que haya pocos registros.

Oxyura jamaicensis rubida (pato tepalcate, atapalcatl, yacatextli, yacatextotli). Halffter (1975) señala que había una reducida población. Wilson y ceballos (1986) señalan que probablemente anida en los pequeños lagos al este de Cuernavaca y que ocasionalmente se le encuentra cerca de San Gregorio Atlapulco y al este de Tulyehualco.

Parus sclateri

Passer domesticus (gorrión).

Pipilo fuscus (ilalmototli).

Podiceps auritus (zambullidor, acitli). No vuelan.

Podylimbus podiceps (zambullidor, acitli, yacapitzahoc).

No vuelan, anidan en las zonas inundables de Cuernavaca.

Xochimilco. En el invierno es común en el canal de Cuernavaca y en el Lago Nabor Carrillo de Texcoco.

Porphyryula martinica (gallareta azul, yohoalcoachillin). Es probable que ya no se encuentre en la cuenca.

Porzana carolina (gallineta de agua, atotolli). Es probable que ya no se encuentre en la cuenca.

Psaltriparus minimus

Rallus l. limicola (rascón, rascón de agua). En Halffter (1975) se consideraba ya en vías de desaparición de la cuenca. En 1994 se observaron un adulto y dos juveniles al este de Cuernavaca. (Wilson y Ceballos, 1986).

Rallus longirostris tenuirostris (rascón, rascón de agua). Especie endémica del valle. Se desconoce su situación actual.

Recurvirostra americana (american avocet). Residente ocasional.

Rhynchopsitta pachyrhyncha (cacarita, loro). Característica de la parte central de México; según Herrera (1890) se encontraba en las montañas de la Sierra Nevada.

Scardafella inca (coquita). Se le encuentra por debajo de altitudes de 3,000 m.

Selasphorus platycercus (broad-tailed hummingbird). Poco común, se le ubica en los bosques de coníferas al sur y al oeste del Distrito Federal.

Spinus psaltria (dominicano).

Spizella passerina (chimbuto).

Thryomanes bewickii (saltaparedes).

Trogon citreolus melanocephala (coa, pito real, tzinizcan).

Trogon mexicanus (coa, pito real, tzinizcan).

Turdus rufopaliatus (primavera).

Tyto alba (Common barn-owl). No es muy claro que esta especie sea residente, hay pocos registros provenientes de Xochimilco.

Xenospiza bailevi sierrae Especie de las altas montañas de la cuenca. Se considera desaparecida de la zona.

Zenaida macroura (mourning dove). En invierno se le observa en las zonas inundables y campos abiertos de Xochimilco; en verano está confinado a los bosques de cauce, casuarina y bucalipto al este de Cuernavaca.

MAMIFEROS (especies nativas de la cuenca)

Ancora geofroyi (murciélago). En la zona de Tepozotlán y al SW de la Ciudad de México (1966).

Artibeus aztecus aztecus (murciélago). En la Barranca de los Idolos al SW de la Ciudad de México.

Baiomyx taylori analogus (ratón pigmeo). Ampliamente distribuido al sur de la cuenca en el Distrito Federal y en el Estado de México.

Bassariscus astutus astutus (cacomiztle, cacomiztle, tepemactlaton). Hay registros para el Distrito Federal,

aunque son antiguos (Hall y Kelson, 1959). Los del valle de México datan de 1980 y también hay reportes para Hidalgo. Canis lastrans caotit (coyote, coyotl). El último registro en la cuenca data de Herrera (1980). Se cree que la especie se mantiene en zonas del Istacihuatl y en algunas localidades de Hidalgo.

Choeronycteris mexicana (murciélago). Pedregal de San Angel y al SW de la Ciudad en la Barranca de los Idolos.

Cratogeomys irolonis (tuza llanera, tuzán).

Cratogeomys tylosinus arvalis (tuza llanera, tuzán).

Cratogeomys irolonis (tuza).

Cratogeomys m. merriami (tuza).

Cratogeomys merriami (tuza llanera, tuzán).

Cratogeomys tylosinus arvalis (tuza).

Cryptotis goldmani (musaraña). Registros en el Cañón de Contreras, Cerro de Santa Rosa, Contreras y Amecameca (1970).

Cryptotis parva (musaraña). Bosque de Chapultepec (1970), Cerro de Santa Rosa, Contreras (1953), Tlalpan (1970), Canal de Cuernavaca, Canal de Xochimilco, Xochimilco (1953), San Juan Zitlaltépetl y Tlapacoya (1970).

Dasypus novemcinctus mexicanus (armadillo). Cerro de Zacayuca (1953), La Cima (al S de la Ciudad de México), Zoquiapan.

Didelphis virginiana californica (tlacuache). Hay registros en el Bosque de Chapultepec (1973), Ciudad Universitaria, Mixcoac (1953), Pedregal de San Angel (1973) Tacubaya (1953), Tlalpan (1973), Amecameca (1973).

Dipodomys phillipsii (rata canguro). Tlalpan, carr. México-Tlahuac, Amecameca, Zumpango.

Eptesicus fuscus miradorenensis (murciélago). Pedregal de San Angel, Atizapán de Zaragoza, Amecameca-Tlaxacas (1972).

Eumops underwoodii (murciélago). Ha sido observado en el cerro del Chiquihuite y en el Pedregal de San Francisco.

Felis concolor azteca (puma). Existen registros de Herrera (1980) en el Cerro de las Cruces y en el Istacihuatl. Es probable que actualmente la especie esté extinta de la cuenca.

Felis pardalis (tigriillo). Especie extinta de la cuenca.

Glossophaga soricina (murciélago). Hay registros en la zona de Milpa Alta (1966).

Idionycteris phyllotis (murciélago). Ciudad Universitaria (1966), Amecameca-Tlaxacas.

Lasiurus cinereus cinereus (murciélago). Chapultepec, Col. Narvarte (1966), El Peñón, San Jerónimo, Tacubaya (1953).

Lasiurus ega xanthinus (murciélago). Colonia del Valle, Xochimilco.

Leptonycteris nivalis (murciélago). Hay registros en la zona de Milpa Alta (1966) y ha sido observado en la colonia Roma (1972).

Leptonycteris verbabuenae (murciélago). Zona de Milpa Alta, Coapa, Coyoacán (1966), Tlapacoya (1972).

Lepus californicus (liebre de cola negra). Texcoco, San Cristóbal Caltepec.

Liomys irroratus (ratón). Ajusco, Pedregal de San Angel, Ciudad Universitaria, San Jerónimo, Tlalpan, Xochitepec, Ecatepec, Zoquiapan (1973), Tlalmanalco, Tlanepantla.

Lynx rufus escuinapae (lince). Especie extinta de la cuenca. Villa (1953) la reporta para el sur del Distrito Federal.

Mephitis macroura macroura (zorrito rayado). Tlalpan, Parres, San Gregorio Atlapulco, Amecameca, Apan y otras localidades en Tlaxcaça.

Microtus m. mexicanus (metorito, ratón alfarero). Ampliamente distribuido en la zona urbana y agrícola del Distrito Federal. También se le ubica al sureste y norte de la cuenca.

Molossus ater nigricans (murciélago). Colonia Guadalupe Inn (1966), Iztapalapa (1980).

Molossus molossus aztecus (murciélago). En la cuenca sólo se le ha visto en Amecameca (localidad tipo) (1966).

Mormocops megalophylla (murciélago). Ciudad Universitaria, Coapa, Xochitepec (1972).

Mus musculus brevirostris (ratón gris). Distribución cosmopolita, abundante en las zonas urbanas.

Mustela frenata (comadreja). Tlalpan, Este sureste de la ciudad de México, Popocatepetl, Sur de Pachuca.

Myotis lucifugus (murciélago). Bosque de Chapultepec, cerro de la Villa, Coapa, (1972), Acolman, Texcoco (1967).

Myotis velifer (murciélago). Bosque de Chapultepec, Ciudad Universitaria, Coapa (1953), Coyoacan (1966), Iztapalapa (1953), el Xitle, Ecatepec, Texcoco, Tepozotlán (1966).

Myotis volans (murciélago). Amecameca, Zoquiapan (1980).

Nasua narica (teñón, pizotli, quahupecotli). Especie extinta de la cuenca.

Nasua nasua mularis (coati). Los registros datan de 1980 y ha sido reportada para el Ajusco y el Chichinautzin.

Natalus stramineus (murciélago). Cerro del Xitle, y Acolman (1953)

Nectoma mexicana torquata (rata monterá). Existen registros antiguos de la zona de Ciudad Universitaria y otras localidades en la ciudad de México. Hay observaciones al Sureste de la cuenca.

Nectomodon alstoni (ratón de los volcanes). Ampliamente distribuido al Sur y Sureste del D.F. y al Sureste de la cuenca.

Odocoileus virginianus (venado cola blanca). Especie extinta de la cuenca. En los cincuentas todavía había reportes de su presencia en la zona de Tlalpan.

Oryzomys palustris (rata). Se ha registrado en Tlalpan y Xochimilco.

Pappogeomys merriami (tuza). Se ubica al S de la cuenca en las sierras del Ajusco, Las Cruces, y la Nevada, se ha observado también en el cerro Zacatepec, en Ciudad Universitaria, Churubusco, Huipulco, Tlalpan, Parres.

Pappogeomys tylosinus tylosinus (tuza). Col. Del Valle, Coyoacan (1968), Texcoco, Los reyes, San Agustín Acolman, San Juan Teotihuacan, Venta de Cuapia.

Perognathus flavus (ratón). Tlalpan (localidad tipo) (1959), Zumpango, Texcoco, Tlalmanalco, Tepexpan.

Peromyscus aztecus (ratón). Se le ha localizado en el SW del Distrito Federal y al E de la cuenca en Amecameca.

Peromyscus boylii (ratón). Se encuentra fundamentalmente hacia el SW del Distrito Federal.

Peromyscus difficilis (ratón). Tiene una amplia presencia en la cuenca en zonas rurales y urbanas.

Peromyscus hyalocetes (ratón ocotero).

Peromyscus maniculatus labecula (ratón). Se encuentra ampliamente distribuido en toda la cuenca, incluidas las zonas urbanas. En el distrito federal se encuentra en casi todas las Delegaciones.

Peromyscus melanophrys (ratón). Se ha registrado en Contreras y en Nopaltepec Edo. de México al N del Distrito Federal.

Peromyscus melanotis (ratón montañero). Se encuentra bien representado hacia el SW del Distrito Federal y al E de la Cuenca.

Peromyscus truei oratus (ratón). Ampliamente distribuido en la cuenca en zonas rurales y urbanas.

Elecotus mexicanus (murciélago). Ladera N del cerro del Ajusco, ciudad Universitaria, Contreras (1966), Desierto de los Leones (1953), Barranca de los Idolos (1966), Acolman, Tepetlaoxtoc.

Elecotus towsendii australis (murciélago). Panteón de Dolores (1966), Acolman, Lago de Texcoco (1959).

Procyon lotor (mapache, cihuatlamacozqui, mapachi, tlamaton, mapechquahn pecotli). El último registro data de Herrera (1980). En 1950 se observó en el Ajusco y en Tlalpan.

Pteronotus parnellii (murciélago). Ha sido observado en Coapa y presumiblemente en Tacubaya (1972).

Rattus norvegicus norvegicus (rata gris). Se encuentra ampliamente distribuida en las ciudades, la Zona Metropolitana de la Ciudad de México no es la excepción.

Rattus rattus alexandrinus (rata negra). Especie de distribución cosmopolita que habita comúnmente en zonas urbanas.

Reithrodontomys ch. chrysopsis (ratón dorado). Ajusco, Contreras, La Venta, Santa Rosa, Amecameca, Zoquiapan, entre otros.

Reithrodontomys fulvescens toltecus (ratón). Se tienen reportes en el Cerro de Zacatpetl (1953), Contreras, San Bartolomé, San Jerónimo, San Angel, Tizapán y Tlalpan como localidad tipo.

Reithrodontomys megalotis saturatus (ratón). Se encuentra ampliamente distribuido en la cuenca tanto en zonas rurales como urbanas. Entre otros registros tenemos: Ajusco, Chapultepec, Tlalpan, Contreras, Coyoacán, Pedregal de San Angel, Huipulco, San Jerónimo, Zacayuca, Amecameca, Zumpango.

Reithrodontomys microdon wagneri (ratón). Cañón de Contreras (1959).

Reithrodontomys sumichrasti sumichrasti (ratón). Existen reportes para el Ajusco, Contreras, San Bartolomé, Amecameca y ladera W del Popocatepetl.

Pomerolagus diazi (zacatuche, teporingo, conejo de los volcanes). Existen múltiples registros de la presencia de estos organismos en la zona, sin embargo muchos se encuentran severamente amenazados por la extensión de la mancha urbana hacia las zonas de pie-montano o inclusive más altas. Ajusco, Cerro Pelado, Milpa Alta, Parres, Chichinautzin, Huitzilac, Iztaccihuatl, Popocatepetl, Zoquiapan, Tlalmanalco.

Sciurus aureogaster (ardilla). Se distribuye al SW y SE de la Cuenca en el Ajusco, Cruz de Coloxtitla, Desierto de los Leones, Amecameca, Iztaccihuatl, Popocatepetl.

Sciurus oculatus oculatus (ardilla arborea). Se ha observado al S de la cuenca en la zona de Parres.

Sigmodon hispidus berlandieri (rata). Jardín Botánico de Ciudad Universitaria, Zumpango.

Sigmodon leucotis (rata algodonera). Hay registros de su presencia al Sur del Distrito Federal y al Sureste de la cuenca.

Sorex oreopolus (musaraña). Se ha registrado en Parres, en el Pedregal de San Angel, Zoquiapan, Río Frio e Ixtacihuatl (1981).

Sorex s. saussurei (musaraña). Se ha observado en el Cerro de Zacayuca (1953), Contreras (1947), Pedregal de San Angel, San Jerónimo.

Sorex vagrans (musaraña). Hay registros en Monte Río a 55 Km al ESE de la Ciudad de México y en la ladera N del Popocatepetl (1984).

Spermophilus mexicanus (ardilla de tierra). Chapultepec, Coyoacán (1947), Peñón Viejo, San Gregorio Atlapulco, Lomas de Becerra Mixcoac (1953), Iztapalapa, Tlalpan (1953), Texcoco (1953), Zoquiapan (1981), Tlalmanalco (1953).

Spermophilus v. variegatus (ardillón, techalote, ardilla de pedregal). Ajusco, Pedregal de San Angel, Ciudad Universitaria, Coyoacan, Parres, Tlalpan, Tulyehualco, Amecameca, Popocatepetl, Tlapacoya, Zumpango.

Spilocalle butoripes angustifrons (cerrillo manchado). Pedregal de San Angel, Tlalpan, cerro de la Caldera, Apan.

Sylvilagus cunicularius cunicularius (conejo serrano o montés). Ajusco, Parres, Topilejo, Río Frio, Zoquiapan, Tlalmanalco.

Sylvilagus floridanus orizabae (conejo castellano). Ajusco, Chapultepec (1953), cerro Ocopixaco, Iztapalapa, Parres, pedregal de San Angel, Tlalpan, Topilejo, Iztaccihuatl, Catlínchán, Popocatepetl, Río Frio, Texcoco, Temanantla.

Tadarida macrotis (murciélago). Ciudad Universitaria, Indios Verdes (1966), Tacubaya (1953), multifamiliar Miguel Alemán (1966).

Tadarida brasiliensis (murciélago). Bellas Artes, Ciudad Universitaria, Coapa, Col. Algarín, Iztapalapa (1980), San Idelfonso, Tacubaya (1953), Tlalpan (1966), Xochimilco,

mncpo. de Almoyán, San Cristobal Ecatepec, Zoquiapan, Tecamachalco, ex hacienda de Xala. Taxidea americana (tialcoyote). Ajusco, Topilejo y Cuautitlán.

Thomomys umbrinus vulcanius (tuza serrana). En la región del volcán Popocatepetl.

Thomomys umbrinus peregrinus (tuza serrana). Al S de la cuenca en la zona de Parres, en las laderas de la sierra de las Cruces y en en el Popocatepetl.

Urocyon cinereargenteus (zorra). Hay registros en el Jardín Botánico exterior de la UNAM y en El Chico, Hidalgo.

A manera de conclusión

En la actualidad, el reemplazo de diversos ecosistemas como es el caso del acuático, y sus efectos son prácticamente irreversibles. Existe una necesidad imperiosa de actualizar estas listas para conocer a fondo la situación actual de estas y muchas otras especies. Hay un desplazamiento sin retorno de las comunidades que se asentaban en lo que hoy es la zona urbana de manera que muchas especies han desaparecido o presentan una distribución muy restringida, conservar las expresiones similares, nunca iguales, de este tipo de comunidades es tarea impostergable. Hay que detener el proceso de urbanización y agriculturización de las zonas de pendientes, y hacer una selección seria con base en análisis florísticos y faunísticos de las zonas que deben ser protegidas.

EL HABITAT URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO

CAPITULO V

EL AGUA uso abuso y mal uso

V. I El agua en las urbes.

El agua es elemento vital, sin embargo no toda el agua es accesible; en el planeta, alcanza volúmenes de 1.5 billones de Km^3 de los cuales 97% son aguas oceánicas, 2.0% se halla congelada en los polos, el 0.64% se ubica en los mantos acuíferos, y las aguas superficiales constituyen apenas el 0.36%.

Del agua que se evapora de la superficie oceánica, 435 mil $\text{Km}^3/\text{año}$, el 90% regresa de manera directa a través de la precipitación y los vientos desplazan el 10% hacia los continentes (120 mil $\text{Km}^3/\text{año}$), ahí se evaporan unos 73 mil $\text{Km}^3/\text{año}$ más lo que se va a los mantos acuíferos, lo que deja un remanente de 37 mil Km^3 que se escurre a través de las cuencas hasta llegar al mar y completar así el ciclo hidrológico (Toledo et al. 1989).

El agua es elemento fundamental en los procesos de asentamiento de los grupos poblacionales, como líquido vital, como medio de transporte, como sistema de defensa, etc. Inclusive para muchos antropólogos, el agua ha sido elemento básico en el proceso de sedentarización de las poblaciones

humanas, ya que ha sido este elemento el que ha hecho posible, en gran medida, la agricultura de riego y con ello los asentamientos humanos estables.

Desgraciadamente, en general, los grupos humanos han terminado por perder de vista el paisaje como conjunto. El agua ha devenido un recurso del que uno ya no se percata. Sin embargo la problemática del agua en los países del tercer mundo y en particular en el nuestro, es extremadamente compleja y presenta múltiples facetas.

La cuenca de México, como ya se dijo, es una presa natural permeable que presenta fugas a través de fracturas en el basamento oligocénico que drenan hacia el sur, norte y noreste. Se cree que estas filtraciones contribuyen a los caudales que afloran en los valles de Cuernavaca y Cuautla, lo que nos permite asumir una integración de estas cuencas en un sistema aún más grande (CCCCP, 1988). La distribución del agua que se infiltra hacia los acuíferos se calcula que la Sierra de las Cruces, el 70% circula hacia la Cuenca del Lerma y un 30% a la de México; en la Sierra del Chichinautzin los flujos conducen un 40% al valle de Cuernavaca, un 60% a la cuenca de México; en la Sierra Nevada 50% se va al valle de Puebla y la otra mitad a la Cuenca (Ortega, 1989) (Figura 1).

Las infiltraciones de agua en las sierras afloran en manantiales a orillas de las planicies centrales o pasan a través de capas permeables hacia el subsuelo. En la sierra del Ajusco-Chichinautzin, cubierta de malpaisales jóvenes,

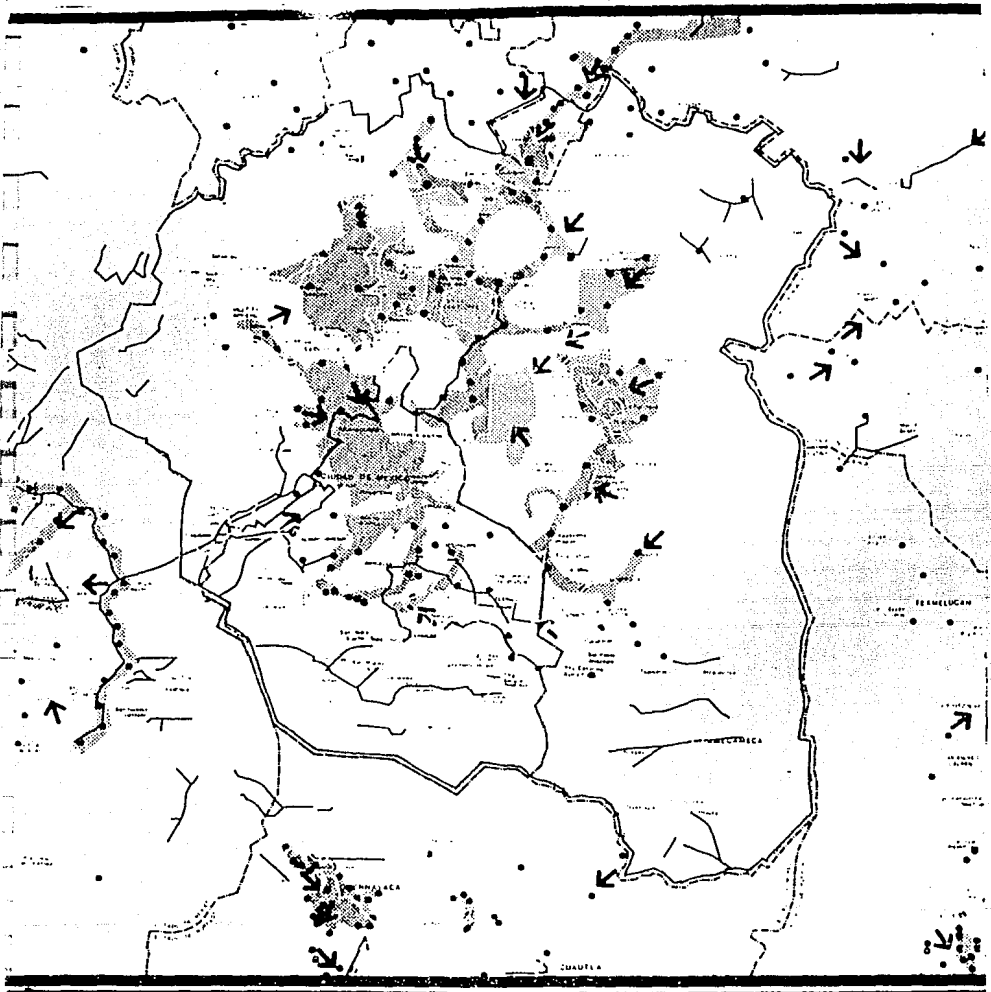


FIGURA 1 **HIDROLOGIA**
AGUAS SUBTERRANEAS

SIMBOLOGIA

- Limite Estatal
- Limite ZMCM
- ▬ Acueducto
- ⊕ Area de pozos
- Pozo en Acuífero
- Dirección del flujo subterráneo

existen grandes infiltraciones como se puede apreciar en los manantiales existentes a sus faldas. Esta sierra tiene una alta capacidad de recarga acuífera hacia los mantos subterráneos (Figura 2).

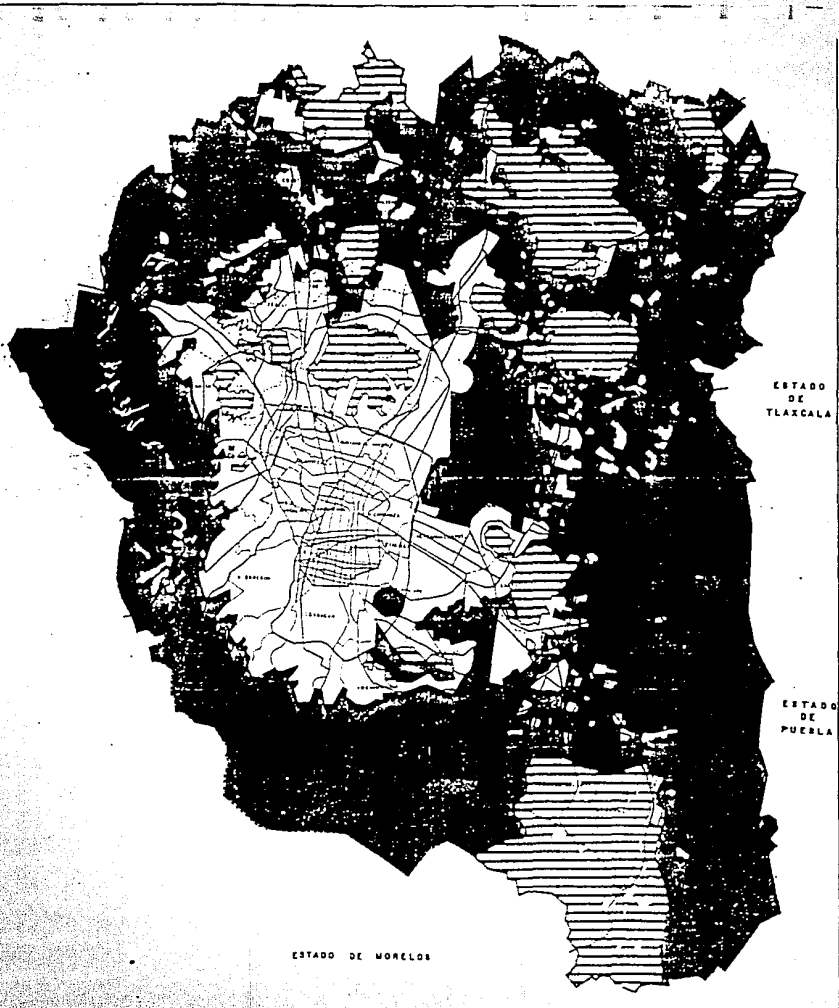
Las montañas que rodean la cuenca permiten la formación de corrientes fluviales que drenan hacia el interior de la misma. Algunas de las corrientes más importantes son los ríos de Coyocacán y Mixcoac provenientes del Sur y SurOeste; el de Guadalupe por el Oeste y el de Cuautitlán al NorOeste; hacia el Este el de Teotihuacan, Papalotla, Texcoco y Coatepec. (CCCF, 1988)

Se ha observado que la urbanización, en particular el incremento poblacional, la densidad de construcción y el suelopavimentado afectan los procesos hidrológicos.

Conforme la población crece, la demanda de agua se incrementa, al igual que la producción de aguas residuales. El área de superficie impermeable crece, el sistema de drenaje se modifica y los microclimas locales se alteran.

Debido al incremento del área impermeable, una gran cantidad de la precipitación se pierde en corrientes superficiales, a diferencia de los espacios no urbanizados en donde el agua se infiltra.

La temperatura en los espacios con construcciones y áreas pavimentadas es, en general, más elevada que en las áreas no urbanas. Esto puede implicar una notable baja de la humedad relativa de la atmósfera y de la humedad del suelo. Así mismo, los cambios en la calidad del agua están íntimamente



ESTADO
DE
TLAXCALA

ESTADO
DE
PUEBLA

ESTADO DE MORELOS

FIGURA 2
RECARGA ACUIFERA

- | LINEA URBANA
- △ LIMITE DE CRECIMIENTO URBANO
- ZONA DE RECARGA ADYACENTE
- ▨ ZONA DE ALTA PERMEABILIDAD
- ▤ LIMITE DE ZONA METROPOLITANA
- ⋮ LIMITE MUNICIPAL

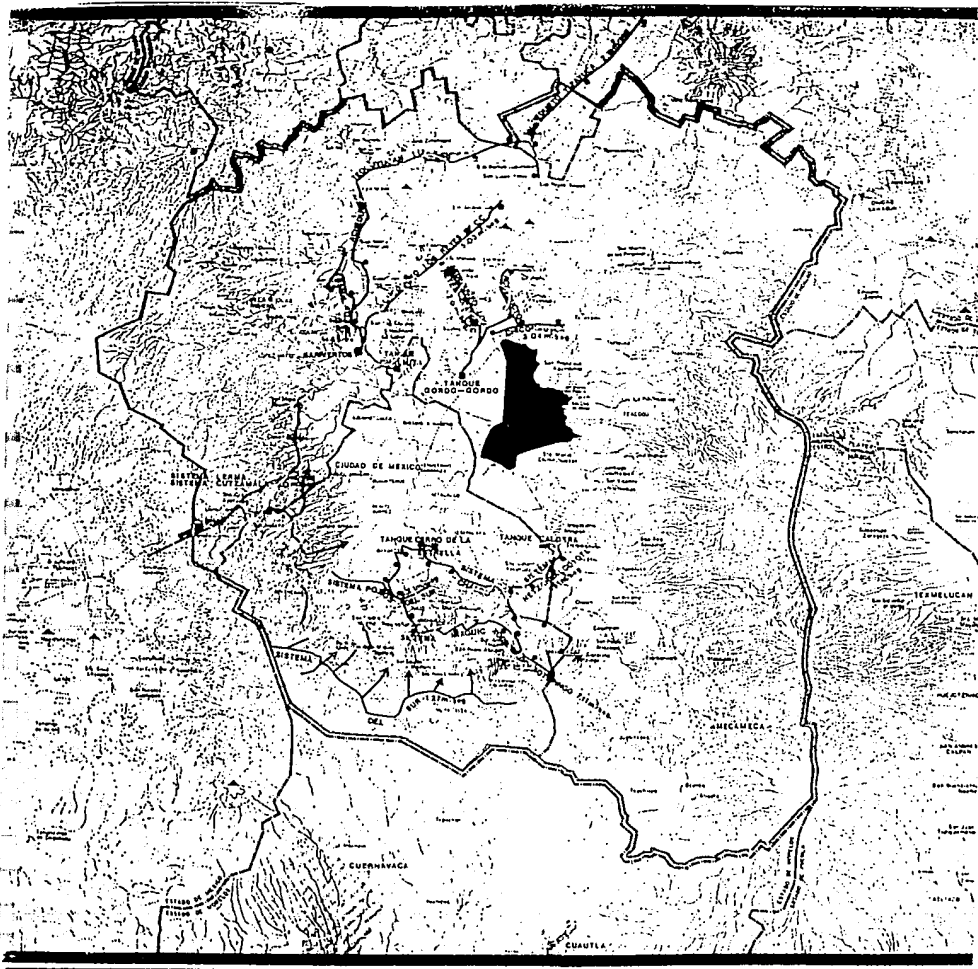


FIGURA 3 HIDROLOGIA

SISTEMAS ACTUALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

SIMBOLOGIA

- Limite Estatal
- Limite ZMCM
- ▬ Ríos
- Canales
- Tanque
- ▲ Cuerpos de agua
- Acueductos
- Presas
- Pozo

spp.), la disenteria bacteriana (Shigella spp.), la disenteria amibiana (Entamoeba histolytica) la hepatitis infecciosa (viral), etc.

La ZMCM es uno de los espacios más contaminados del país, y a su vez uno de los mayores generadores de contaminación para otras áreas. Los cuerpos de agua subterráneos y los pocos superficiales que subsisten presentan diversos grados de contaminación, en términos de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), originada por el manejo inadecuado de las aguas residuales generadas en diversas actividades urbanas, industriales y agrícolas.

Hay elementos contaminantes de los acuíferos que son difíciles de cuantificar como los lixiviados de los tiraderos de basura a cielo abierto, la pérdida de aguas albañales en la red de drenaje, el sistema de fosa séptica, sobre todo a través de grietas. Como ejemplo, los asentamientos del Pedregal de San Angel, una zona de gran infiltración, utilizan este sistema percolando sus desechos hacia los acuíferos. Además se han encontrado en algunos pozos del área de Xochimilco elevadas concentraciones de nitrato en el agua debido a la contaminación industrial.

Se cree que los acuíferos de la cuenca están protegidos gracias a las gruesas capas de arcilla, que se consideran barreras impenetrables de diversos contaminantes hacia los depósitos de agua. Sin embargo estudios recientes han mostrado que los acuíferos si son vulnerables, ya que las

arcillas no son tan impermeables puesto que a gran escala presentan muchas fracturas. (Informa, 1930).

La riqueza de los acuíferos subterráneos de la cuenca ha sido, desde el nacimiento de la ciudad, fuente primordial para el abastecimiento de agua a sus moradores. Los aztecas la obtenían desde los manantiales de Chapultepec; hacia el siglo XX se obtuvo el recurso de los manantiales al pie de la sierra del Chichinautzin; en los años treinta se crearon pozos de extracción lo que acarreó diversos hundimientos en el área urbana; posteriormente se echó mano de las aguas infiltradas de la sierra de las Cruces.

Así mismo, esta riqueza en cantidad también se presenta en diversidad ya que la cuenca de México cuenta con una inmensa variedad de acuíferos. A gran profundidad el agua tiene microelementos como boro, litio, cesio, rubidio, cadmio, etcétera que son utilizados en la óptica, la medicina y la fotografía y que nosotros no estamos aprovechando.

En los sesentas se amplió la captación de las infiltraciones del Chichinautzin desde Xochimilco hasta Mixquic; poco después se comenzó la extracción en la zona de Cuautitlán y Huehuetoca.

Los hundimientos de la ciudad se deben esencialmente a la falta de agua en el subsuelo, generada por la sobreexplotación y la retracción de entre 6 y 10 veces el volumen de las arcillas provocada por la deshidratación. El hundimiento ocurre debido a la extracción del agua almacenada entre las arcillas, con lo cual se provoca una depresión

equivalente a una carga, como si se le estuviera aplastando, ya que al no haber la presión hidrostática de los acuíferos, el terreno se hunde, fenómeno conocido como subsidencia de tierra, la cual generalmente ocurre de manera no uniforme, por lo que es más grave.

Los hundimientos diferenciales han producido daños en las construcciones, los pavimentos y los drenajes. Durante los años cuarentas hubo un hundimiento promedio de 15.6 cm, en los cincuentas fue de 35 cm, en los sesentas de 8.2 cm y en los setentas de 6 cm anuales (CCCCP, 1988). Se supone que la reducción en la velocidad y profundidad del hundimiento se debe a la reducción de pozos de extracción en la ciudad.

En estudios gravimétricos realizados entre 1953 y 1963, se observa, a través de una línea imaginaria trazada desde el Cerro de Chapultepec, pasando por el Peñón de los Baños, hasta Texcoco que la parte más afectada por los hundimientos corresponde a la que ocupa la Ciudad de México. Esto corrobora su alto contenido de sedimentos y su vulnerabilidad ante la sobrecarga, la explotación de agua subterránea y los movimientos telúricos (Granillo y González, 1986).

El ciclo hidrológico local de la cuenca se ha visto afectado debido, además de la propia urbanización del Área, a grandes obras de entradas y salidas de agua. Ya en la época de la colonia se construyó, primero el túnel y posteriormente el tajo de Nochistongo; en la época independiente el Gran Canal del Desagüe; a mediados del siglo-XX el Interceptor del

Poniente y a partir de los años sesentas el Sistema de Drenaje Profundo.

El sistema hidrológico subterráneo es un sistema semiconfinante de materiales granulares arenosos de 3m en promedio. Se conoce como la capa dura, que ha pesar de ser un estrato muy delgado juega un papel muy importante, debido a su alta permeabilidad, entre dos estratos de escasa permeabilidad pero de alta capacidad de almacenamiento. Bajo estos materiales lacustres se localizan las formaciones acuíferas actualmente en explotación. Los depósitos profundos, un estrato granular de origen volcánico de gran espesor, en algunos casos se encuentra a más de mil metros de profundidad. debajo de este acuífero granular se encuentra otro de roca volcánica fracturada que se extiende a más de dos mil metros (Herrera, et al. 1989).

El aprovechamiento de las corrientes se ha visto mermado a medida que éstas se contaminan o se azolvan los vasos, algunos construidos desde el siglo XIX. Entre los vasos de almacenamiento encontramos 5 lagunas, 41 presas y 44 jagüeyes. De estos, la mayor parte se encuentra aterrada por lo que la capacidad de almacenamiento es sólo del 36%. Las lagunas permanentes son Apan, Tochac, Coatlalco, Puerto y Tecomulco.

La cuenca de México presenta déficit de agua debido a que la demanda excede la disponibilidad natural. Se calcula que la cantidad de agua de lluvia que penetra en los acuíferos alcanza alrededor de los 20 m³/seg. Se está estudiando

aproximadamente tres veces esa cantidad (Informa, 1990) (Figura 4). Esto ha obligado a la importación del recurso de fuentes externas. La lejanía de las fuentes aprovechables y la necesidad de subir el agua al nivel de la cuenca a significado grandes costos en los procesos de importación. Las principales fuentes Cutzamala, Amacuzac y Tecolutla requieren elevarse mil metros en promedio (Figura 4).

El abasto de agua a la Ciudad de México siempre ha requerido de importantes obras para su conducción y transporte, evidentemente, en función del tamaño del área urbana y número de pobladores los requerimientos de abasto, así como la propia infraestructura hidráulica han ido en aumento.

Ya los aztecas utilizaron los manantiales de Chapultepec transportando el agua a través de un acueducto localizado a lo largo de la calzada de Tacuba. En los inicios de la colonia se mantuvo esta fuente y este sistema. Alrededor de 1525 se otorgaron las primeras concesiones obligando a los permisionarios a realizar tomas domiciliarias. En 1575 fue necesario traer agua de Santa Fe ya que la procedente de Chapultepec era insuficiente.

En los albores del siglo XVII se construyó el acueducto de la Verónica que corría paralelo al Río Consulado y que se unió al de Tacuba. En el siglo XVIII se creó el acueducto de Guadalupe el cual conducía aguas provenientes de Tlalnepantla hacia el Tepeyac; a mediados del siglo se perforaron hasta 1000 pozos de poca profundidad explotados por particulares, y

a fines del siglo se utilizaron los manantiales del Desierto de los Leones a través del acueducto de Chapultepec.

La extracción de agua provocó severos hundimientos e implicó que se buscaran fuentes alternativas. En la primera década del siglo XX se elaboró el acueducto de Xochimilco y en 1912 el manantial de Chapultepec se agotó.

Desgraciadamente, las necesidades de la población hacían urgente la obtención del preciado líquido y entre 1938 y 1948 se perforaron 93 pozos profundos acrecentándose a 18 cm anuales el hundimiento de la zona urbana en esos años. En 1954 se suspendieron los permisos a particulares para perforar pozos y se cerraron muchos que ya existían, sin embargo, hasta la fecha se sabe de la existencia de numerosos pozos clandestinos.

En 1930 se iniciaron los estudios para importar agua a la ZMCM. El primer estudio se orientó a la captación del río Lerma concluyéndose los trabajos en 1951. En 1957 se trajo agua de Chiconautla; en la década de los sesentas se perforaron 50 pozos "alejados" de la ciudad en zonas arcillosas que desde luego causaron hundimientos, además, se agotaron los manantiales de Xochimilco por lo que se perforaron nuevos pozos. En 1977 se hicieron pozos en el Periférico, Tlahuac, Nezahualcoyotl y en Los Reyes Teoloyucan. A partir de 1975 se incorporan a la red de abastecimiento las aguas procedentes de la cuenca del río Cutzamala (CCCCP, 1988).

El bombeo de agua del subsuelo, al igual que el desarrollo urbano en términos de la expansión de las zonas asfaltadas en detrimento de los suelos, así como la recolección del agua de lluvia a través de la red de drenaje, han repercutido en una baja de los niveles freáticos y superficiales, al extraer el agua de los acuíferos y al impedir la recarga de los mismos al sacar el agua de lluvia de la cuenca.

La deforestación y pérdida de los suelos en las zonas de recarga ha conllevado a una disminución, difícil de cuantificar, en los volúmenes de infiltración de agua a los mantos subterráneos.

Si bien el abastecimiento de agua ha sido difícil desde los primeros asentamientos, a partir de los cincuentas, como efecto de la expansión urbana y demográfica de la zona, éste se ha vuelto sumamente crítico.

En 1986 el abastecimiento de agua fue de $60 \text{ m}^3/\text{seg}$ para surtir a alrededor de 17.5 millones de habitantes. Esto nos da un servicio teórico de 296 litros/persona/día que equivale al 37% del servicio en la URSS y al 49% del de Francia. Sin embargo, la dotación real en la ciudad de México es aún menor debido a las pérdidas en la red, que en ocasiones llegan hasta un 30% ($18 \text{ m}^3/\text{seg}$). Además, el reparto del agua es increíblemente desigual, por ejemplo, en Lomas de Chapultepec se consumen 450 l/p/d (litros/persona/día), mientras que en Ciudad Nezahualcoyotl el consumo es de 30 l/p/d (Ruiz Esparza, 1987) y en la Sierra de Santa Catarina es de 16

La disponibilidad del agua en función de los ingresos económicos en la ZMCM

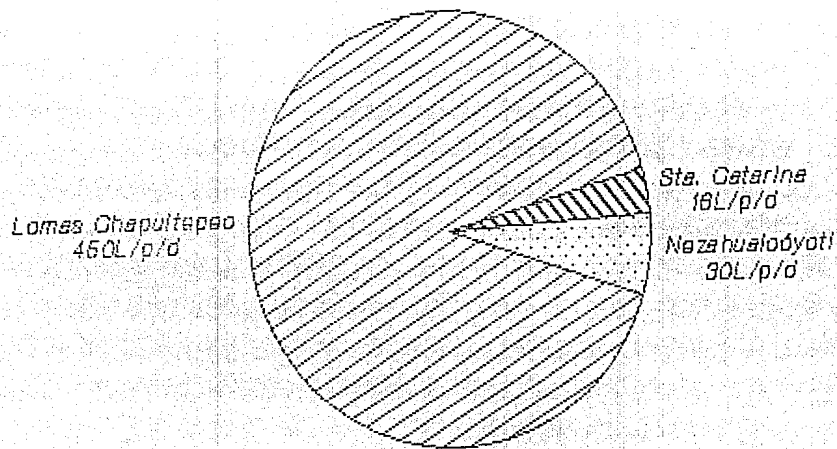


Figura 4.

litros/persona/día.

1/p/d. (Marco Michel, Delegado de Iztapalapa. (Sep. 1989 IV Seminario Sobre Economía Urbana) (Figura 5)

En este mismo año (1986) el caudal de agua procedía en un 71.4% de fuentes internas de la cuenca (casi en su totalidad obtenida de 600 pozos, algunos a profundidades cercanas a los 450 m) y un 23.8% de externas y un 4.76% de reuso (Figura 6 y 7)

En las fuentes externas el sistema Cutzamala contribuyó con el 11.6% (7 m³/seg) y el Lerma con el 14.9% (9 m³/seg). (CCCP, 1988) (Figura 5).

Se calcula un incremento de 1.436 litros/seg./año durante el periodo de 1988-1994. Esto quiere decir que la demanda se incrementará a 72.33 m³ para 1994. Para satisfacer esta demanda se espera que las fuentes externas incrementen su aporte considerablemente: Cutzamala 19 m³/seg. (a través de 127 km de tuberías, Castillo, 1990), Tecolutla 15 m³/seg, Amacuzac 14 m³/seg, sistema libres oriental 7 m³/seg, y el sistema Tlautla Rosas con 1 m³/seg. (CCCP, 1988) (Figura 5).

Abastecer a la ZMCM con aguas externas ha repercutido negativamente en estos espacios, así como en las poblaciones que antes se surtían de estas fuentes.

Como ejemplos podemos señalar el de El Estado de México, quien es uno de los principales abastecedores, a través del sistema Lerma y del sistema Cutzamala, tiene severos déficits en el suministro de agua para su ciudad capital. Además, el volumen de exportación acuífera ha afectado las actividades agrícolas, donde la lámina de agua es insuficiente para el

Fig. 5

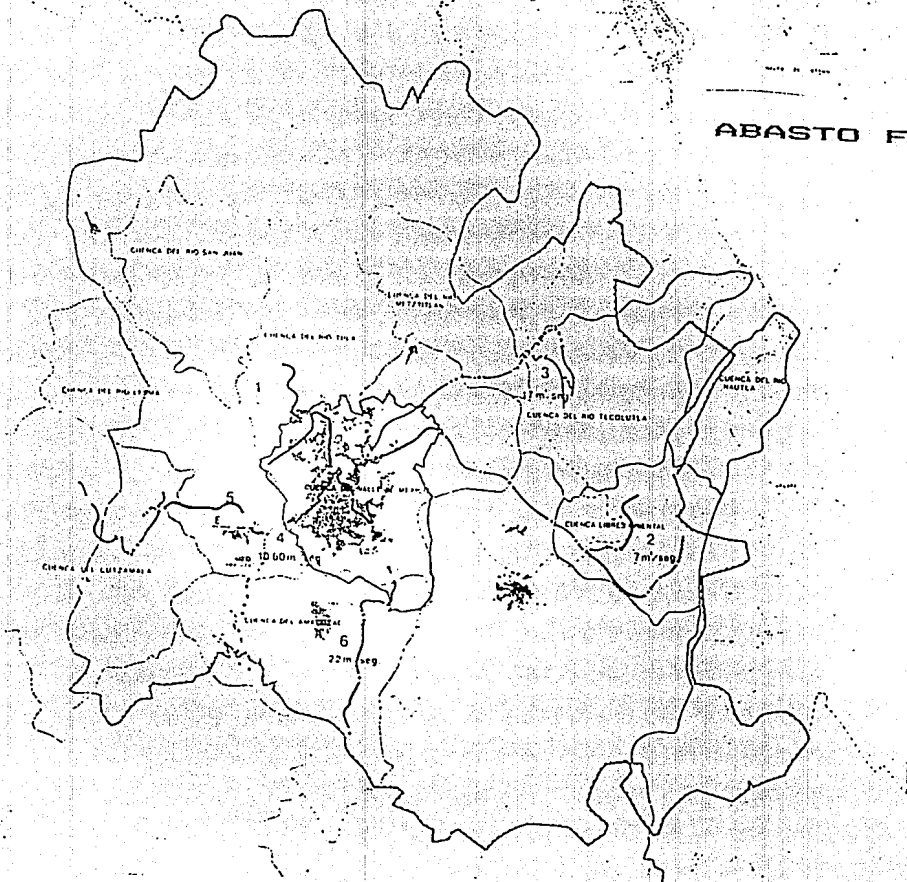
ABASTO FUTURO A LA ZMCM

SIMBOLOGIA

- Limite Estatal
- - - Limite ZMCM
- ⊕ Rios
- ▭ Cuerpos de agua

Fuentes posibles de abasto de agua potable a la ZMCM

- Alto Amacuzac
0-10.6m³/seg.
- Cutzamala
0-6m³/seg.
- Alto Tecolutla
0-17m³/seg.
- Taxhimay-Tlautla
0-5m³/seg.
- Medio Amacuzac
0-22m³/seg.
- Libres Oriental
0-7m³/seg.



HIDROLOGIA

desarrollo de los cultivos. En las superficies cultivables comprendidas en las cuencas del Alto Pánuco y Valle de México Lerma se presentan valores de tirantes hidráulicos del orden de 0.30 m; mientras que la superficie cultivable de la cuenca del Balsas presenta un valor de 1.15 m. (PEDU, 1986).

La cuenca del alto Lerma presenta drenajes azolvados y contrapendientes en algunos puntos de su cauce. Este río se caracteriza por elevados niveles de contaminación, desde su nacimiento hasta la presa José Antonio Alzate, debido a las descargas del corredor industrial Toluca-Lerma.

Como parte de la infraestructura del servicio de agua, se cuenta con cuatro plantas potabilizadoras que generan un volumen de 12 millones de m³ de agua bebible. La red primaria de agua potable abarca una extensión de 585.9 km² y la secundaria de 12064 km². (INEGI, 1990).

La distribución del agua se lleva a cabo a través de más de 220 tanques de almacenamiento con una capacidad de 1,900,000 m³. con una extensión en líneas de conducción de 900 km de las cuales se desprenden las redes de servicio, primaria y secundaria. En el Distrito Federal se cuenta con 102 plantas de bombeo para subir el agua a las zonas altas del poniente. (PGDU del DF, 1987-1988).

En el Distrito Federal se calcula que alrededor del 95% de la población cuenta con toma domiciliaria, en los municipios conurbados del Estado de México se considera un orden de cobertura del 85%. (CCCP, 1988). Para el D.F. el 74.4% dispone del servicio dentro de la vivienda, el 16.2% lo tiene

afuera, 5.3% son abastecidos mediante llaves públicas y 3.4% a través de pipas o pozos clandestinos (PGDU del DF 1987-1988).

En la ZMCM el 69% del agua se destina a uso doméstico, 16% a la industria y 15% a comercios y servicios (Figura 9). Si sólo tomamos en cuenta la dotación de agua destinada a uso doméstico para calcular lo que efectivamente se distribuye, tenemos que el servicio teórico efectivo es del orden de 190 litros/persona/día.

En 1980 se demandaban 1,747 millones de m^3 de agua potable; 430 millones de m^3 para la industria y 3,431 para riego (García, 1986).

ABASTO DE AGUA A LA ZMCM

FUENTES

SISTEMA	SUBTERRANEAS	SUPERFICIALES
Chalchila (Edo. de Mex.)	271 pozos	
El Risco (Edo. de Mex.)	25 pozos	
Ranál Texcoco	7 pozos	
Xotepingo (Del. coyoacán)	30 pozos	
Chiconautla (NE Cuernca)	39 pozos en batería	
Xochimilco	115 pozos	
Sistema Norte (N Cuernca)	35 pozos	
Sistema Oriente (E del D.F.)	38 pozos	

Sistema Centro (Centro D.F.)	100 pozos	
Sistema Poniente (W del D.F.)	20 pozos aprox.	
Sistema Sur (S del D.F.)	40 pozos	
Tulyshualco	33 pozos	
Tlahuac	17 pozos	
La Caldera (Mixquic, D.F.)	15 pozos	
Rio Magdalena		n.c.
Pozos Privados	regis. 450 estia. 5,000	
Sistema Lerma (Edo. de Mex.)	271 pozos $9m^3/seg$	
Tecolutia (E de la Cuenca)		$15m^3/seg$
Ayacuzac (S de la Cuenca)		$11m^3/seg$
Oriental (SE de la Cuenca)		$7m^3/seg$
Cutzamala presas		sistema de 7
(Edo. de Mex.)		$19m^3/seg$

V. II Sistema artificial de drenaje.

El drenaje de la ZMCM recibe aguas negras (70%) y aguas de lluvia (30%) evitando que estas últimas se incorporen a los acuíferos del subsuelo (Figura 10).

FIGURA 6
DRENAJE

INSTRUMENTOS TECNICO

AREA URBANA
 LINEA DE DRENAJE URBANA

GRANDES COLECTORES

- 1 DRENILE PROPUNDO
- 2 INTERCEPTOR CENTRAL
- 3 INTERCEPTOR CENTRO-PONIENTE
- 4 INTERCEPTOR ORIENTE

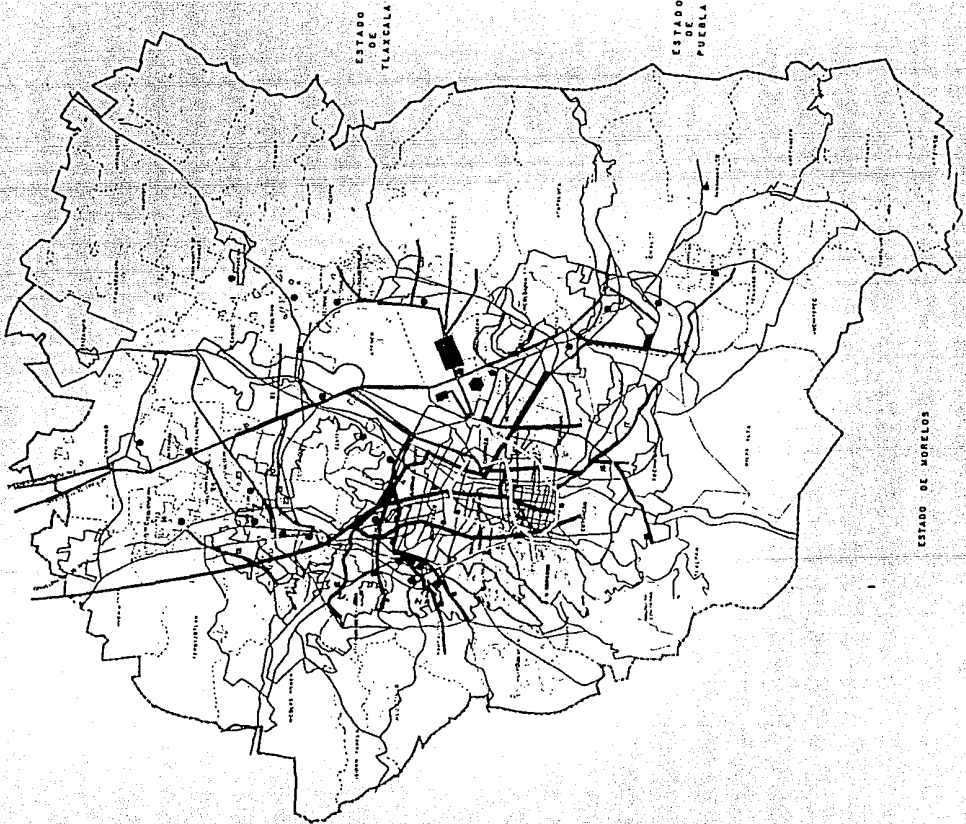
- 5 COLECTOR ENTUBADO
- 6 INTERCEPTOR DEL PONIENTE
- 7 RIO DE LA URBANA
- 8 RIO DOMINICANO

- 9 COLECTOR A CIELO ABIERTO
- 10 RIO DE LOS MERCADOS
- 11 RIO DE SAN VICENTE
- 12 RIO SAN VICENTE
- 13 RIO CUATRICOLA
- 14 RIO DE SAN VICENTE
- 15 RIO DE SAN VICENTE
- 16 RIO DE LA COMARCA
- 17 RIO DE SAN VICENTE
- 18 CANAL NACIONAL
- 19 RIO SAN VICENTE

- 20 COLECTORES A CIELO ABIERTO
- 21 INTERCEPTOR TRANSCOMUNAL
- 22 INTERCEPTOR TRANSCOMUNAL
- 23 PUNTO DE SANEAMIENTO
- 24 COLECTOR VERTICAR

- 25 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 26 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 27 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 28 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 29 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 30 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 31 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 32 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 33 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 34 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 35 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 36 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 37 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 38 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 39 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 40 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 41 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 42 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 43 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 44 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 45 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 46 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 47 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 48 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 49 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 50 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 51 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 52 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 53 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 54 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 55 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 56 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 57 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 58 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 59 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 60 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 61 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 62 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 63 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 64 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 65 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 66 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 67 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 68 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 69 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 70 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 71 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 72 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 73 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 74 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 75 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 76 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 77 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 78 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 79 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 80 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 81 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 82 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 83 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 84 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 85 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 86 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 87 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 88 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 89 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 90 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 91 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 92 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 93 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 94 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 95 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 96 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 97 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 98 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 99 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA
- 100 PLANTEL DE ENTUBAMIENTO DE ANA

- LINEA DE ZONA METROPOLITANA
- LINEA NACIONAL



ESTADO
TLAXCALA

ESTADO
DE
PUEBLA

ESTADO DE MORELOS

Del agua que llega a la cuenca el 61% se evapora, 15.1% se filtra hacia los mantos freáticos, 2.1% es fijada por los organismos y el 20.1% restante sale del sistema (Ibarra et al. 1986).

La precipitación pluvial de la zona se calcula en 859mm/año en promedio, evaporándose la mayoría. El sistema de drenaje capta cerca de $19\text{m}^3/\text{seg}$ de los cuales el 84% ($16\text{m}^3/\text{seg}$) sale de la cuenca sin haber sido aprovechado.

Según el censo de 1980, el 75% de la población contaba con servicio de la red de drenaje. Según la Comisión de Conurbación del Centro del País, la demanda y la oferta de dicho servicio se mantiene, lo que equivale en la actualidad, a que alrededor de 4 millones de personas no gocen de dichos servicios, esto es, que defecan al aire libre, con los consecuentes efectos sanitarios y de salud.

El caudal del drenaje urbano en 1984 se estimó en $53.6\text{m}^3/\text{seg}$ captado a través del drenaje profundo, el cual cuenta con túneles de más de 50 km de longitud y 6.5 metros de diámetro.

Con las aguas residuales de la ZMCM se regaban, hasta 1991, cerca de 85 mil hectáreas, 10 mil en la cuenca de México y el resto en los valles del Mezquital y Alfajayucan (Figura 14). El prolongado riego con este tipo de aguas ha generado grandes problemas de contaminación de los suelos, de los mantos freáticos y ha tenido efectos negativos en la salud de los campesinos y de los consumidores de los diversos productos que ahí se siembran (CCCP, 1988).

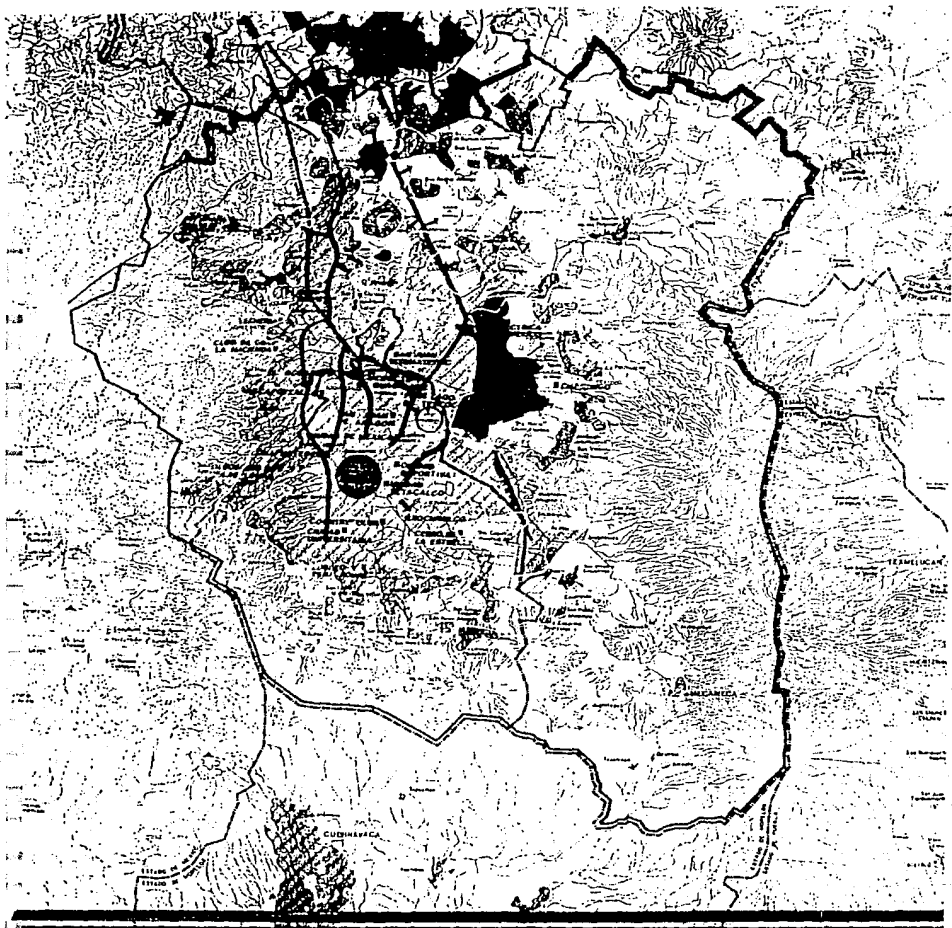


FIGURA 7 **HIDROLOGIA**
DRENAJE Y ZONAS DE RIEGO

SIMBOLOGIA

- Limite Estatal
- Limite ZMCM
- Descarga total de la ZMCM
46m³/seg
- Red primaria de drenaje

Una de las regiones hidrológicas más contaminadas es la del río Pánuco, la cual recibe 1,407 millones de m^3 /año de agua proveniente de la ZMCM. La carga orgánica, medida en Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), que recibe es de 632,535 toneladas al año, siendo el 47% de origen doméstico y el 53% restante de origen industrial (CCCCP, 1988).

Los principales ríos y canales que cruzan la región de Zumpango, entre los que destaca el gran canal de desagüe, se encuentran fuertemente contaminados ya que transportan las aguas de desecho del Distrito Federal. Además de las corrientes, existen almacenamientos afectados entre los que se encuentran la presa J. Antonio Alzate y las aguas de Zumpango y San Sebastián (FEDU, 1986).

El río Cuautitlán recibe aguas residuales del municipio Nicolás Romero lo cual, además de contaminar la presa de Guadalupe, imposibilita el uso de aproximadamente 2 m^3 /seg con fines potables. Los ríos Cuautla, Yautotec y Apatlaco, formadores del Amacuzac van contaminados por la descarga de 2498 l/seg de aguas residuales con una carga orgánica de 122 tons./día de DBO (CCCCP, 1988).

Agentes que contaminan las aguas.

Los elementos que potencialmente contaminan los cuerpos de agua son sumamente numerosos y pueden ser clasificados, a grosso modo, en tres grupos: a)químicos, b)físicos y c)biológicos.

Los agentes químicos orgánicos disminuyen el oxígeno disuelto en el agua debido a las diversas reacciones que se dan en los procesos de autopurificación y a que estos compuestos son más inestables y se degradan con mayor facilidad que los inorgánicos. Los diversos organismos "descomponedores" actúan sobre los compuestos orgánicos reduciéndolos parcial o totalmente. Entre los compuestos orgánicos algunos se emplean como combustibles como el benceno, tolueno y xileno y otros como solventes entre ellos el tetracloroetileno, tricloroetileno, tetracloruro de carbono y broformo. Algunos elementos inorgánicos considerados contaminantes son el amonio, los nitritos y nitratos, sulfatos, fósforo, sodio, potasio, algunos metales como el mercurio, el plomo, el zinc y el cadmio.

De entre los contaminantes más dañinos a corto, mediano y largo plazo para la flora y la fauna acuáticas, o aquellas que reciben dichas aguas aunque sea de manera indirecta, son los metales pesados y los pesticidas.

Los agentes físicos se asocian a cambios de temperatura, color, olor y turbiedad lo que puede afectar el metabolismo de los organismos acuáticos ya que impiden el paso de la luz, disminuyen el nivel de saturación de oxígeno y afectan las propiedades organolépticas del agua.

Los agentes biológicos ubicados como contaminantes varían según el uso del agua. Por ejemplo, la presencia de algas o protozoarios en una laguna se considera absolutamente normal, pero si estos se encuentran en un recipiente o conducto de

NO HAY

HOJA

No. 157.

Los ríos que convergen a los lagos de Zumpango y Texcoco reciben fundamentalmente contaminantes de origen industrial, 72.99%.

Sectores industriales y principales tipos de desechos (Aguirre,

1986)

Industria	desechos principales
alimentaria	arena, azúcares, féculas, carbohidratos, proteínas, lípidos, huesos cáscaras, hojas, tallos.
celulosa y papel	solventes, resinas, carbohidratos, ligninas, celulosa.
textil	materia orgánica, arena,
petrolera, hidrocarburos, plomo, óxidos, compuestos azules	arena, sales, aceites ligeros, pesados, buros, parafinas, aerocaptanos, fenoles, ácidos orgánicos, de arsénico, sulfatos, sulfit
curtiduría, mordientes, calcio, de cromo, fosfatos, compuestos,	frados. arena, piel, pelo, grasas animales, aceites pesados, colorantes taninos, enzimas, sales de nitrogenadas, sulfuros, su amoniacales.
metal mecánica, cadmio, níquel, hierro, plomo, estaño, sales, complejos de amonio	lodos, polvos, abrasivos, cromo, cobre, zinc, aluminio, fosfatos, nitratos, sulfato y cianuros.
fertilizantes	nitratos y fosfatos.

Otra fuente de contaminación son los desechos sólidos arrojados directamente a los cauces naturales, así como el

percolamiento de los lixiviados hacia los acuíferos subterráneos.

La situación del agua ha sido elemento clave en la evolución de los asentamientos en la Cuenca. Ha sido y es, fiel reflejo del desequilibrio en el que se encuentran la ciudad y el paisaje natural. La precaria relación entre extracción y recarga de las aguas subterráneas ha generado innumerables problemas y peligros para la zona urbana.

Esta urbe es incapaz de abastecerse a sí misma del preciado líquido por lo que ha recurrido a fuentes cada vez más lejanas, con los consecuentes costos biológicos, económicos y sociales.

Así mismo, se ha convertido en un inmenso surtidor de aguas servidas, cuyo cauce vierte, sin ningún control ni tratamiento con los efluentes de los cuerpos de agua más importantes del país.

La situación del agua se ha convertido en una de las barreras más grandes para la existencia equilibrada de la ciudad con su entorno.

EL HABITAT URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO

CAPITULO VI

EL AIRE

VI.1 La contaminación atmosférica

La cuenca de México ha sufrido, desde la época prehispánica, múltiples alteraciones en el uso de los suelos, en la composición de especies vegetales y animales y en los equilibrios hidrológicos. Sin embargo, el crecimiento explosivo del Área urbana desde mediados del presente siglo ha agudizado estos procesos, e incluso ha generado otros como el deterioro de la calidad del aire.

La contaminación atmosférica es hoy uno más de los graves problemas que afectan tanto la calidad de vida de los seres humanos como la presencia o ausencia de numerosas especies animales y vegetales en la cuenca de México (Cuadro 1). Por esto, es necesario ubicar la cantidad y tipo de contaminantes presentes, conocer su génesis y los efectos que provocan en diversos organismos; entender los diversos procesos climatológicos y topográficos que inciden en la presencia, permanencia y disipación de los mismos; así como detectar la distribución y número de las fuentes emisoras. En este capítulo se abordan algunos de estos aspectos con la

CUADRO 1

RESUMEN DE ALGUNOS CONTAMINANTES

CONTAMINANTE	PROPIEDADES FÍSICAS	NIVELES DE CONCENTRACION	FUENTES ANTROPOLÓGICAS	FUENTES NATURALES	
SO ₂	Gas incoloro, olor irritante y picante detectable por snbor de niveles de 0.3 a 1 ppm., altamente soluble en agua (10.5 g/100 cm ³ a 293 K.)	En general se encuentra en un rango de 0.04 a 6 ppb. En áreas urbanas puede exceder, como promedio máximo diario 1ppm	Combustión de fuentes estacionarias, emisiones de procesos industriales, refinarias de petróleo y metal, combustión del carbón y motores diesel	Oxidación atmosférica de sulfidos orgánicos	Irritación de las conjuntivas y mucosas; afecta funciones pulmonares; agudiza padecimientos como el asma, bronquitis crónica y enfisema. Tiene efectos carcinogénicos; provoca trastornos cardiovasculares.
CO	Gas incoloro e inoloro inflamable y tóxico ligeramente soluble en agua.	Porcentaje global de concentración de 0.09 ppm. Las concentraciones del hemisferio norte son alrededor del doble de las del hemisferio sur. Los niveles urbanos llegan a exceder las 100 ppm.	Combustión de combustibles fósiles y motores de gasolina.	Oxidación atmosférica del metano y otros hidrocarburos.	Reduce el suministro de oxígeno por lo que provoca cansancio, dolor de cabeza, náusea, pérdida de sensibilidad y coordinación motora.
CO ₂	Gas incoloro, inoloro y no tóxico, moderadamente soluble en agua.	Las concentraciones globales se han incrementado de 290 ppm en 1990 a alrededor de 345 ppm en 1985.	Combustión de combustibles fósiles.	Procesos de respiración e intercambios de gases de los seres vivos con el medio, erupciones volcánicas.	Provoca lo que se ha dado en conocer como "efecto de Invernadero" el cual implica elevaciones de las temperaturas del planeta con consecuencias.
NO	Gas incoloro e inodoro, no inflamable, tóxico y débilmente soluble en agua.	Las concentraciones globales van de 10 a 100 ppt. Los niveles urbanos han sobrepasado las 500 ppb.	Combustión de gas natural y carbón, refinarias de petróleo, motores de gasolina y diesel, industrias.		
NO ₂	Gas rojizo a naranja, con olor agudamente picante tóxico, altamente corrosivo y absorbe luz sobre el espectro visible.	Los niveles globales van de 10 a 500 ppt. Las concentraciones urbanas llegan a sobrepasar las 500ppb	Combustión de gas natural, carbón, diesel y gasolina.	Actividad bacteriana y procesos naturales de combustión.	
O ₃	Gas incoloro, tóxico y debilmente soluble en agua.	Las concentraciones globales oscilan en un rango de 20 a 60 ppb. Las zonas urbanas contaminadas presentan rangos de 100 a 500 ppb	No lo producen fuentes primarias, se forma como contaminante secundario de reacciones atmosféricas entre hidrocarburos y oxidos de nitró-	Forma parte del ciclo del NO y O3 en la estratosfera Es parte de la química de la tropósfera, se transporta a la tropósfera.	Irritación de las conjuntivas; agrava padecimientos del sistema respiratorio y cardiovascular; provoca dolor de cabeza. En plantas provoca efectos diversos como clorosis, reducción de la productividad, detrimento del desarrollo floral y la germinación. En algunas bacterias causa mortandad y reduce el crecimiento.

intención de contribuir a la comprensión del fenómeno de la contaminación atmosférica en la cuenca de México.

La contaminación atmosférica la podemos definir como la impurificación de la atmósfera por inyección y permanencia temporal en ella de materias gaseosas, líquidas, o sólidas ajenas a su composición normal o en proporción claramente superior. Estas sustancias no son, necesariamente, tóxicas o nocivas, ni son siempre antropogénicas (generadas como consecuencia de la acción del ser humano). La erosión de los suelos ocasionada por el viento, el transporte de polen, los incendios forestales o las erupciones volcánicas son ejemplos de agentes naturales productores de contaminación.

Entre los procesos que componen la contaminación artificial señalaremos tres básicos:

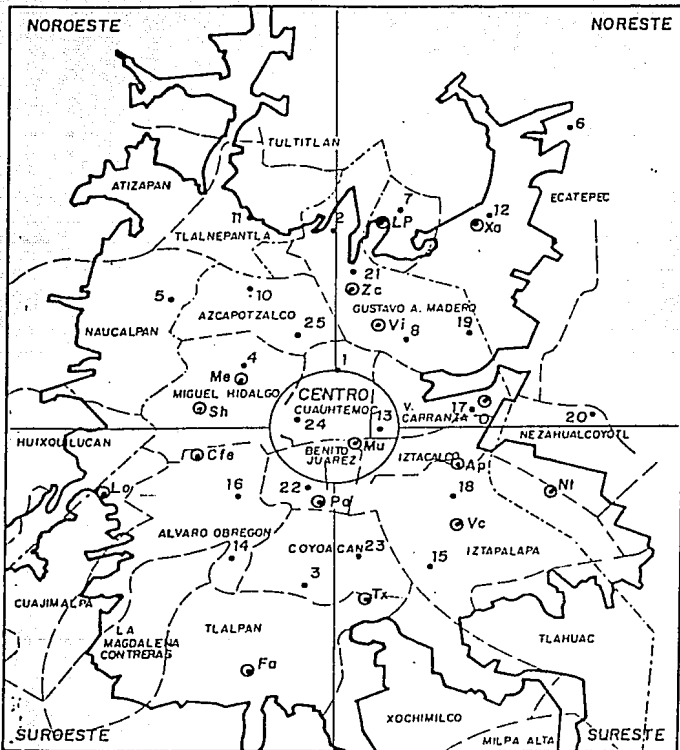
- 1) La emisión de contaminantes que se lanzan a la atmósfera y permanecen en ella durante un tiempo más o menos largo: tiempo de residencia.
- 2) El tiempo de residencia de los contaminantes en la atmósfera, está relacionado con la capacidad de ésta para dispersarlos a través de reacciones químicas y con el lavado de la atmósfera que efectúa la lluvia efectos que contribuyen a la reducción en la concentración de los contaminantes.
- 3) Al abordar la cuestión de la contaminación atmosférica se han de analizar los efectos de los contaminantes sobre los seres vivos, sobre las estructuras (metal, cemento, ladrillo, etc.) suelos, agua, o sobre las propiedades de la propia atmósfera como visibilidad, absorción y/o difusión de la

RED MANUAL

- Mu MUSEO
- Xa XALOSTOC
- Vi VILLA
- Lp LA PRESA
- Cu CUCHILLA DEL TESORO
- Me MARIANO ESCOBEDO
- Sh SECRETARIA DE HACIENDA
- Zc ZACATENCO
- Tx TAXQUEÑA
- Vc VICENTINA
- Nt NEZAHUALCOYOTL
- Ap AEROPUERTO
- Fa FELIPE ANGELES
- Po PORTALES
- Lo LOMAS
- Cfe MUSEO TECNOLOGICO CFE

RED AUTOMATICA

- 1 LAGUNILLA
- 2 VALLEJO
- 3 PEDREGAL DE STA. URSULA
- 4 TACUBA
- 5 ENEP ACATLAN
- 6 STA. MA. TULPETLAC
- 7 LA PRESA
- 8 LA V. BOMBEROS
- 9 SN. AGUSTIN
- 10 AZCAPOTZALCO
- 11 TLALNEPANTLA
- 12 SN. P. XALOSTOC
- 13 MERCED
- 14 PEDREGAL
- 15 C. DE LA ESTRELLA
- 16 PLATEROS
- 17 HANGARES
- 18 UAM IZTAPALAPA
- 19 ARAGON
- 20 NEZAHUALCOYOTL
- 21 I. M. P.
- 22 BENITO JUAREZ
- 23 TAXQUEÑA
- 24 MTO. INSURGENTES
- 25 CUITLAHUAC



radiación solar y terrestre, alteración en los balances de calor del sistema tierra-atmósfera, etc.

Estos tres puntos nos permiten visualizar el carácter interdisciplinario del tema. Es evidente que todo intento de tratamiento global del problema necesita de la colaboración de un grupo numeroso de personas con muy distinta formación: abogados, ingenieros, físicos, biólogos, químicos, médicos, meteorólogos, etc.

Es importante advertir que los datos en los que nos hemos basado para realizar este capítulo fueron facilitados por la Subsecretaría de Ecología de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) que es la única institución que cuenta con una red de monitoreo distribuida en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (Figura 1).

En función de que no hay fuentes alternativas para checar la exactitud y/o, veracidad de los datos hemos manejado los presentes con la reserva del caso. Consideramos que para análisis generales como el que se desarrolla en este trabajo, el uso de promedios es significativo para comprender la dinámica de los contaminantes en las diversas zonas a lo largo del año. Sin embargo, es evidente que para un tratamiento más fino los datos son escasos (Ver cuadros en Apéndice).

VI.2 Emisión de contaminantes

En la República Mexicana las emisiones anuales de contaminantes rebasan los 16 millones de toneladas, de las

cuales el 65% es de origen vehicular y el 35% lo generan fuentes industriales. En la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) se produce un poco más del 30% del total anual nacional, es decir, alrededor de 5 millones de toneladas de distintos contaminantes con diversos orígenes.

CUADRO 2

EMISION DE CONTAMINANTES EN LA ZMCM

CONTAMINANTE	Vehículos		Industria		Naturales		TOTALES	
	Ton/año	%	Ton/año	%	Ton/año	%	Ton/año	%
PST	41241	9.81%	128000	30.46%	251000	59.73%	420241	100.00%
SO ₂	7291	3.00%	236000	97.00%			243291	100.00%
HC	309890	69.27%	137500	30.73%			447390	100.00%
CO	3573427	98.54%	53000	1.46			3626427	100.00%
NOx	111324	62.08%	68000	37.92%			179324	100.00%
TOTAL	4043173	82.23%	622500	12.66%	251000	5.11%	4916673	100.00%

Fuente: SEDUE, 1988

Uno de los factores significativos y complejos que inciden en la calidad del aire es la localización, magnitud y diversidad de actividades industriales, comerciales y de servicios clasificadas como "fuentes fijas", o en algunos casos agrupadas bajo el nombre de "industria". Se considera que éstas son responsables de entre el 12 y el 15% de la emisión total de contaminantes y se estiman en más de 35 mil los establecimientos aquí agrupados.

De entre las fuentes fijas de mayor significancia en términos de generación de contaminantes en la ZMCM, tenemos

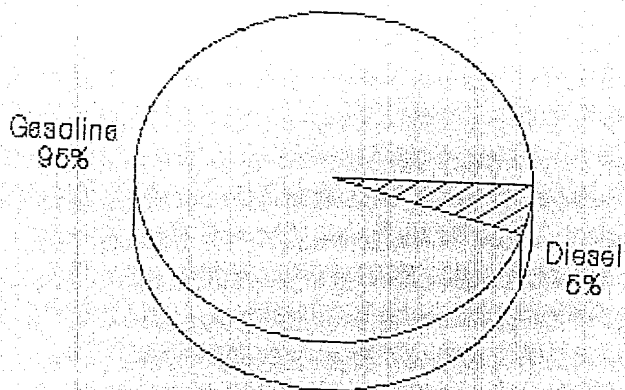
una refinería de petróleo (recientemente clausurada), dos plantas termoeléctricas, dos cementeras, plantas productoras de celulosa y papel, industria agroquímica, fábricas de vidrio y hule. También encontramos establecimientos más pequeños pero no menos importantes en la producción de contaminantes. Además, hay que sumar un sin número de emplazamientos clandestinos, de los cuales sólo se tiene conocimiento público cuando sufren algún accidente, como es el caso de la fábrica de solventes que se quemó en junio de 1988 en Iztapalapa, o el del almacén de materiales pirotécnicos que se incendió en diciembre del mismo año en la Merced.

Bajo el nombre de "fuentes móviles" se agrupa de manera esencial al parque vehicular, de ahí que también se les conozca con el apelativo de fuentes vehiculares. Del total de vehículos, el 95% utiliza gasolina como combustible y el 5% restante utiliza diesel (Gráfica 1). Los automotores que utilizan gasolina como combustible son los principales productores de CO, HC y NO_x. Los que usan diesel emiten en menor cantidad estos contaminantes, aunque adicionados con SO₂ y PST que generan emisiones visibles.

VI.3 Las Inversiones térmicas.

Las condiciones topográficas, climatológicas y de ubicación geográfica hacen de la cuenca de México una región particularmente sensible a la contaminación atmosférica.

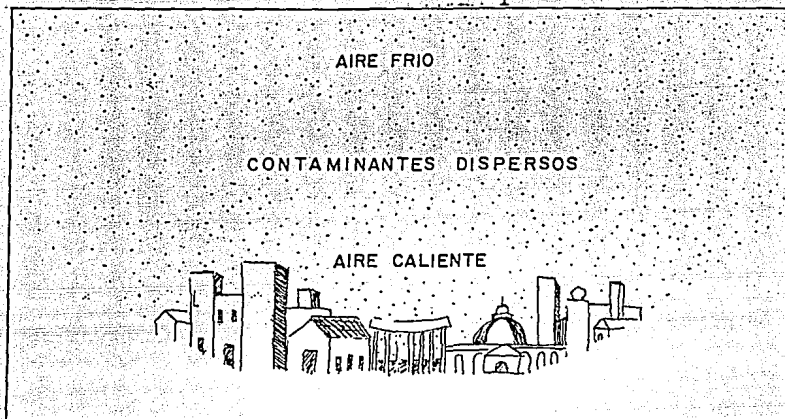
Figura 1. La mayoría de los automotores que circulan en la Zona Metropolitana de la Ciudad de la Ciudad de México, utilizan gasolina como combustible



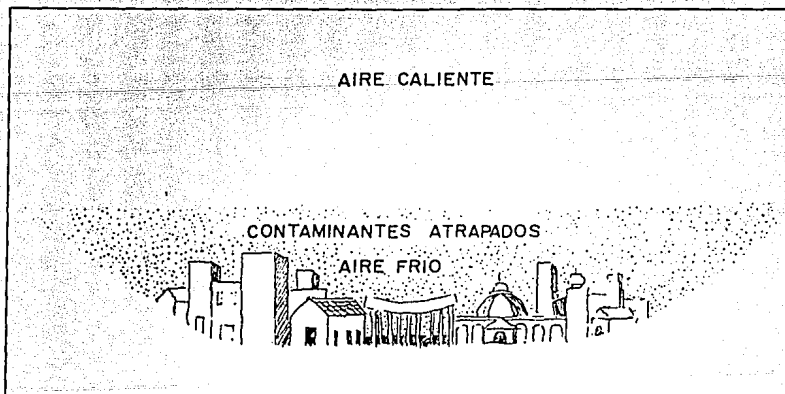
La inestabilidad ecológica de la zona, manifiesta en la transformación de los suelos naturales por asfalto, la pérdida de la cubierta vegetal, la modificación en los ciclos hidrológicos y la incapacidad de la atmósfera para procesar la inmensa cantidad de contaminantes que recibe al día, ha generado una sensible alteración de los equilibrios térmicos, favoreciéndose grandes variaciones de temperatura en periodos y distancias reducidos. Además se ha propiciado la recurrencia y permanencia de un evento atmosférico conocido como inversión térmica, durante el cual se impide la circulación vertical del aire con lo que los elementos contaminantes presentes quedan atrapados en las capas inferiores de la atmósfera.

En las inversiones de superficie se invierte la situación común de las capas de aire en la baja atmósfera, por lo que una capa de aire frío queda debajo de la de aire caliente (Figura 2). Cuando la capa de aire frío queda "atrapada", depende de la insolación que se recibe para que este efecto sea prontamente corregido. Esta situación se da como consecuencia del enfriamiento nocturno del suelo y de la capa de aire inmediata a él. Si la duración de la noche es suficiente y el cielo se encuentra despejado, el enfriamiento se extiende a capas de aire cada vez más espesas al mismo tiempo que pierde intensidad hacia arriba. Bajo estas condiciones, las cuales ocurren con mayor frecuencia en otoño, invierno y comienzos de primavera, casi no ocurre movimiento vertical del aire. En este caso existe una

Figura 2
CONDICION NORMAL



INVERSION DE SUPERFICIE



inversión desde el suelo, hasta una altura superior a los 100 metros (Puigcerver, 1979).

Las inversiones de superficie se destruyen a través de un mecanismo contrario al de su formación. Al salir el sol, la radiación de éste inicia el calentamiento del suelo, (no del aire ya que éste es esencialmente transparente a la radiación solar. El suelo emite radiación de onda larga que es absorbida por la delgada capa de aire inmediata la cual comienza a calentarse. Las partículas de esta capa adquieren menor densidad que las que tienen inmediatamente encima y por tanto tienden a ascender mientras que las otras descienden.

La energía solar reflejada por la Tierra sufre pocas perturbaciones, las proporciones de sus colores se modifican poco. Es una luz visible análoga a la que refleja la Luna. La energía no reflejada y que llega a la superficie del suelo es de alrededor del 75%. A unos 20 Km de altitud el ozono (O_3) absorbe la mayor parte de la radiación ultravioleta del Sol calentando la estratósfera.

La superficie del suelo recibe, en promedio, cerca de la mitad de la energía solar (es decir de los 344 W/m^2 que alcanzan a la Tierra sólo llegan al suelo 170 W/m^2) calentándose hasta alcanzar un equilibrio en el que pierde tanta energía como recibe.

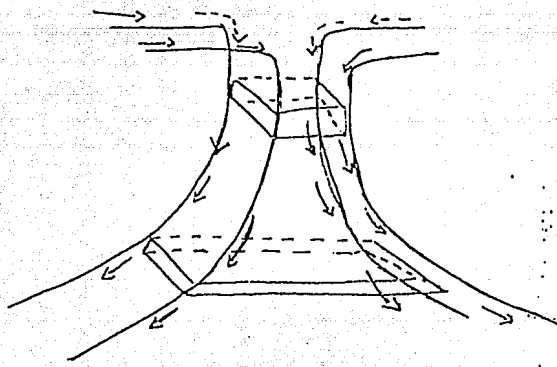
El calor del suelo, antes de irradiarse hacia afuera de la Tierra, es "cedido" al aire. Aunque el sol nos ilumina desde arriba, el aire se calienta desde abajo enfriándose con la altura. Esta radiación se emite íntegramente en infrarrojo.

Cuando una masa de aire se eleva dentro de la atmósfera se expande, ya que a grandes altitudes hay menos peso sobre ella. El trabajo mecánico que efectúa el aire ascendente al aumentar su volumen trae como efecto la pérdida de la energía interna dentro de su masa, lo que equivale a una disminución de la temperatura. Cuando una masa de aire desciende se comprime debido a que la capa de la atmósfera que se encuentra sobre ella es más gruesa lo que provoca que su temperatura se eleve. Así, el aire que asciende se enfría, en tanto que el que desciende se calienta (García, 1986). Cuando una partícula de aire se separa de su nivel inicial, evoluciona esencialmente sin intercambiar calor ni materia con el aire circundante. A esta evolución se le denomina adiabática. Al elevarse la partícula se dilata y efectúa trabajo a costa de su propia energía por lo cual se enfría.

En la Ciudad de México, gracias a la latitud en la que se ubica, la intensidad de la insolación es suficiente para revertir diariamente, durante todas las estaciones del año, este fenómeno de inversión. La duración del día tiene sólo 2 horas 20 minutos de diferencia en el año, por lo que la insolación es bastante uniforme y la variación térmica no es muy amplia durante el ciclo anual.

Otro mecanismo importante de formación de inversiones es característico de los anticiclones o sistemas de alta presión, que generan las llamadas inversiones de subsidencia. La divergencia originada por los vientos hacia afuera en

FIGURA 3:



INVERSION DE SUBSIDENCIA

superficie, se compensa en la parte alta del anticiclón* mediante convergencia y un lento movimiento de descenso continuo en la parte central del anticiclón, llamado subsidencia. Debido a este movimiento, un estrato de aire delimitado por un prisma va descendiendo lentamente al mismo tiempo que se aplasta en sentido vertical al ir encontrando presiones cada vez mayores y se dilata en el sentido horizontal por efecto de las líneas de corriente (Figura 3). La compresión adiabática produce calentamiento del estrato. El resultado es la formación de una fuerte inversión a 600 u 800 metros del suelo. El calentamiento adiabático producido por el descenso del aire reduce su humedad relativa; la inversión de subsidencia se caracteriza por un fuerte descenso de la humedad al pasar de la base a la cima de la inversión (Puigcerver, 1979).

Cuando el anticiclón se presenta en invierno, a los efectos de la subsidencia se pueden unir los de una inversión de superficie. El hecho de que los anticiclones sean sistemas de vida relativamente larga (en ocasiones varias semanas) y que la tendencia de las inversiones de subsidencia sea el ir descendiendo a lo largo de la duración del anticiclón (puede bajar hasta 200 metros sobre el suelo), configuran un panorama propicio en el que los contaminantes se acumulan generando situaciones de sumo peligro. Como casos catastróficos producidos en situaciones análogas en

* Un anticiclón es una zona de alta presión atmosférica que se extiende horizontalmente sobre miles de km^2 , y puede llegar hasta la base de la estratósfera.

donde los componentes azufrados rebasaron al menos 10 veces el valor de la norma, tenemos el del Valle del Mosa en Bélgica del 1 a 5 de diciembre de 1930; Donora, Pennsylvania del 26 al 29 de octubre de 1948; Londres del 5 al 9 de diciembre de 1952; Nueva York del 24 al 30 de noviembre de 1966.

VI.4 Contaminación y eventos meteorológicos.

Los fenómenos meteorológicos que influyen en la dispersión de los contaminantes en la ZMCM los podemos diferenciar a lo largo del año.

En época de lluvias, de mayo a septiembre, se favorece el lavado natural de la atmósfera y, según SEDUE, la calidad del aire es, en general, satisfactoria. Sin embargo hay metales pesados como el cobre (Cu) y el zinc (Zn) a los cuales parece no afectar este lavado pluvial en sus niveles de presencia (Salazar et al 1981). Así mismo, el bióxido de azufre (SO₂) al reaccionar con el agua (H₂O) y oxígeno atómico pueden producir ácido sulfúrico (H₂SO₄), uno de los compuestos presentes en lo que conocemos como lluvia ácida.



También podemos obtener ácido sulfúrico a través de la oxidación de SO_2 a SO_3 y por las hidratación de éste último



Durante la época de secas podemos distinguir tres patrones diferentes:

De octubre a enero, lo que comprende el otoño y una porción del invierno, observamos una mayor recurrencia y prolongación del evento de inversión térmica, el cual, sumado a una radiación solar débil y a una calma de vientos propician que los contaminantes se acumulen en capas de aire superficiales y de volumen restringido. Es en estos meses cuando se tienen las lecturas más altas de contaminantes presentes en la atmósfera.

De enero a marzo, lo que resta de invierno y comienzos de la primavera, tenemos la ocurrencia de rachas de vientos fuertes, lo que permite una mejor ventilación de la cuenca. Estas rachas generan, a su vez, elevadas concentraciones de polvos particularmente al este y noreste de la Ciudad provenientes del ex vaso de Texcoco. Actualmente se presentan severas polvaredas hacia el sur en la zona del Ajusco y Chichinautzin, ocasionadas por los desmontes con fines agrícolas.

En los meses de primavera, marzo, abril y mayo, se presentan los días más calurosos en los cuales se facilite la dispersión de los contaminantes por transporte vertical. De

igual manera, la insolación facilita la generación de ozono (O_3), siendo este periodo el que registra los índices más elevados de dicho contaminante.

Como tendencia podemos decir que en el semestre del verano el aumento de la humedad (característica de los alisios), favorece la inestabilidad en la capa planetaria, lo que permite o facilita la disolución vertical durante el día de los contaminantes urbanos. Las lluvias de esta época "limpian" una parte importante de la contaminación atmosférica (Jauregui et al. 1981).

Por otra parte, como tendencias observables en el semestre centrado en el invierno, la cuenca se encuentra bajo la influencia de las penetraciones de aire polar en los trópicos. Estos anticiclones migratorios generan nublados y lluvias escasos, sin embargo, al paso de estos frentes se observan vientos de 3 a 4 m/s, los cuales favorecen la dilución y/o transporte de los contaminantes hacia afuera de la cuenca. Las condiciones de cielo despejado y vientos débiles o en calma que prevalecen después del paso del frente, dan origen a elevadas concentraciones de contaminantes aunque no se han generado inversiones de subsidencia de carácter grave.

Si bien podemos hacer las generalizaciones anteriores, la distribución espacial de los contaminantes que flotan en la Ciudad en un día dado, depende del patrón de flujo del aire que prevalece en ese momento. El patrón de flujo es la resultante de la interacción de la circulación local (vientos

del valle y de montaña) con el flujo de aire a escala regional que se deriva del gradiente barométrico. (Jauregui et al. 1981).

El grado de contaminación atmosférica depende de la cantidad de contaminantes lanzados a la atmósfera y de la velocidad con que ésta los dispersa lo cual, como ya señalamos, está en función de diversas condiciones meteorológicas.

VI.5 Contaminación y contaminantes.

Los contaminantes con un registro más o menos permanente y no del todo confiable, se restringen a los señalados en el Cuadro de Emisión de Contaminantes en la ZMCM, más el ozono (O_3). Para otros contaminantes los datos son escasos, sin embargo es importante remarcar el trabajo de Salazar y colaboradores (1984) en el que se analizó, para el invierno de 1983, el contenido de partículas suspendidas totales (PST), sulfatos y diversos metales pesados (Cuadro 3). De los resultados obtenidos llama severamente la atención que las concentraciones registradas de los diversos contaminantes exceden, en todos los promedios, los valores de normas internacionales.

CUADRO 3

RESULTADOS PROMEDIO INVIERNO 1983 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
	PST	Pb	Cu	Fe	Cd	Zn
Medido	274.54	1.293	0.178	3.81	0.0192	11.251
Norma Calidad*	264	0.79	0.09	1.58	0.002	0.76
% en que excede la norma de calidad.	3.99%	63.67%	97.78%	141.14%	860.00%	1380.39%
Fuente: Salazar et al. 1988.						

En una primera aproximación podemos distinguir dos grupos de contaminantes: los gaseosos y los que no lo son.

Se definen como contaminantes gaseosos aquellos que ingresan a la atmósfera como tales aunque sufran reacciones químicas que les hagan culminar su vida como partículas. Hay contaminantes que no son inyectados directamente a la atmósfera, se les denomina secundarios ya que son producto de reacciones químicas de los llamados primarios.

A continuación detallaremos algunos de los contaminantes gaseosos considerados más importantes.

Dióxido de Azufre (SO_2).

Los óxidos de azufre (SO_x) se generan al quemar combustibles que contienen azufre. En la actualidad, alrededor del 60% de la contaminación de SO_x proviene de la combustión de derivados del petróleo y de procesos industriales que utilizan azufre (Rodgers y Kerstetter,

* La norma de calidad para PST es la del NAAQS y para los metales pesados la del DBS (EEUU).

1974). En México los procesos de combustión generan el 59% de la contaminación por SO_2 , las termoeléctricas el 29.9%, la industria del cemento el 2% y la química el 4%. (Ibarra et al. 1986). En la ZMCM se producen anualmente 243,281 toneladas, (SEDUE 1988) (Ver Apéndice: Cuadro 1), de las cuales el 97% es producido por la industria y el 3% por los vehículos.

Los óxidos de azufre son compuestos extremadamente dañinos para los seres vivos. En humanos provoca irritación de las conjuntivas y mucosas en general, reduce las funciones pulmonares y agudiza enfermedades respiratorias como el asma, bronquitis crónica y enfisema. Se ha comprobado que tiene efectos carcinogénicos y provoca trastornos cardiovasculares.

El ácido sulfúrico, componente de la lluvia ácida, provoca fibrosis pulmonar y causa severos daños en la flora, en la fauna y en materiales de construcción, metales, etc.

Hidrocarburos (HC).

Los hidrocarburos son combustibles no quemados, más de la mitad de los que causan contaminación ambiental son producidos por vehículos automotores. Más de 125 hidrocarburos, han sido específicamente identificados, determinándose su origen no sólo en el proceso de combustión, sino también en la evaporación de gasolinas en los tanques y en los carburadores. (Rodgers y Kerstetter 1974).

La gasolina se obtiene de la destilación del petróleo y contiene, aproximadamente, 20,000 componentes entre los que se incluyen hidrocarburos parafínicos, oleofínicos y aromáticos. La composición típica varía desde 4% oleofínicos y 48% aromáticos; a 22% oleofínicos y 20% aromáticos. La gasolina sin plomo tiene un mayor contenido de aromáticos.

Estos compuestos son de suma peligrosidad ya que se les ha identificado como agentes carcinogénicos (i.e: el 3-4 benzopireno y el metilcolantreno son capaces de inducir en animales de laboratorio, el desarrollo de tumores malignos al aplicarse dosis mínimas de 0.0004 mg). Además, por la actividad fotoquímica derivan de ellos productos secundarios altamente dañinos.

En la ZMCM se generan 447,390 toneladas al año, correspondiendo el 70% a fuentes móviles y el 30% a fuentes fijas (SEDUE, 1988).

Monóxido de Carbono (CO).

Se genera por la combustión incompleta de los motores de gasolina. Las concentraciones de CO en un área urbana pueden ser correlacionadas con la cantidad de tráfico vehicular.

Anualmente se producen 3,626,427 toneladas (Ver Apéndice: Cuadro 2^a ^{Figura A} y más del 90% (SEDUE, 1988) lo generan los vehículos automotores, de los cuales el 85% son particulares que movilizan a menos del 20% de la población.

En los humanos el CO reduce el suministro de oxígeno al combinarse con moléculas de hemoglobina las cuales absorben y

Figura 4. **PRESENCIA DE CO 1986-1987**
TOTALES

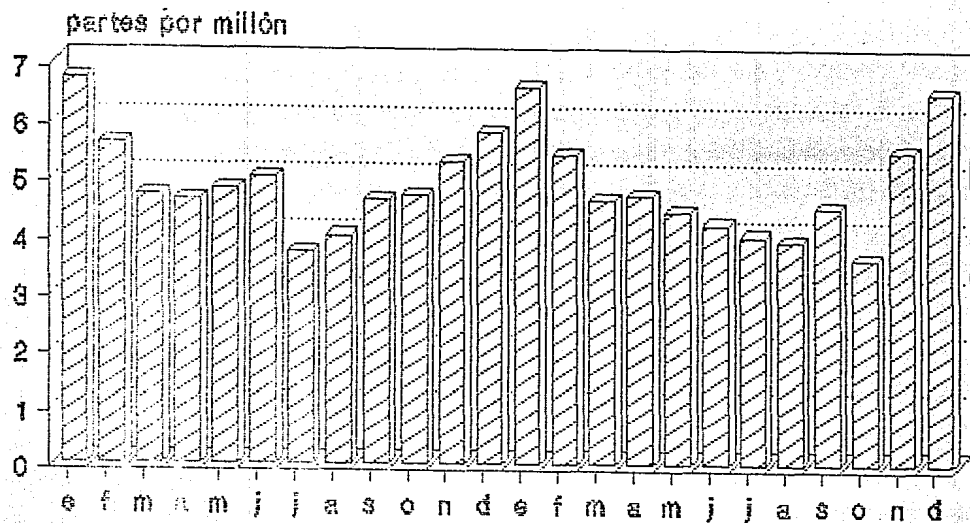


Figura 3. 13ppm 8 horas promedio

concentración CO

FUENTE: RED DE MONITORIO SEDUE

transportan oxígeno. La formación de carboxihemoglobina en lugar de oxihemoglobina, provoca desoxigenación celular, falta de energía, disnea, dolor de cabeza, náusea, pérdida de sensibilidad y de coordinación motora. Como efectos extremos se pueden presentar convulsiones y pérdida del conocimiento.

Bióxido de Carbono (CO_2).

Forma parte del ciclo del carbono y es un constituyente natural de la atmósfera por lo cual sólo es considerado contaminante en situaciones especiales. El contenido atmosférico normal es de alrededor del 0.03% y puede incrementarse hasta tres veces antes de que la tasa fotosintética esté en su máximo (Figura 5).

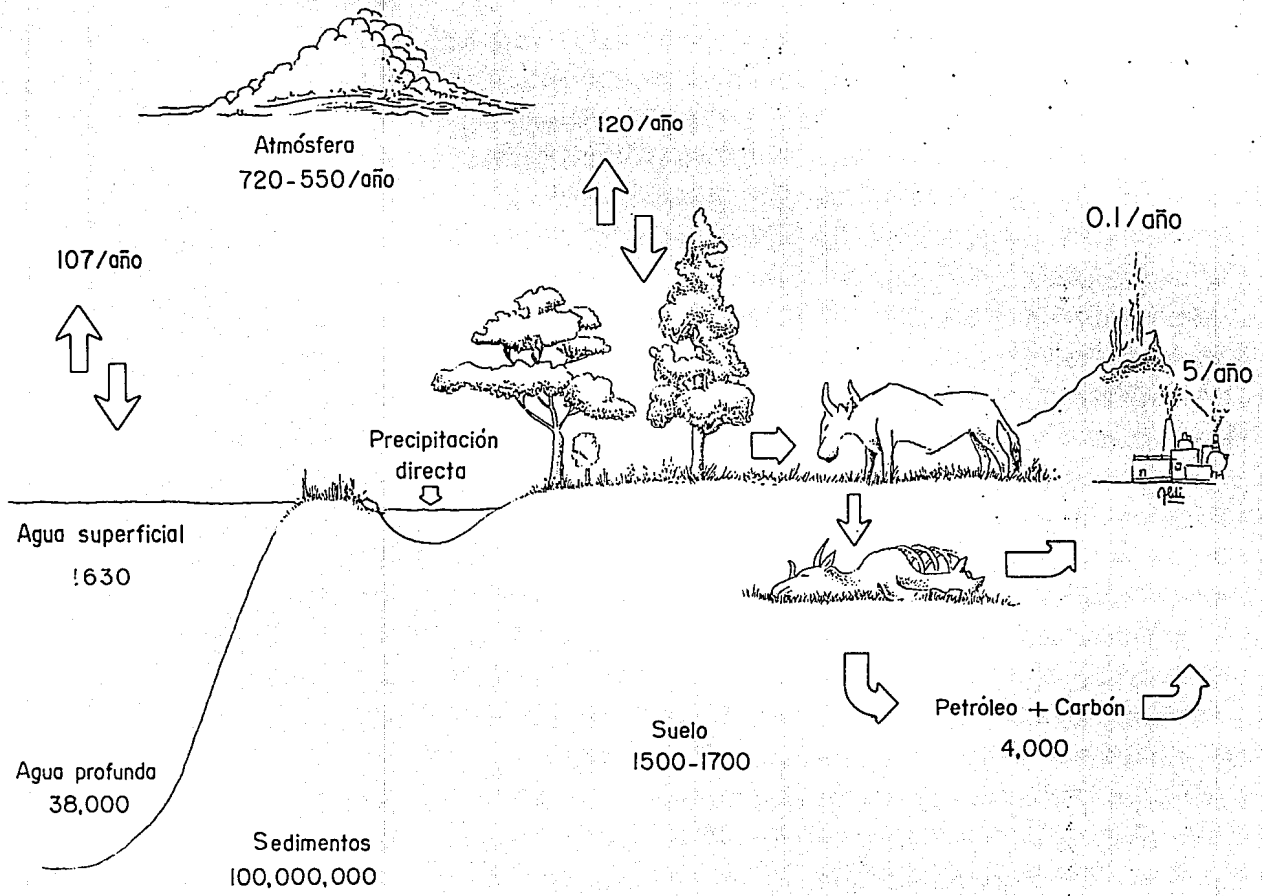
Los procesos más importantes en los que se produce CO_2 son la respiración y la combustión. Se ha calculado que una persona produce, a través de la respiración, cerca de 20 litros de CO_2 al día.

El bióxido de carbono y el vapor de agua absorben una porción importante de radiación infrarroja con lo que impiden que ésta escape al espacio y devuelven parte de ella a la superficie terrestre calentándola (Ruigerver, 1979).

Las moléculas de agua (H_2O) son las que desempeñan el papel principal en la reabsorción de la luz infrarroja ya que además de ser muy abundantes, presentan una gran extensión en la banda de absorción; los compuestos carbonados (CO_2 y CH_4) poseen bandas de absorción en los espacios que las moléculas de H_2O dejan libres (Lambert, 1977).

FIGURA 5 Ciclo del CO₂

Tomado de Lamber y Colinvaux, p. 1973



La transformación exotérmica de carbono (C) en dióxido de carbono (CO_2) calienta la atmósfera por efecto directo del proceso y por que al haber mayores cantidades del mismo, hay una reabsorción mayor de la radiación infrarroja emitida por el suelo.

El contenido de CO_2 en la atmósfera ha venido aumentando. Se estima una tasa de incremento del 1 al 2% anual. (Dobson, et al. 1989). Si bien las cantidades no parecen alarmantes, este incremento puede traducirse en un alza de la temperatura media de la atmósfera, "efecto de invernadero", lo cual puede acarrear muchas y muy diversas consecuencias. Este es hoy uno de los temas más candentes en el mundo científico y político y bien podría ser materia de otra tesis, por ello no abundaremos más en él.

Oxidos de Nitrógeno (NO_x).

Son producidos cuando se queman combustibles a altas temperaturas tal como acontece en quemadores largos o en motores de combustión interna. Las altas temperaturas provocan la combinación del nitrógeno con el oxígeno. Las cantidades de NO_x pueden ser considerablemente reducidas si no se permite que los gases extraídos que contienen nitrógeno se enfrien rápidamente. (Rodgers y Kerstetter, 1974).

Al igual que los hidrocarburos, los óxidos de nitrógeno son precursores, a través de la actividad fotoquímica, de otros compuestos.

En la ZMCM se producen 179,324 toneladas anuales (ver

apéndice: Cuadro ^{Figura 6} 3) y el 62% tiene su origen en fuentes móviles y el 38% en fuentes fijas (SEDUE, 1988).

Oxidantes fotoquímicos.

Se derivan, a través de complejas series de reacciones atmosféricas, de otros contaminantes tales como los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos. La energía de la luz solar activareacciones químicas en las que se producen los contaminantes llamados secundarios. Algunos de ellos son ozono, aldehidos, ácidos orgánicos, nitratos de peroxiacil, ácido sulfúrico y peróxidos. (Rodgers y Kerstetter, 1974).

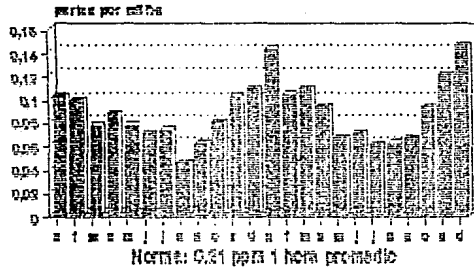
Haremos especial referencia al ozono (O_3) por ser uno de los contaminantes con mayor incidencia en la ZMCM.

La absorción de la energía de la luz ultravioleta por los bióxidos de nitrógeno (NO_2) provoca la disociación de estos en óxidos de nitrógeno (NO) y oxígeno atómico (O). El ozono se forma por la reacción del oxígeno atmosférico (O_2) con el oxígeno atómico (O) y se completa el ciclo con la reacción del ozono con un óxido de nitrógeno para dar lugar a bióxido de nitrógeno más oxígeno atmosférico.

Cuando se incorporan hidrocarburos a la atmósfera este equilibrio dinámico se pierde, los hidrocarburos se oxidan y desaparecen como tales, como producto de esta reacción se forman aldehidos, nitratos, etc. El NO se convierte rápidamente en NO_2 y al acelerarse este proceso el NO comienza a escasear y cantidades considerables de ozono comienzan a acumularse (Bravo et al. 1988).

Figura 6.

PRESENCIA DE NO₂ 1986-1987
 TOTALES

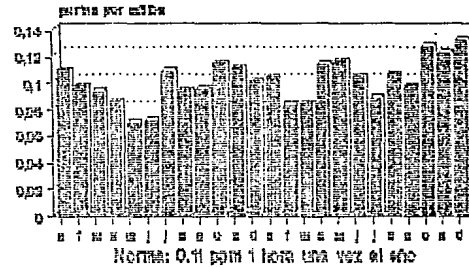


SEMA - Secretaría del Medio Ambiente

PUERTO RICO DE MONITORIO AEREO

Figura 7.

PRESENCIA DE O₃ 1986-1987
 TOTALES



SEMA - Secretaría del Medio Ambiente

PUERTO RICO DE MONITORIO AEREO

Las concentraciones de ozono en la ZMCM se han incrementado de manera considerable, debido al cambio de combustible realizado a partir de septiembre de 1986 (Ver Apéndice: Cuadro 4). En 1987 se registraron, en la estación de monitoreo del Centro de Ciencias de la Atmósfera, 740 horas por encima de la norma mexicana (0.11 ppm 1 hora/año), en 1988 fue de 959 horas y en 1989 ascendió a 1224 horas de más de 0.11 ppm de ozono medido.

Diversos estudios han mostrado los efectos de este contaminante en plantas y animales (Cuadro 4). En los seres humanos provoca irritación de las conjuntivas, agrava enfermedades del sistema respiratorio y cardiovascular y genera dolor de cabeza.

CUADRO 4

EFFECTOS DEL OZONO EN ALGUNOS ORGANISMOS

especies	[ppm]	tiempo	efectos
plantasvasculares			
cacahuate	0.020	24-28 hrs.	- clorosis.
rábano	0.050	8 hrs./día	- reducción de 50% en productividad.
clavel	0.070	60 días	- reducción 50% en desarrollo floral.
tabaco	0.100	5.5 hrs.	- reducción 50% en la germinación del polén y del tubo y del tubo polínico.
bacterias			
<u>Streptococcus</u>	0.025	30 min.	- 90% de mortalidad.
<u>E. coli</u>	4.000	30 min.	- retarda el crecimiento.
<u>Staphilococcus</u>	4.600	4.5 hrs.	- impide acción de

protozoarios			geraicas.
<u>Ameba</u>	8.000	1 hrs.	- 100% de mortalidad.
<u>Paramecium</u>	igual		
<u>Colpidia</u>	igual		

Fuente: Rodgers y Kerstter, 1974.

En los contaminantes considerados como no gaseosos se incluyen partículas sólidas o líquidas, de tamaño microscópico pero superior al molecular, que se encuentran suspendidas en el aire. Estas partículas bloquean el paso de la luz solar hacia la superficie de la Tierra lo cual puede ser causa de enfriamiento de la misma, provocando un efecto contrario al de invernadero.

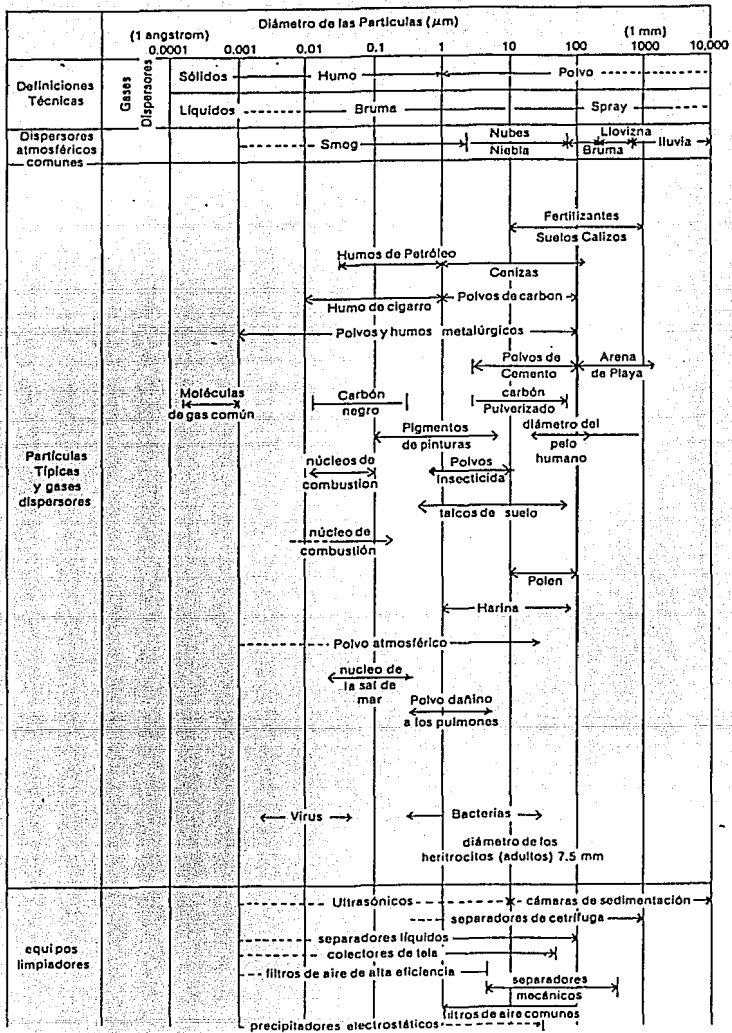
Partículas Suspendidas Totales (PST).

Bajo el término de partículas suspendidas totales o material particulado (particulate matter) se agrupan un conjunto de contaminantes no gaseosos (Figura ~~5~~^B. Apéndice: Cuadro 5).

Polvos. Son partículas de diámetro cercano al micrómetro (antes micra), generadas como producto de la desintegración mecánica, natural o artificial, de diversos materiales sólidos.

Humos. Mediante procesos de condensación de vapores sobresaturados, la sublimación o reacciones químicas diversas se generan las partículas sólidas o líquidas de más o menos 1 micrómetro que componen los humos.

TAMAÑO DE ALGUNAS PARTICULAS



Brumas. Son gotículas de unos 10 micrómetros de diámetro que se encuentran en suspensión y se forman por la condensación de vapor sobre ciertas partículas higroscópicas (núcleos de condensación, etc.,) o por pulverización de agua en la atmósfera (Fuigcerver, 1979).

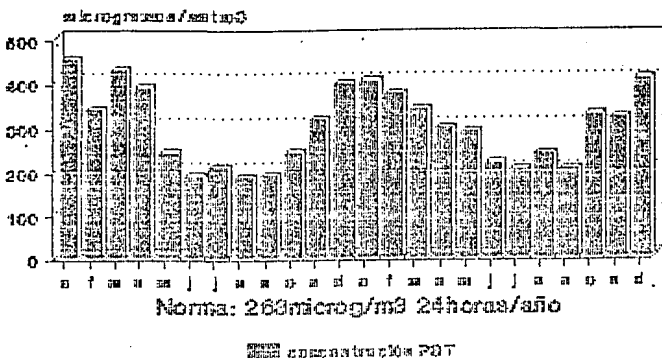
Aerosóles. Incluye cualquier nube de partículas sólidas o líquidas de diversa naturaleza. Puede abarcar a los humos, brumas y polvos. Algunos autores, tal es el caso de Rodgers y Kerstetter (1974) lo utilizan como sinónimo de material particulado.

Plomo. El plomo es emitido a la atmósfera en forma de humo, neblina o vapor en función de la fuente que lo genera. La producción más importante de plomo la hacen los automotores de gasolina ya que ésta lleva, en México, tetraetilo de plomo como antidetonante.

En el informe de SEDUE del invierno 1987-1988, se señala que en 1982 se agregaban 2.3 mililitros promedio de tetraetilo de plomo por galón de gasolina Nova, y que con el cambio a Nova Plus se redujo a un promedio de 0.64 ml/galón, con el subsecuente descenso de la presencia de plomo en las partículas suspendidas. Como consecuencia se presentó un incremento en las concentraciones de hidrocarburos no quemados y de óxidos de nitrógeno, los cuales son precursores de ozono, identificándose éste último, como el contaminante más significativo en la atmósfera de la cuenca de México.

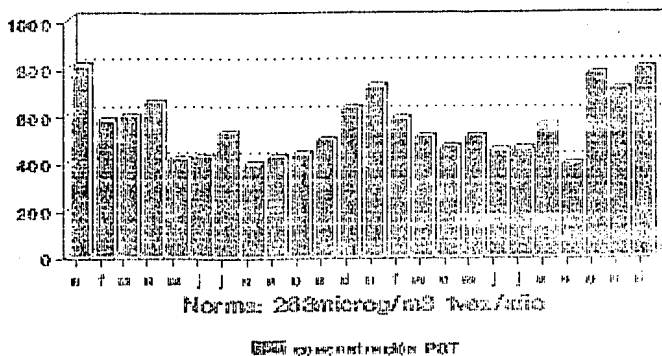
La permanente o prolongada exposición al plomo, aún en el caso de emisiones pequeñas lo hace, debido a su capacidad

Figura 8. PRESENCIA DE PST 1986-1987
 TOTALES



FUENTE: RED DE MONITOREO REDUE

Figura 9. PRESENCIA DE PST 1986-1988
 NOR-ESTE DE LA ZMCM



FUENTE: RED DE MONITOREO REDUE

bioacumulativa, uno de los contaminantes más peligrosos. Este elemento es neurotóxico, genera disfunción cerebral, anemia, provoca malformaciones prenatales, etc.

La existencia de grandes extensiones de suelo erosionado, de superficies sin pavimentar y de áreas de agricultura de temporal incrementan la complejidad del problema de la contaminación, sobre todo en época de secas y vientos. Estas "fuentes" se identifican como naturales y se les atribuye el 5% del total de contaminantes atmosféricos de la cuenca.

Diversos estudios señalan que cuando ocurren vientos superficiales de entre 5 y 11 m/seg el polvo "suelto", que encontramos en grandes cantidades en el este y noreste de la Ciudad, genera las llamadas tolvaneras que lo arrastran a través de toda la ZMCM (Figura 8). La defecación al aire libre de aproximadamente 4 millones de personas, y el riego con aguas no tratadas propician, que durante las tolvaneras, se dispersen grandes cantidades de diversos microorganismos.

Se presentan, en promedio, 68 tormentas de polvo al año depositando casi 20 toneladas de polvo por Km^2/mes . En zonas aledañas al exlago de Texcoco se llegan a alcanzar valores de hasta 50 ton./ Km^2/mes (Figura 9).

En el aire se encuentran también numerosos microorganismos los cuales pueden estar suspendidos como organismos aislados o como organismos adheridos a material particulado. En el trabajo de Gamboa (1983) se determinaron un total de 497 hongos y 214 bacterias en cuatro sitios de muestreo (Centro, Tlalnepantla, Tacubaya y Ciudad Universitaria).

Hongos y bacterias aislados en cuatro sitios

de la Cd. de México.

	bacterias		hongos	
	#	%	#	%
Centro	79	36.91	150	30.19
Tlalnepantla	56	26.16	91	18.30
Tacubaya	37	17.28	124	24.94
C.U.	42	19.62	132	26.55
TOTAL	214	99.97	497	99.97

Porcentaje de géneros de hongos reportados por Gebova:

Género	Centro	Tlal.	Tacu.	C.U.	total
Actinomyces	61.53	7.69	21.87	30.76	2.61
Alternaria	43.75	9.37	31.69	25.00	6.43
Aspergillus	16.83	17.82	31.69	33.66	20.32
Aureobasidium			100.0	4.20	
Botrytis				100.0	0.40
Candida	100.0				0.20
Cladobotrya		50.00	50.00		0.40
Cladosporium	100.0				0.20
Cephalosporium		100.0			0.20
Curvularia	100.0				0.20
filamentosos					
blancos	20.63	19.04	33.33	26.98	12.67
filamentosos					
pigmentados	23.52	23.52	23.52	29.41	3.42
Fusarium		50.00		50.00	0.40
Gliocladium	23.33	16.66	33.33	26.66	6.03
Gliozastix				100.0	0.20
Hongo					
deuteraceo	27.02	18.91	35.13	18.91	7.44
Helantiosporium	16.6		16.66	66.66	1.20
Levaduras					
blancas	43.75	37.5		18.75	3.21
Levaduras					
pigmentadas	53.84	30.76	2.56	12.82	7.84
Monsoniella			100.0		0.20
Monilia	20.00		60.00	20.00	1.00
Monosporium	33.33	11.11	33.33		1.81
Mucor	33.33	33.33	33.33		0.60
Paecilomyces	33.33	14.81	25.92	25.92	5.43
Penicillium	19.23		34.51	46.15	5.22
Phialophora	33.33	33.33	33.33		0.60
Phicozete		66.66		33.33	0.60
Rhizopus	50.00		37.50	12.50	1.60

Rhodotorula	45.45	25.00	9.09	20.45	8.85		
Scopulariopsis			100.0		0.20		
Ulocladius	100.0				0.20		
TOTAL			30.19		18.30	24.94	26
.55		99.89					

VI.6 El IMECA y la calidad del aire..

Las evaluaciones de la calidad del aire se llevan a cabo a través de índices establecidos por los investigadores por medio de pruebas de tolerancia en efectos sobre la salud. Además, se han generado para "conocimiento" del público en general índices en los cuales sólo se refiere si la calidad del aire es buena, satisfactoria, no satisfactoria, mala y peligrosa como es el caso del IMECA.

El IMECA se basa en dos puntos extremos, 100 y 500, dentro de los cuales se construye una escala arbitraria que convierte valores de concentración. Los índices obtenidos en estas rectas miden la calidad del aire en cuanto a PST, SO₂, O₃, CO, NO_x, y la acción sinérgica entre SO₂ y PST (Ezcurra, 1991).

El IMECA combina distintos indicadores de la calidad del aire en un índice global a través del procedimiento de función de operador máximo, el cual consiste en informar sólo acerca del contaminante que tuvo mayor puntaje en la propia escala, omitiendo la información de los demás (Ezcurra, 1991). Evidentemente es lamentable que tan sólo se informe la situación de un índice, ya que se desconoce si la situación del resto está por debajo o por encima de niveles

permisibles, sin embargo, al menos no mezcla los diversos índices promediándolos.

Lo que si se da como promedio, es el índice del día, lo cual diluye en el transcurso de la Jornada las horas de niveles críticos, siendo que diversas normas como las del ozono y óxidos de azufre, marcan el límite en no más de una hora una vez al año.

CUADRO 5

CUADRO COMPARATIVO DE LAS NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE		
contaminante	SEDUE (100 INECA)	NAAPS ALERTA
Monóxido de carbono (CO)	8hrs.prox 13ppm No exceder 1/año	8hrs.prox. 9ppm no exceder 1/año
Partículas suspendidas (PST)	24hrs.prox 263µgr/m ³ no exceder 1/año	24hrs.prox 260µgr/m ³ no exceder 1/año
Ozono (O ₃)	1hrs.prox 0.11ppm. 216 µgr/m ³	1hrs.prox 0.12ppm. 240µgr/m ³ no exceder 1/año
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	1hr.prox 0.21ppm	prox. anual 0.053ppm 340µgr/m ³
Dióxido de azufre (SO ₂)	24hrs.prox. 0.13ppm. 365µgr/m ³	24hrs.prox 0.14ppm. 340µgr/m ³

El problema de la contaminación atmosférica no es sencillo, sus múltiples causas y efectos a corto, mediano y largo plazo obligan a un tratamiento diferencial tanto en tiempo como en espacio, así como en los agentes involucrados en llevar a cabo las acciones necesarias.

No existe la "medida salvadora", sólo un conjunto de acciones bien planeadas y respaldadas por un conocimiento profundo permitirán ir abordando tan agudo problema.

Es importante mencionar que sólo la SEDUE cuenta con estaciones de monitoreo distribuidas en la ZMCM. Los datos aquí manejados fueron proporcionados por la Subsecretaría de Ecología. Hay que señalar que la información presenta severas lagunas ya que hay contaminantes que carecen de toda lectura para meses enteros. Sin embargo y desgraciadamente esto es con lo que se cuenta para hacer evaluaciones y prospecciones por lo que hay que ser sumamente cuidadoso en la interpretación de los datos ya que corremos el riesgo de inventarnos la realidad.

APENDICE

CUADRO I
 PROMEDIO DE SO₂ (ppa) 1986-1987

AÑO	MES	NO	NE	SE	SO	CENTRO	TOTAL
1986	enero	0.075		0.045	0.044	0.050	0.054
1986	febrero	0.028		0.073	0.024	0.055	0.045
1986	marzo	0.041		0.053	0.025	0.032	0.038
1986	abril	0.060		0.060		0.030	0.050
1986	mayo	0.049		0.035	0.014	0.033	
1986	junio	0.041				0.041	
1986	julio			0.037	0.018		0.028
1986	agosto			0.035		0.035	
1986	sept.			0.031			0.031
1986	octubre		0.093	0.036	0.051	0.062	0.061
1986	novieab	0.025		0.076	0.040	0.044	0.045
1986	dicieab	0.033		0.070	0.023	0.033	0.059
1987	enero	0.035		0.068	0.027	0.032	0.065
1987	febrero	0.052		0.054	0.044	0.026	0.040
1987	marzo	0.019		0.059	0.050	0.022	0.043
1987	abril			0.037	0.042	0.041	0.040
1987	mayo	0.046		0.041	0.051	0.048	0.047
1987	junio			0.045	0.033	0.055	0.055
1987	julio	0.043		0.032	0.024	0.067	0.040
1987	agosto	0.032		0.049	0.015	0.040	0.042
1987	sept.	0.045		0.045		0.063	0.051
1987	octubre	0.071		0.049	0.058	0.053	0.058
1987	novieab	0.066		0.062	0.031	0.040	0.045
1987	dicieab	0.061		0.070	0.038	0.047	0.035
	total 86	0.044		0.080	0.043	0.034	0.044
	total 87	0.047		0.052	0.037	0.044	0.048
TOTAL	86-87	0.0455		0.066	0.04	0.039	0.046

Fuente: Subsecretaría de Ecología, SEDUE.

CUADRO 2
 PROMEDIO DE CO (ppa) 1986-1987

AÑO	MES	NO	NE	SE	SO	CENTRO	TOTAL
1986	enero	9.9	6.0	6.1	5.2	6.5	6.740
1986	febrero	6.0	6.5	5.9	3.8	6.1	5.660
1986	marzo	5.6	6.6	4.4	2.8	4.4	4.760
1986	abril	4.8	5.4	3.1	5.1	4.600	
1986	mayo	4.9	5.0	3.6	5.8	4.900	
1986	junio	3.7	5.5	3.1	7.8	5.025	
1986	julio	3.6	4.8	3.0	3.5	3.725	
1986	agosto	3.0	5.4	2.7	5.0	4.025	
1986	septie		5.5	3.0	5.4	4.633	
1986	octubre	5.4	4.1	5.1	3.6	5.4	4.720
1986	noviaae	5.2	4.9	5.5	4.7	6.2	5.300
1986	dicieae	5.9	6.5	5.2	4.3	7.4	5.860
1987	enero	7.2	6.9	5.8	5.5	7.9	6.660
1987	febrero	5.2	6.4	5.0	4.1	6.3	5.400
1987	marzo	4.2	5.1	5.0	3.7	5.4	4.680
1987	abril	4.8	3.8		5.6	4.733	
1987	mayo	5.4	4.4	3.4	4.6	4.450	
1987	junio	3.8	4.8	3.5	4.7	4.200	
1987	julio	3.7	4.3	3.6	4.4	4.000	
1987	agosto	2.9	5.1	3.5	4.1	3.900	
1987	septiee	3.3	5.7	4.3	4.8	4.525	
1987	octubre	3.3	4.0	3.4	3.9	3.650	
1987	novieae	5.4		4.5	6.8	5.567	
1987	dicieae	7.9	6.2	5.3	6.6	6.500	

total 86 6.0 5.0 5.3 3.6 5.7 5.120

total 87 4.8 5.2 5.0 4.1 5.4 4.900

TOTAL 86-87 5.4 5.1 5.15 3.855 5.555.01

Fuente: Subsecretaría de Ecología, SEDUE.

CUADRO 3
 PROMEDIO DE NO2 (ppm) 1986-1987

AÑO	MES	NO	NE	SE	SO	CENTRO	TOTAL
1986	enero		0.101	0.107	0.146	0.053	0.102
1986	febrero		0.106	0.133	0.108	0.043	0.098
1986	marzo	0.072	0.080	0.083	0.080	0.066	0.076
1986	abril	0.094	0.096	0.096	0.062	0.089	0.087
1986	mayo	0.076	0.083	0.086	0.060		0.075
1986	junio	0.069	0.051	0.087		0.069	
1986	julio		0.083	0.060	0.073	0.072	
1986	agosto		0.035	0.053		0.044	
1986	septiembre		0.028	0.057	0.096	0.060	
1986	octubre		0.060	0.071	0.105	0.079	
1986	noviembre	0.103	0.091	0.115	0.096	0.101	0.101
1986	diciembre	0.127	0.070	0.109	0.102	0.130	0.108
1987	enero	0.182		0.113	0.142	0.131	0.142
1987	febrero	0.132		0.055	0.084	0.141	0.103
1987	marzo	0.120		0.084	0.083	0.145	0.108
1987	abril	0.075		0.074	0.076	0.141	0.092
1987	mayo	0.006	0.074	0.069	0.111	0.065	
1987	junio	0.052		0.066	0.070	0.086	0.069
1987	julio	0.049		0.053	0.074	0.059	
1987	agosto	0.052		0.053	0.075	0.060	
1987	septiembre	0.057		0.059	0.078	0.065	
1987	octubre	0.079		0.088	0.111	0.093	
1987	noviembre	0.117		0.098	0.145	0.120	
1987	diciembre	0.178		0.109	0.149	0.145	
	total 86	0.090	0.085	0.085	0.081	0.084	0.085
	total 87	0.099	0.006	0.078	0.082	0.116	0.076

TOTAL 86-87 0.0945 0.0455 0.0815 0.0815 0.1 0.0806

Fuente: Subsecretaría de Ecología, SEDUE.

CUADRO 4
 PROMEDIO DE O₃ (ppa) 1986-1987

AÑO	MES	NO	NE	SE	SO	CENTRO	TOTAL
1986	enero	0.017	0.101	0.092	0.280	0.059	0.109
1986	febrero	0.026	0.088	0.093	0.224	0.057	0.096
1986	marzo	0.024	0.084	0.067	0.230	0.056	0.092
1986	abril		0.087	0.081		0.084	
1986	mayo	0.040	0.085	0.101	0.047	0.068	
1986	junio	0.051	0.087	0.088		0.053	0.070
1986	julio		0.074	0.121	0.210	0.021	0.107
1986	agosto		0.053	0.092	0.205	0.021	0.093
1986	septiembre		0.056	0.088	0.210	0.023	0.094
1986	octubre	0.159	0.065	0.121	0.199	0.021	0.113
1986	noviembre	0.118	0.070	0.111	0.160	0.093	0.110
1986	diciembre	0.094	0.083	0.098	0.123		0.100
1987	enero	0.073	0.082	0.110	0.130	0.121	0.103
1987	febrero	0.077	0.056	0.089	0.097	0.090	0.082
1987	marzo	0.071	0.059		0.106	0.096	0.083
1987	abril		0.066	0.156	0.113		0.112
1987	mayo	0.110	0.070	0.141	0.140		0.115
1987	junio	0.079	0.060	0.137	0.123	0.115	0.103
1987	julio	0.052	0.058	0.092	0.138	0.086	0.087
1987	agosto	0.078	0.067	0.068	0.172	0.140	0.105
1987	septiembre	0.057	0.067	0.069	0.161	0.127	0.096
1987	octubre		0.060	0.115	0.181	0.148	0.126
1987	noviembre	0.122	0.074	0.086	0.159	0.156	0.121
1987	diciembre	0.152	0.059	0.094	0.179	0.170	0.131
	total 86	0.066	0.078	0.094	0.205	0.045	0.098
	total 87	0.063	0.065	0.105	0.142	0.125	0.105

TOTAL 86-87 0.077 0.0715 0.0995 0.1735 0.085 0.1013

Fuente: Subsecretaría de Ecología, SEDUE.

CUADRO 5
 PROMEDIO DE PST (pgr/a3) 1986-1987

AÑO	MESES	SO	CENTRO	SE	NO	NE	TOTAL
1986	enero	322	311	557	256	800	449.2
1986	febrero	214	272	412	224	568	338
1986	marzo	258	360	627	295	588	425.6
1986	abril	237	347	421	274	646	385
1986	mayo	235	242	170	406	238.6	
1986	junio	98	155	124	129	414	184
1986	julio	107	155	129	128	513	206.4
1986	agosto	117	162	142	105	380	181.2
1986	septiembre	111	147	133	124	412	185.4
1986	octubre	187	214	190	180	423	238.8
1986	noviembre	236	323	300	224	487	314
1986	diciembre	304	355	478	219	623	395.8
1987	enero	264	388	375	269	713	401.6
1987	febrero	216	357	505	202	576	371.2
1987	marzo	220	314	406	246	502	337.6
1987	abril	216	289	319	196	459	295.8
1987	mayo	263	237	224	498	285.6	
1987	junio	129	187	180	144	438	215.6
1987	julio	114	162	145	129	445	199
1987	agosto	132	181	148	162	552	235
1987	septiembre	136	183	175	134	381	201.8
1987	octubre	190	208	226	223	768	323
1987	noviembre	195	234	278	180	704	318.2
1987	diciembre	277	297	436	229	789	405.6
total 86		194	253	313	194	522	295.2
total 87		191	255	286	195	569	293.2

TOTAL 86-87 192.5 254 299.5 194.5 545.5 297.2

Fuente: Subsecretaría de Ecología, SEDUE.

EL HABITAT URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO

CAPITULO VII

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La evolución de el habitat urbano de la Ciudad de México.
Una síntesis en cuatro etapas.

Hemos recorrido la historia de la Cuenca y su poblamiento, las relaciones que los distintos grupos culturales que se asentaron en la zona establecieron con el entorno. En especial con los bosques y los lagos. La llegada de los aztecas y la colonización de las aguas de la cuenca, los sistemas hidráulicos, las chinampas. La conquista y una nueva relación ciudad-entorno que se percibe fundamentalmente en el descenso de las aguas. Hemos visto como el ser humano ha ido transformando la otrora región lacustre en un inmenso mar de asfalto, con una elevada concentración poblacional y altos niveles de contaminación ambiental.

Como hemos podido constatar a lo largo de la historia, la evolución de la Cuenca de México no sólo no se constriñe al ámbito ecológico, sino que, aún expresándose en deterioro ambiental, tiene su origen en la legalidad socio económica y cultural.

Como nos lo propusimos en el primer capítulo, hemos ido analizando los fenómenos de los sistemas social y natural como un reflejo y condición mutuos. Hemos hecho hincapié en los procesos naturales, y en la medida de nuestras

posibilidades, hemos abordado la problemática social que nos da contexto al estudiar un espacio eminentemente "humanizado".

Como primer elemento de discusión y con la pretensión de que ello nos ayude a agrupar y aterrizar ideas de manera articulada para poder generar conclusiones y en su caso alternativas, hemos definido cuatro etapas básicas en la relación que han establecido los pobladores de la Cuenca con el entorno y las hemos relacionado con los tres modelos de paisaje ciudad.

La primera etapa incluye los poblamientos previos a la llegada de los aztecas y que se establecieron predominantemente en la zona de piemontano y orillas de los lagos. Estos grupos fueron relativamente pequeños y quizás por esto mismo pudieron mantener relaciones más equilibradas con el medio. Establecieron una fuerte relación con los lagos, obteniendo de ellos numerosos recursos. También se incluye el asentamiento de Teotihuacán, el cual, representa la primera y profunda diferenciación entre ciudad y campo desde el punto de vista de la especialización económica. El veloz crecimiento poblacional de Teotihuacán, inexplicable a partir del crecimiento natural de la población, tiene sustento en la despoblación rural de los alrededores. A pesar de ubicarse bastante al noreste de la de la región de los lagos, tuvo un efecto ambiental considerable en la Cuenca. Teotihuacán fué una ciudad densamente poblada y con elevados requerimientos de alimentos y agua para consumo y

riego que necesariamente impactó en el entorno. Uno de los elementos mejor documentados de este impacto es la deforestación de los bosques aledaños para poder obtener el estuco del que estaban revestidas sus magníficas construcciones.

La segunda etapa la concebimos como la llegada y establecimiento de los aztecas en la Cuenca. Esta marca el inicio de una nueva relación entre los asentamientos poblacionales y el medio.

En la Cuenca se desarrolló de manera excepcional la agricultura de riego y otras formas intensivas de cultivo. La escarpada topografía que circunda la zona se transformó mediante el terracedo de cerros y laderas. La irregularidad del régimen pluvial, así como lo poco favorable de su distribución geográfica, obligaron a una amplia organización del sistema de regadíos. El mayor desafío para la agricultura en la Cuenca lo representaba el sistema lacustre, sin embargo, el ingenio de los antiguos moradores se refleja en la creación del sistema de chinampas, el cual se extendió por los lagos de agua dulce de Chalco y Xochimilco, llegando también a ocupar parte de los lagos del norte en Zumpango y Xaltocan. Diversas técnicas hidráulicas permitieron el desarrollo de las chinampas en el lago central salobre de Texcoco-México, alrededor de las ciudades de Tenochtitlán, Tlatelolco, Iztapalapa, Mexicalcingo, Churubusco y otros lugares.

Debido a la ausencia de la rueda y de animales de tiro y carga, el sistema lacustre resolvió uno de los problemas más complejos que vivieron las culturas mesoamericanas: el transporte. El sistema lacustre fue cruzado por una amplia red de canales y acequias, en su mayoría contruidos por el hombre.

El manejo de los cuerpos de agua no se redujo a la construcción de espacios de comunicación, sino y de manera fundamental, se desarrolló un sistema hidráulico de canalización de ríos y control de los diversos lagos. Este sistema se basó en el entendido de que los lagos funcionaban como un sistema de vasos comunicantes donde el lago de Texcoco, que se encontraba a menor altura, era depositario de los excedentes de los demás. A una altura ligeramente superior se localizaba el lago de México y un poco más altos los lagos del sur, primero el de Xochimilco y un tanto más el de Chalco. Los lagos del norte se ubicaban a mucha mayor altura que los del centro. El lago de Texcoco, amén de sus avenidas, parece no haber contado con obras lacustres de envergadura, sin embargo existían elementos para defensa de sus orillas, esenciales para la extensión de la agricultura en las llanuras más bajas y las orillas del propio lago. Es importante señalar que evidentemente la salinidad del lago debió ser menor cuando el sistema funcionaba como una sola unidad y que estas obras de ingeniería hidráulica prehispánica incrementaron la salinidad de sus aguas.

Las calzadas, diques y albarradones actuaron de manera esencial, cortando este libre acceso del agua de un lago a otro, creándose áreas lacustres diferenciadas por sus fuentes de abastecimiento.

Por una parte tenemos a Chalco con sus ríos perennes delimitado con la calzada dique de Tlahuac. Xochimilco abastecido con manantiales permanentes y delimitado con las calzadas diques de Coyoacán-Culhuacán, de Coyoacán a Iztapalapa-México y los cerros de la Estrella y Santa Catarina. El lago de México con algunos ríos constantes, delimitado por los albarradones de Netzahualcóyotl y Ahuizotl y las grandes calzadas dique radiales (Iztapalapa-México, Chapultepec-México, Azcapotzalco-México, Tacuba-México). Los lagos del norte se delimitan básicamente con la calzada dique de Ecatepec-Chiconautla.

Esta segunda etapa quedaría entonces enmarcada por las profundas transformaciones en el medio lacustre, recanalización de ríos, construcción de acueductos, albarradones, diques y calzadas, elementos que a su vez, están íntimamente asociados al manejo de la tierra y a través de la agricultura de terracedo y de chinampas cambiaron el paisaje ecológico de la Cuenca.

Este manejo de las aguas y la tierra permitió la expansión demográfica, territorial y sociopolítica de los pueblos que entonces habitaban la zona.

Los pobladores prehispánicos de la Cuenca efectivamente transformaron su entorno, sin embargo, es necesario hacer

notar que supieron convivir, manejar y sacar provecho de una de las características ecológicas básicas de la Cuenca: la región lacustre. Según Palerm (1990), en los comienzos del siglo XVI, los lagos, lagunas y pantanos aún cubrían un octavo de la superficie total de la Cuenca.

La tercera etapa se inscribe en el marco de la llegada de los españoles a la Cuenca y el sometimiento de las culturas prehispánicas.

Por razones culturales y de estrategia guerrera del momento, el sistema lacustre significó un severo problema para los españoles. Los conquistadores contaban con animales de tiro y carga, así como el uso de la rueda, por lo que el transporte a través de los canales no les era indispensable. El sistema de acequias y canales les dificultaba el tránsito de carretas y caballos y los ponía en situación difícil ante un posible cerco azteca.

La introducción del ganado y de nuevas técnicas agrícolas como el uso del arado, tuvieron un impacto significativo en la Cuenca, tanto en las áreas de cultivo, como en los niveles de los lagos.

La desviación de ríos que alimentaban los lagos, y la construcción del Tajo de Nochistongo fue el principio del fin de la región lacustre.

La conquista tuvo un severo impacto en la demografía de la Cuenca. La población indígena fue brutalmente diezmada como efecto de la guerra, enfermedades e inundaciones. Los antiguos habitantes de México-Tenochtitlan fueron expulsados

de la ciudad y desplazados hacia las zonas de piemontano. Esto, aunado a los requerimientos de madera por parte de los españoles para la construcción de vivienda y piloteo de la zona lacustre debe haber impactado severamente en la extensión de los bosques que rodeaban a la Cuenca.

Algunos cultivos tradicionales de chinampa y de zona de riego se vieron sustituidos por cultivos exóticos traídos por los españoles. Los recursos obtenidos de los lagos no formaron parte esencial de la alimentación de los nuevos habitantes de la Ciudad. Se introdujeron, de manera accidental o planeada, plantas y animales nuevos para la región, a veces de allende el mar, a veces de otras partes del propio continente. La fisonomía de la ciudad, si bien conservó su traza urbana, se vió totalmente transformada. Las piramides y construcciones aztecas dieron paso a las iglesias y cabildos. Los canales y sus más de 200,000 canoas fueron suplantados por calles de piedra y carruajes tirados por bestias. La nueva relación que se desarrolló entre el asentamiento y su entorno significó un cambio drástico en el manejo del medio lacustre, así como en su aprovechamiento. Los españoles y sus descendientes no supieron convivir con los lagos. Desgraciadamente fue esta conducta la que normaría el ulterior desarrollo y crecimiento del área urbana: desecares, en su caso entubares, el agua que mirares.

La cuarta etapa nos lleva a la Zona Metropolitana actual. Su inicio lo referimos a mediados del presente siglo momento

dramático aunque poco perceptible en números en tanto crecimiento urbano y crecimiento poblacional. La posguerra (finales de los cuarentas y la década de los años cincuentas) significó un viraje de las políticas gubernamentales al agro. Se disminuyeron los apoyos al campo privilegiando el crecimiento industrial de las zonas urbanas, en especial en la Ciudad de México.

Esto marcaría el inicio del crecimiento, entonces todavía lento pero ya irreversible, de una concentración poblacional desmedida y desproporcionada, ya que más que responder a un efectivo crecimiento industrial, la inmigración campesina fue provocada por el abandono económico del campo.

El incremento poblacional (natural y ocasionado por los flujos migratorios) se reflejó en una constante expansión territorial de la zona urbana. El crecimiento de la Ciudad se dió sin ninguna planeación ni proyección, siguiendo las rutas marcadas por las vías de comunicación y comenzó a engullir las zonas rurales que la enmarcaban, en su mayoría terrenos de carácter ejidal, conurbando poblados a una velocidad vertiginosa. Al sumar su propia extensión, cada pueblo que se incorporaba al proceso de conurbación representaba un agigantamiento más veloz de la propia ciudad, la cual se metamorfoseaba en una mal llamada Zona Metropolitana.

La interacción que esta Zona Metropolitana establece con su entorno es totalmente asimétrica: exige todo y regresa muy poco. El ciclo hidrológico de la Cuenca ha sido totalmente

alterado. El control de los escurrimientos superficiales que drenaban en los lagos es total a través de la desecación y entubamiento de los ríos. Los cuerpos de agua, es decir, los antiguos lagos, están prácticamente desaparecidos. Lo poco que persiste registra elevados niveles de contaminación por aguas negras. El agua de lluvia es capturada por el sistema de drenaje y emplazada hacia afuera de la Cuenca. Extraemos tres veces más agua del subsuelo, de la que se infiltra. Por todo lo anterior, la recarga de los acuíferos subterráneos se ha visto severamente afectada como se ha podido comprobar a través del hundimiento de la propia Ciudad, de los efectos de los sismos de 1985, y de la necesidad de perforar cada vez más profundo en busca de las aguas subterráneas.

El crecimiento en extensión de la ciudad va aparejado a la posibilidad de transporte rápido. Los coches de tiro fueron rápidamente reemplazados por el sistema eléctrico de transporte colectivo "tranvías", los cuales todavía a principios de los setentas conformaban una amplia red que fue sustituida por el transporte automotor. El uso creciente del automóvil como medio de transporte imprimió una nueva dinámica a la ciudad. A mediados de los setentas, la fisonomía de la urbe fue totalmente modificada, destruyéndose camellones y banquetas junto con la vegetación que en ellos crecía. Se crearon grandes avenidas "ejes viales" para hacer más rápida y efectiva la circulación de los automotores. Se eliminaron las guías eléctricas de los tranvías y trolebuses y se asentó el reinado de la gasolina y el diesel.

A lo anterior, abremos de sumar la presencia de una planta industrial, la más importante del país, enclavada en la Cuenca. Industrias, muchas de ellas, altamente contaminantes (algunas de las cuales han sido clausuradas recientemente: Loreto y Peña Pobre, clausurada antes de declararse en quiebra, la Refinería de Azcapotzalco, y otras) y con elevados requerimientos de agua.

Esta etapa, al igual que el cuerpo del trabajo, la podemos desglosar en cuatro aspectos clave del efecto de la Zona Metropolitana en la Cuenca: a) el agua, b) los suelos, c) la flora y la fauna y d) el aire.

El primero es la muerte de la zona lacustre. El agua, los lagos, nos han servido como elemento base de cohesión en el análisis de la relación de los asentamientos humanos con su entorno. A través de su historia hemos podido medir el crecimiento e impacto de las diversas "ciudades" que aquí han tenido asiento. A principios del presente siglo, los lagos todavía ocupaban una importante extensión, en la actualidad están prácticamente desaparecidos, así como la flora y la fauna asociadas.

Es importante mencionar el esfuerzo que se ha realizado para rescatar el vaso de Texcoco. A consecuencia de las obras hidráulicas prehispánicas, la salinidad de el otrora lago de Texcoco se vió fuertemente incrementada. Al desecarse el lago, debido a que ya nadie vertía sus aguas hacia él, el espacio que ocupaba, quedó convertido en un páramo salitroso inundable en época de lluvias. Encontrarse

por debajo de los niveles del resto de la ciudad, recordemos que Texcoco era el lago más bajo, hace sumamente difícil, costosa y riesgosa la instalación de servicios urbanos. En general, salvo el grave problema de salinidad, se asemeja mucho a la situación actual que vive Chalco.

Los trabajos que ha desarrollado la Comisión del Lago de Texcoco, con errores y aciertos ha permitido conservar este espacio, la construcción de dos lagos artificiales, sostenidos con aguas grises, ha permitido que numerosas especies de aves residentes y migratorias reencuentren en la Cuenca un lugar.

Desgraciadamente, es probable que la demanda de vivienda se vea satisfecha con la ocupación de estos terrenos. Las consecuencias serían graves, desde el punto de vista ecológico y urbano.

Existen nuevos proyectos para rescatar espacios vitales como son el Ajusco, programa a cargo de especialistas, y el de Xochimilco, del cual poco se sabe.

Los problemas de abasto de agua potable a la Zona Metropolitana son grandes. La extracción irracional y descontrolada de las aguas subterráneas ofrece severos peligros para el equilibrio de toda la Ciudad. La contaminación de los acuíferos subterráneos a través de los tiraderos de basura y filtraciones de la red de drenaje pueden poner en riesgo la potabilidad del sistema. La importación de agua de otras cuencas representa un elevado costo

ecológico, económico y social que no podemos seguir asumiendo, mucho menos acrecentando.

Paradójicamente, la generación de aguas negras, su mezcla con las aguas pluviales y su canalización hacia afuera de la Cuenca sin ningún tratamiento ni capacidad de reuso es un lujo que nadie debe ni puede mantener. Estas aguas están contaminando los afluentes más importantes del país y generando graves problemas a la fauna y flora asociadas, así como a las poblaciones que las requieren para consumo humano y riego.

Los suelos de la parte baja de la Cuenca se han visto severamente alterados. La desaparición de los lagos y su posterior urbanización, ha transformado profundamente el antiguo paisaje lacustre y ha tenido impactos en el clima de la región y en la capacidad de recarga de las aguas subterráneas. Estos procesos de urbanización de las partes bajas han obligado, a los cada vez menos, agricultores y pastores a desplazarse hacia las laderas de cerros y montañas con los consecuentes procesos erosivos de estos suelos. Inclusive, en la actualidad ya se empiezan a vivir procesos acelerados de urbanización de las partes altas, guiados por las vías de comunicación como es el caso de la carretera Panorámica del Ajusco, la carretera libre a Cuernavaca, la carretera a Toluca (la libre y la de cuota), etc...

La existencia de inmensos tiraderos de basura oficiales y clandestinos debe sumarse a los procesos de contaminación y pérdida tanto de los suelos, como de los mantos freáticos.

Los costos que todo esto ha tenido y sigue teniendo, en la pérdida de especies vegetales y animales es invaluable. La inmensa mayoría de los actuales moradores de la Zona Metropolitana ignora que animales poblaron la Cuenca y no conocen, aunque sea a través de una ilustración o foto, al berrendo, al venado cola blanca, al pecarí, al teporingo, el ocelote, y tantos otros, habitantes actuales o desaparecidos de la zona. De los lagos tenemos la triste imagen que ofrecen las sucias, llenas de lirios y contaminadas aguas de Xochimilco. La imagen de las chinampas, los ahuehuetes, los tulares... es cada día más lejana. Los desmontes con fines agrícolas o urbanos están acabando a pasos acelerados con los bosques. En estudios recientes se ha dejado claro el efecto que la contaminación ambiental por ozono y bióxido de azufre básicamente, está teniendo sobre el vigor de los árboles y por tanto de los bosques.

En el área urbana, nos hemos empeñado, primero en quitar la vegetación nativa y luego en "reforestar" con eucaliptos y casuarinas. Estas especies ampliamente requeridas por ser de fácil manejo, rápido crecimiento y relativamente tolerantes al stress urbano, se han convertido en una "plaga" al desplazar a las especies nativas, en particular en zonas donde se ha pretendido conservar la vegetación natural como es el caso de la Reserva del Pedregal de San Angel de la Universidad Nacional Autónoma de México.

El aire de la ciudad ha ido cambiando. La presencia de la planta industrial más importante del país y el elevado número

de automotores, ha hecho de la antigua región más transparente del aire un lugar en donde la calidad de éste pasa de "no satisfactoria" a "mala", según la SEDUE, o de "alerta" y "aviso" para el National Ambient Air Quality de los Estados Unidos.

Sin lugar a dudas, la década de los ochentas a sido crítica en la agudización de la problemática ambiental. El registro de elevados niveles de plomo en la sangre de los habitantes de la Zona Metropolitana, obligó a la reducción del tetraetilo de plomo como antidetonante de las gasolinas. Desgraciadamente hubo efectos colaterales. Se incrementó la presencia de precursores de contaminantes secundarios como el ozono.

El caso del ozono se ha vuelto alarmante, la norma mexicana es de 0.11 partes por millón, no más de una hora una vez al año. Esto equivale a 100 IMECA. Según los datos del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, en 1987 estuvimos por encima de 0.11 ppm más de 740 horas, en 1988 fueron 959 horas y en 1989 sumaron 1224 horas. ¿Qué efectos tiene sobre la salud respirar un aire que se encuentra por encima de la norma permisible de una hora una vez al año, durante más de mil horas por año?. Desgraciadamente, todo indica que, humanos, plantas y animales estamos en camino de averiguarlo.

Podemos señalar que el efecto en la calidad del aire que ha tenido el programa "un día sin auto" deja mucho que desear. A saber, 1990 y 1991 se presentan como los peores

años en cuanto a concentración de contaminantes. en el aire de la Zona Metropolitana.

Las cuatro etapas que sugerimos nos reflejan procesos culturales claramente distintos entre sí. La primera etapa está representada por las culturas preclásicas, clásicas y del postclásico temprano. La segunda abarca el establecimiento, apogeo y caída de la cultura Azteca. La tercera es la implantación de la cultura ibérica, que si bien sincretiza numerosos rasgos de la cultura indígena, no deja de significar una nueva concepción del mundo natural, social y teológico. La cuarta encarna la importación del modelo occidental de desarrollo. El surgimiento de numerosas ciudades y el incremento de la población urbana a partir de la década de los cincuentas, no es un suceso privativo de nuestro país, ni siquiera de los llamados tercermundistas, subdesarrollados o periféricos. Es un proceso de carácter global que refleja la concepción occidental del mundo emergido de la segunda guerra mundial.

Es probable que en un futuro no muy lejano sea necesario precisar una quinta etapa en la relación entorno naturaleza, producto del proceso modernizador desatado en esta recién estrenada década de los noventas. Apuntamos como elementos de este cambio las transformaciones en el pacto social que encarnaba la Constitución Mexicana, en particular su Artículo 27. Es probable, que en un no muy lejano plazo campesinos sin tierra conformen nuevas columnas de migrantes cuyo destino será, evidentemente, los espacios urbanos.

Así mismo, tal vez asistamos al enraizamiento y socialización de una nueva cultura ambiental producto de la difícil situación que se vive a nivel mundial y que es probable que se agudice rápidamente, como está ocurriendo en la ZMCM.

La ciudad en interacción, la ciudad modeladora, la ciudad aislada.

Las cuatro etapas en las que condensamos los momentos de quiebre y cambio más dramático de la evolución de los asentamientos de la Cuenca son un claro ejemplo de los tres tipos o modelos de ciudad que definimos en el Capítulo II: la ciudad que establece una interacción con el entorno conformando un continuo con los ecosistemas en los que se asienta y le dan sustento; la ciudad que los modifica empezando a conformar una unidad aislada que demanda recursos de ecosistemas no inmediatos; la ciudad aislada, la cual ha sustituido los ecosistemas en los que se asentaba por el sistema ciudad, los ambientes aledaños han sido fuertemente modificados y la obtención de recursos depende esencialmente de unidades lejanas a ella.

La primera etapa del desarrollo de la ciudad en función de la relación asentamiento entorno natural, es ejemplo del primer modelo, en donde el paisaje ciudad conforma un continuo con el paisaje natural en una clara relación de dependencia con el medio. Quizás Teotihuacán escapa a esta situación y queda mejor representada en el segundo tipo.

Tenochtitlan, a través del manejo hidráulico y agrícola es un buen exponente de la ciudad que controla y modifica el paisaje natural.

La tercera y cuarta etapas son un complejo camino hacia la conformación de la ciudad como entidad discreta, aislada. El tiempo que comprende nuestra tercera etapa, desde el establecimiento de los conquistadores, hasta la década de los cincuentas, la podemos concebir como un largo proceso de transición entre la ciudad modificadora y la ciudad aislada.

El paisaje ciudad de la cuarta etapa, es decir la actual, se ajusta en mucho a nuestro modelo de la ciudad aberrante, aislada de su entorno y en absoluta disonancia con el paisaje natural, que no sólo ha reemplazado los ecosistemas en los que se asentó, modificado aquellos que la circundan, sino que incluso tiene efectos devastadores en ambientes lejanos a ella.

Evidentemente, estos modelos de paisaje ciudad difícilmente se ajustan de manera estricta a los márgenes de la definición de cada uno y de manera lógica, sobre todo cuando se presentan como esquemas reemplazantes, es decir, como etapas de un proceso de transformación, estos se van sobreponiendo a través del tiempo, conservando rasgos del anterior y apuntando elementos del subsecuente. Sin embargo consideramos que si describen una situación específica de los diferentes asentamientos y que estos si pueden ser ceñidos a los modelos.

Es indudable que esta ciudad tiene Historia. Historia que se refleja en los procesos de colonización del espacio que hemos descrito, pero que también significan culturas diversas, conceptos filosóficos y humanistas del mundo que ella significa y del que la rodea. Ha sido, es y será sujeto y objeto de leyendas, investigaciones, poemas, análisis y canciones que descubren cada día su grandeza.

En resumen, la transformación del paisaje ecológico y la crisis ambiental de la Cuenca se traduce en la desecación de la zona lacustre, merma de sus bosques, pérdida de los suelos, desaparición de las especies a ellos asociadas y contaminación del aire, agua y suelos. Este proceso se remonta a los grandes asentamientos de Teotihuacán y posteriormente de Tenochtitlan y sus contemporáneos, pasando por otras dos etapas críticas, la primera el asentamiento de los españoles y la segunda la época actual, considerada a partir de los años cincuentas. En cuanto a procesos de contaminación, el momento de quiebre lo podemos ajustar en esta última etapa, en los años setentas como plataforma de despegue, y la década de los ochentas y lo que va de los noventas, como momentos críticos.

LA REARTICULACION DEL PAISAJE REGIONAL CON BASE EN LA ARMONIA ENTRE PAISAJE CIUDAD Y PAISAJE NATURAL.

Algunas ideas hacia el futuro.

Quizás este subtítulo suena un tanto curioso, pero titular este apartado como "Alternativas", me parece un poco

pretensioso. Realmente la situación actual de la Cuenca demanda el concurso de especialistas, técnicos, gobernantes, población en general, mucha voluntad y numerosos recursos económicos para poder evitar el paso de una crisis a una debacle ambiental.

Hemos dicho que la ZMCM se ajusta a nuestra idea de Paisaje ciudad aislado del paisaje natural y rural que le rodean. Lo primero que debiéramos entonces considerar, es la posibilidad de revertir esta situación. Integrar de manera más armónica a la ciudad a su entorno, evitando el desenfrenado proceso de deterioro de los bosques, los pastizales, las áreas de cultivo, lo poco que resta de la zona lacustre, los mantos freáticos y el aire.

Existen numerosas ideas, muchas con sustento y otras sin él, de como abordar los distintos problemas que hemos trabajado. Después de una larga revisión del proceso de colonización de la Cuenca a través del tiempo, nos atrevemos a formular algunas opciones viables que sólo concebidas de manera integral pueden ofrecer un programa de rescate ecológico de la Cuenca. Muchas de las ideas ya han sido propuestas por diferentes personas, u organizaciones, algunas ya están en marcha, e incluso otras existen como "promesas" oficiales de gobierno, de campaña política, etc. No estamos descubriendo el hilo negro.

♦ Es indispensable para la construcción conjunta del sistema de drenaje junto con las aguas pluviales. Se entiende que a corto plazo no es viable la reestructuración completa del sistema, pero debe ser un objetivo a largo plazo.

♦ Es impostergable la multiplicación de pozos de captación de aguas de lluvia que nos permita reinfiltrar agua a los acuíferos subterráneos.

♦ Detener de manera enérgica los procesos de urbanización y desmontes de la Sierra Ajusco-Chichinautzin, y de la Sierra de las Cruces, espacios vitales para la recarga de los acuíferos. La generación de parques públicos protegidos donde se realicen trabajos de recuperación de suelos y reforestación, así como de rescate y protección a la fauna es una alternativa plausible, que evita que estos terrenos queden "ociosos" y por ello sean invadidos para efectos de urbanización.

♦ Mantener y profundizar el Proyecto de regeneración del exvaso de Texcoco. Por ningún motivo esta zona debe ser sujeta a procesos de urbanización.

♦ Xochimilco debe ser regenerado. Los manantiales que vertían sus aguas a estos canales deben volver a hacerlo. Se debe controlar de manera efectiva el derrame de aguas servidas y deposición de basuras en los márgenes de los

canales. Establecer un programa de control del lirio acuático. Esto debe regularse de manera inmediata, y es seguro que sólo con el concurso conciente de la población aledaña, se podrá establecer un programa de monitoreo permanente para evitar el mal uso de estas aguas.

† Como parte esencial del punto anterior, las chinampas y los chinamperos deben ser rescatados con apoyos y espacios aptos para evitar que se pierda en el olvido este peculiar y eficiente sistema agrícola.

† La salida ordenada pero inevitable de las industrias con elevada demanda de agua o productoras de aguas servidas con elementos peligrosos.

† Clausurar en el menor tiempo posible todos los tiraderos a cielo abierto y de relleno controlado.

† La basura, como un todo, debe pasar a ser propiedad del Estado, el cual puede concesionar su manejo a particulares. Este manejo puede ser global, o por áreas de reciclamiento. Casi el 50% de la basura que se produce en la ZMCM es reusable o reciclable.

† Sistema especializado de recolección y deposición de basuras. La "sociedad de la basura" debe desaparecer. La selección de la basura debe realizarse desde el hogar, el comercio, la oficina por medio de profusas campañas de información. La selección debe hacerse básicamente en los

siguientes grupos: a) basura orgánica, b) papeles, c) vidrios, d) metales y e) plásticos reciclables.

♦ La construcción de Rellenos Sanitarios con selección estricta en su ubicación a través de estudios de impacto ambiental: tipo de suelo, topografía, cercanía a fuentes de agua, distancia de la zona urbana, proyección de vida útil y monitoreo continuo al menos durante 50 años posterior a su clausura. Impermeabilización del suelo donde tendrá lugar el tiradero, construcción de un sistema de drenaje, captación y manejo de lixiviados, sistema de manejo de gases, monitoreo constante del subsuelo y mantos freáticos.

♦ La salida ordenada pero inevitable de la industria productora de desechos sólidos peligrosos.

♦ La salida ordenada pero inevitable de la Cuenca de las industrias generadoras de elementos que contaminen el aire.

♦ Instalación de purificadores, filtros, etc, en la industria que así lo requiera.

♦ Se debe dar prioridad indiscutible, al sistema de transporte público. Es indispensable la sustitución de combis y microbuses por transporte eléctrico eficiente con una completa red de cobertura. En los casos donde no sea posible hacer llegar el transporte eléctrico, se debe

posible hacer llegar el transporte eléctrico, lo harán unidades equipadas con gas. La única posibilidad real, con efectos de largo plazo, de disminuir considerablemente el uso del automóvil privado, está en relación directa a la posibilidad de acceder a un transporte público eficaz.

♦ Como medida de largo plazo, pero con acciones y medidas inmediatas, debe plantearse la sustitución de los automotores de combustión interna por vehículos con tecnologías menos agresivas al ambiente como es el caso de la energía eléctrica. Evidentemente los intereses que se oponen a una medida de este estilo rebasan, no sólo las fronteras de la Ciudad, sino las del propio país.

♦ Inicio del año escolar en Febrero. Esto ayudaría a mitigar la emisión de contaminantes en una época difícil para su dispersión.

♦ Los empleados del gobierno deben cubrir un horario corrido de 8:30am a 5:30pm para evitar los picos de transporte del mediodía. Esto será extensivo, de manera obligatoria a todas las instituciones, escuelas, oficinas, comercios e industrias que lo puedan aplicar. Esto nos permitirá, en un mediano y largo plazo, sincronizar el movimiento de ciudadanos en tan sólo dos horas pico y no en cuatro como ocurre actualmente.

♦ En la época invernal, se debe recorrer dos horas el reloj. Bien en la ZMCM exclusivamente, o en su caso en toda la zona centro del país. Esto no es sólo con el fin de evitar el frío de la mañana, sino de que el inicio de la actividad citadina se sobrelape lo menos posible con las horas en que ocurre la inversión térmica.

♦ La observancia estricta de los reglamentos de calidad del aire y actuar en consecuencia, en caso de rebasar los niveles tolerables para la salud humana.

♦ Informar de manera permanente, cada hora, de los niveles de contaminación en partes por millón o en microgramos sobre metro cúbico de todos los contaminantes presentes en la atmósfera.

El problema de la contaminación atmosférica reside en las fuentes emisoras de contaminantes y sus precursores. Sólo controlando esta parte del sistema podremos enfrentar de manera efectiva y a largo plazo esta situación. Existen además, medidas que nos pueden ayudar a mitigar los efectos actuales, entanto las medidas más drásticas y de fondo pueden llevarse a cabo.

Como salta a la vista, muchas de estas medidas tienen pros y contras, otras sólo requieren de la acción inmediata, el conocimiento y capacidad tecnológica para llevarlas a cabo ya existen. Es la legalidad social la que ha generado los

quizá como nunca antes, la sociedad comienza a ser consciente de la necesidad de detener los procesos degradativos de la calidad ambiental, y comenzar a generar alternativas, que aunque representen un costo social y económico mayor, nos permitan reestablecer una situación más armónica con el entorno que nos da sustento.

BIBLIOGRAFIA

- _____. 1982 "Geographical Topics of Mexico City and its Environs". Latin American Regional Conference. IGU Brasil.
- _____. 1985. Proyecto de Esquema rector de los usos del suelo para la zona metropolitana. DDF y Edo. Méx.
- _____. 1989. "The albedo effect". Sc. Am. Vol. 261. No 3.
- _____. 1990 Listado de especies raras, amenazadas y en peligro de extinción y sus endemismos en la República Mexicana
- Aguirre, J. 1986 "El Medio Acuático y su Contaminación" en López portillo, M. (comp.) 1982.
- Alvárez del Castillo, C. 1984. "Recursos Naturales en la Cuenca de México". (Cuadernos de trabajo N° 20). Prehistoria, INAH, México: 27-55.
- Alvarez, J. et al. 1982. "proyecto para la creación de una reserva en el Pedregal de San Angel". Cuadernos de Ecología. 1 Fac. Ciencias. U.N.A.M.
- Andrade, A. 1975. La Erosión. FCE. México.
- Anzabalo, R.D. y G. Díaz. 1991. La contaminación del agua subterránea y su transporte en medios porosos. Cuadernos del Inst. de Geof. UNAM.
- Arvizu, H. 1989. "El Autotransporte Público Federal y los Energéticos". en Bustamante. C. y F. Burgueño (coords). 1989.
- Atlas Nacional 1990. Instituto de Geografía. UNAM
- Avalos, J. et al. 1988. "Estudio del consumo y abasto de alimentos en la Delegación de Cuajimalpa" en Fuente, S. y J. Legorreta. Coords. 1988.
- Baez, A. 1989. "Lluvia Ácida, una realidad". Ciencia y Desarrollo. Vol XV, No 87: 41-47.

- Barceló,
- Bauer, L. I. 1981. "Efectos de los gases tóxicos en la vegetación" Ponencia. Seminario Sobre Administración y Tecnología del Ambiente. México D.F.
- Benítez, F. 1984. Historia de la Ciudad de México. Salvat. México.
- Benítez, R. y J.B. Morales. Comps. 1988. Grandes problemas de la Ciudad de México. Plaza y Valdés. México.
- Bravo, H. 1987. La Contaminación del Aire en México. Colección Medio Ambiente. Universo Veintiuno. México.
- Bravo, H. et al 1991. "Ozono y lluvia ácida en la Ciudad de México". Ciencias No 22.
- Bravo, H. et al. 1988. "Ozone and its Nighttime concentration in the Southern Mexico City Metropolitan Area". Geof. Inter. Vol. 27-1: 83-98.
- Bustamante, C. 1975. "Desarrollo Urbano, Anarquía y Planeación" Problemas del Desarrollo. # 22. México.
- Bustamante, C. y F. Burqueño (coords). 1989 Economía y Planificación Urbana en México. IIE, UNAM.
- Calderón, G. "Adiciones a la flora fanerogámica del Valle de México". An. Esc. Nal. de Cien. Biol. del IPN. Vol 13.
- CAM 1989. Consejo del Area Metropolitana del Distrito Federal y Estado de México. Avances y acciones a realizar.
- Camarena, M. 1989. "Transporte, Consumo Energético y Organización de las Actividades". en Bustamante, C. y F. Burqueño (coords). 1989.
- Carrillo, R. 1984. Historia de la Ciudad de México Desde su Fundación Como Capital del Imperio Mexica, Hasta su Gran Desarrollo Actual. Panorama editorial. México.
- Castells, M. 1986. Problemas de Investigación en Sociología Urbana. Siglo XXI. México.
- Castells, M. 1972. La Cuestión Urbana. Siglo XXI. México.

- Castillo, H. 1990. "La sociedad de la basura" Ciencias No 20
- CCCP. 1988. Comisión de Conurbación del Centro del País .
El Medio Ambiente Documento de trabajo. El aire.
- CCCP, 1988. Programa de desarrollo de la zona metropolitana
de la ciudad de México y la región centro. El agua.
- CEPAL/PNUMA 1983. "Incorporación de la dimensión
ambiental a la planificación".
- Cervantes, J y R. López Recendez. 1988. "Bases para la
microzonificación sísmica de la zona metropolitana de
la Ciudad de México". Geografía y Desarrollo. AÑO 1 No
2: 10-17.
- Chavero, A. 1984. Los Azteca o Mexica Fundación de México-
Tenochtitlán. Porrúa. México.
- Chuecagoitia, F. 1985. Breve Historia del Urbanismo.
Alianza. Madrid.
- Clark, W. 1989. "Managing planet Earth". Sc. Am. Vol. 261.
No 3: 18-26.
- Contreras, W. 1988. "El agua ¿recurso renovable?" en Puente,
S. y J. Legorreta. Coords. 1988.
- Cortés, R. et al 1989 "Estudio hidrogeoquímico isotópico de
manantiales en la cuenca de México" Geofísica In
ternacional vol 28 No 2
- Delgadillo, J. 1989. " La Cuenca de México: Déficit y
Potencialidad del Recurso Hídrico". IV Seminario de
Economía Urbana: Crecimiento, Crisis y Deterioro del
Medio. Sept. 1989. Instituto de Investigaciones
Económicas, UNAM.
- Delgado, J. 1988. "El patrón de ocupación territorial de la
Ciudad de México al año 2000" en Terrazas, O. y E.
Preciat. Coords. 1988.
- Delgado, J. 1988. "La estructura segregada de la Ciudad de
México: 1970-1986" en Benitez, R. y J.B. Morales.
Comps. 1988.

- Díaz-Betancourt, M. et al. 1987. "Vegetación y Ambiente Urbano en la Ciudad de México. Las Plantas de los Jardines Privados". (en) Rapoport, H. & I. López Moreno. (Eds.) 1987.
- Dioxadis, C.A. 1972. "Ecumenopolis, World City of tomorrow. en Smith, R.L. 1972. The Ecology of Man: An Ecosystem Approach.
- Dobson, A. et al. 1989. "The Green house Effect and Biological Diversity". Trends in Ecology and Evolution 4: 64-68.
- Ezcurra, E. 1990. De las chinampas a la megalópolis. El medio ambiente en la Cuenca de México. FCE. México.
- Ezcurra, E. 1991. "¿Qué mide el IMECA?". Ciencias No 22
- Ezcurra, E. 1991. "Las inversiones térmicas" Ciencias No 22
- Falcón, O. 1989. "Planeación Económica y Desarrollo Urbano". en Bustamante. C. y F. Burgueño (coords). 1989.
- Falcón, Y. I. et al. 1988. "Contaminación por Partículas Atmosféricas en la Ciudad de México". Geof. Inter. Vol. 27-1: 99-110.
- Flagan, R & J.H. Seinfeld. 1988. Fundamental air Pollution Engineering. Prentice Hall Inc. USA.
- Franco, M. 1991 "Los árboles y la calidad del aire en la ciudad" Oikos 11
- Fuentes, V. 1991. "Contaminación por partículas suspendidas" Ciencias No 22
- Gamboa, H.T. 1983. "Identificación y Cuantificación de Microorganismos (Bacterias y Hongos) y su Relación con la Distribución de Partículas Suspendidas en Cuatro Sitios de la Atmósfera de la Ciudad de México". Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- García Lara, M.A. 1986. "Los Recursos Hidráulicos". (en) López Portillo, M. (comp.) 1982.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. UNAM. Instituto de Geografía. México.

- García, E. 1986. Apuntes de Climatología. México.
- García, J. 1983. [en] La Ciudad de México antes y después de la conquista. Colección Distrito Federal. México.
- García, J. 1989. "Diez años de Planeación Urbana". en Bustamante, C. y F. Burgueño (coords). 1989.
- Garza, G. 1981. "Evolución económico-demográfica de la Ciudad de México en la Nueva España". Lecturas del CEESTEM. Vol 1: # 3.
- González, C. 1981. "La Ciudad de México: "Metropolización" y Perspectiva". Lecturas del CEESTEM. Vol. 1 # 3.
- González, L. 1986. "Contribuciones al Conocimiento Arqueobotánico de la Cuenca del Valle de México". Cuaderno de Trabajo # 3. I.N.A.H./S.E.P. México.
- González, R. 1989. "La Economía del Agua". en Bustamante, C. y F. Burgueño (coords). 1989.
- González, R. 1989. "Abastecimiento, Distribución y Control del Agua en la ZMCM". IV Seminario de Economía Urbana: Crecimiento, Crisis y Deterioro del Medio. Sept. 1989. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM.
- Graedel, T. & P.J. Crutzen. 1989. "The changing atmosphere". Sc. Am. Vol. 261. No 3: 28-37.
- Grassé, P.P. (dir). 1982 La vida de los Anímales. Tomo 2 y 3 Planeta. España.
- Guevara, S. et al. 1988. Ecología Urbana de la Delegación Cuauhtémoc. Reporte técnico. Lab. Ecología, Fac. Ciencias U.N.A.M.
- Gutiérrez, E. 1990. "Los residuos sólidos peligrosos ¿un riesgo sin solución?" Ciencias No 20.
- Halffter, G. 1982. "La Conservación del Germoplasma". (en) López Portillo (comp) 1982.
- Hardoy, J. 1978. "La Construcción de las Ciudades de América Latina a Través del Tiempo". Problemas del Desarrollo. IX, (34): 83-118.

- Hawley, A. 1975. Ecología Humana. TECNOS. Madrid.
- Hawley, A. 1986. Human Ecology. A Theoretical Essay. Univ. Chicago Press. USA.
- Heine, K. --- "Late Quaternary Glacial Chronology of the Mexican volcanoes".
- Hengelheld, H. y C. De Voch (Edits.) 1979. "Role of water in Urban Ecology" Amsterdam, The Netherlands.
- Herrera, A. 1983. "Síntesis Ecológica de la Cuenca de México. Tesis de Licenciatura, Fac. Ciencias UNAM.
- Herrera, I. et al. 1989. "Contribución para la administración científica del agua subterránea de la cuenca de México" Geof. Inter. vol 2 No 28.
- Hiernaux, N. 1978. "Urbanización en el Subdesarrollo". Problemas del Desarrollo. IX, (34): 119-132.
- Ibarra, V. et al (comps.). 1986. La Ciudad y el Medio Ambiente en América Latina. Col. de Mex. CED y DU. México.
- Ibarra, V. et al. "La Ciudad y el Medio Ambiente: El Caso de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México". En Ibarra, Puente y Saavedra (Comps.) 1986.
- Jacobs, J. 1985. Cities and the wealth of nations. Random House Inc. New York.
- Jauregui, E. 1988. "Efectos del clima urbano en los niveles de contaminantes atmosféricos en la Ciudad de México". Geografía y Desarrollo. AÑO 1 No 2: 37-44.
- Jauregui, E. et al. 1981. "Una Primera Estimación del Transporte de SO₂ Sobre la Ciudad de México". Geof. Inter. Vol. 20-1: 55-79.
- Jusidman, C. 1988. "Empleo y Mercados de Trabajo en el Área Metropolitana de la Ciudad de México 1975-1988" en Puente, S. y J. Legorreta. Coords. 1988.
- Kazanskaya, N.S. 1977. Forest near Moscow as territories of mass recreation and tourism" Urban Ecology 2: 271-295.

- Krebs, Ch. 1985. Ecología. Estudio de la Distribución y la Abundancia. HARLA. México.
- Lambert, G. 1987. "El Dióxido de carbono en la Atmósfera". Mundo Científico. España: 848-857.
- Lefevre, H. 1983. La Revolución Urbana. Alianza Editorial. Madrid.
- Lefevre, H. 1973. El Pensamiento Marxista y la Ciudad. Extemporáneos. México.
- Lefrov, C. et J. Margat. 1987. "L'utilisation combinee des eaux de surface et des eaux souterraines dans l'alimentation en eau de metropoles." Ponencia presentada en Metrópolis 87. México.
- Legorreta, J. 1988. "El Transporte Público Automotor en la Ciudad de México y sus Efectos en la Contaminación Atmosférica". [en] Puente, S. y J. Legorreta. (coord.). 1988. Medio Ambiente y Calidad de Vida. Plaza y Valdés. México:263-300.
- Legorreta, J. 1991. "Contaminación atmosférica en la Ciudad de México" Ciencias No 22.
- Licht, W. Air Pollution control Engineering (Basic Calculations for Particulate Collection). 2ed. Marcel Dekker Inc. USA.
- López Austin, A. 1988. Una vieja historia de la mierda. Ediciones Toledo. México.
- López Portillo, M. (comp.) 1982. El Medio Ambiente en México: Temas, Problemas y Alternativas. F.C.E. México.
- López Recéndez, R. 1987. "Medio Ambiente en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México". Ponencia presentada en Metrópolis 87. México.
- López, R. 1990 "El impacto de los desechos sólidos sobre el medio" Ciencias No 20
- Lozano, S et al 1991. "Paleomagnetismo, Palinología, Paleoclimatología y Magnetoestratigrafía en sedimentos lacustres de la cuenca de México" Comunicaciones Técnicas. IG UNAM.

- Lozano, S. 1989 "Palinología y paleoambientes pleistocénicos en la cuenca de México" Geofísica Internacional vol 28 No 2
- Lozano, S. 1991 "Cambio Global y Paleoambientes Cuaternarios de la cuenca de México". Ponencia presentada en la Reunión Intercontinental Sobre Cambio Global Agst. 1991 UNAM.
- Lynch, K. 1965 La Imagen de la Ciudad. Gustavo Gili. México.
- Manzanilla, L y M.C. Serra. 1987. "Aprovechamiento de Recursos de Origen Biológico en la Cuenca de México". Geofísica Internacional. Vol. 26. No. 1: 15-28.
- Maurits la Riviere. J.W. 1989. "Threats to the world's water." Sc. Am. Vol. 261. No 3: 48-55.
- Mc Clung, E. 1981. El hombre y su medio ambiente. IIA UNAM.
- Mc Clung, E. 1984. Ecología y cultura en mesoamérica. UNAM.
- Messmacher, M. 1987. México: Megalópolis. SEP. México.
- Mohen, V.A. 1988. "El desafío de la lluvia ácida" Sc. Am. (Ed. en español). No 145: 8-17.
- Morgan, E. 1976. La Ciudad en Crisis. Pomaire. México.
- Moriarty, 1968. [en] Manzanilla, L. y M. C. Serra. ob. cit.
- Mosser, F. 1975. "Historia Geológica de la Cuenca de México". [en] Memoria de las Obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal. Tomo I. México: 7 - 38.
- Munford, L. 1972. "The Natural History of Urbanization" en Smith, R.L. 1972. The Ecology of Man: An Ecosystem Approach.
- Navarro, B. 1988. "Sistemas de transporte y metropolización de la ciudad de México" en Terrazas, O. y E. Preciat. 1988.
- Navarro, B. 1989. "El Transporte Metropolitano en la Coyuntura Actual. en Bustamante. C. y F. Burgueño (coords). 1989.
- Neuhofner, R. 1980. "Problems of urban and regional planning with reference to the environmental factor: noise and

- results from studies conducted in the industrial region around halle". Urban Ecology 4: 287-316.
- Niedenberger, C. 1976. Zohapilco. Cinco Milenios de Ocupación Humana en un Sitio Lacustre de la Cuenca de México. INAH.
- Nocedal, J. 1987. "Las Comunidades de Pájaros y su Relación con la Urbanización en la Ciudad de México". (en) Rapoport, H. & I. López Moreno (Eds.) 1987.
- Ortega, M.A. 1989. "Las condiciones de frontera hidráulicas naturales en la cuenca de México, usando modelado matemático" Geofísica Internacional vol 28 No 2
- Palerm, A. 1990. México prehispánico. Evolución ecológica del Valle de México. CoNaCult. México.
- Parsons, 1974. [en] Manzanilla, L. y M.C. Serra. ob. cit.
- Parsons, J.R. 1976. [en] Wolf, E. (Ed.). 1976. The Valley of Mexico. Studies in pre-hispanic Ecology and Society. A School of American Research Book. University of New Mexico. Press.
- PGDU. 1987-1988 Programa general de desarrollo urbano del Distrito Federal
- Piel, J. et al. 1973. Regiones y Ciudades en América Latina. Sep setentas. México.
- Preciat, E. 1988. "Conocimiento y megalópolis" en Terrazas, O y E Preciat. 1988.
- Puente, S. y J. Legorreta. Coords. 1988. Medio Ambiente y Calidad de vida. Plaza y Valdés. México.
- Puigcerver, M. 1979. "Atmósfera y Contaminación Atmosférica". Investigación y Ciencia. #37:104-120.
- Rapoport, H. & I. López Moreno (Eds). 1987. Aportes a la Ecología Urbana de la Ciudad de México. MAB. LIMUSA. México.
- Restrepo, I. et al. 1991. Los demonios del consumo. Basura y contaminación. CECODES. México.

- Rodgers, L. & R. Kerstetter. 1974. The Ecosphere. Organisms, Habitats, and Disturbances. N.Y.
- Rodríguez, R. y T. González 1989 "Comportamiento hidrodinámico del sistema acuífero de la subcuenca de Chalco, México". Geofísica Internacional vol 28 No 2
- Romero, S. y C. Rojas. 1991. "Estudio Florístico de la región de Huehuetoca, Estado de México" Acta Botánica Mexicana. 14.
- Rudolph, D. et al 1989 "Groundwater flow and solute transport in the industrial well fields of the Texcoco saline aquifer system near Mexico City" Geofísica Internacional vol 28 No 2
- Ruiz de la Esparza. 1987. "Salud en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México." Ponencia presentada en el congreso Metrópolis' 87. México.
- Ryan, M. 1989. "An investigation of inorganic nitrogen compounds in the groundwater in the Valley of Mexico" Geofísica Internacional vol 28 No 2
- Rzedoski, J. y Calderón 1989. "Sinópsis numérica de la flora fanerogámica del Valle de México". Acta Botánica Mexicana 8
- Rzedowski, 1970 "Nota sobre el bosque mesófilo de montaña en el Valle de México" An. Esc. Nal. de Cien. Biol. del IPN vol 18.
- Rzedowski, J. 1975. "Descripción de la Cuenca del Valle de México. Flora y Vegetación". Enl Memoria de las Obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal. Tomo I. México: 79-174.
- Rzedowski, J. et al. "Cartografía de los principales tipos de vegetación de la mitad septentrional del Valle de México". An. Esc. Nal. de Cien. Biol. del IPN vol 13.
- Sachs, I. 1976. "Ambiente y estilos de Desarrollo". 1er. Simposio sobre Ecodesarrollo. UNAM.
- Salazar, S. et al 1981. "Sobre la Presencia de Algunos Metales Pesados en la Atmósfera de la Ciudad de México." Geof. Inter. Vol. 20-1: 41-54.

- Sánchez, V. 1982. "Aparición de los Problemas del Medio Ambiente." (en) López Portillo (comp.) 1982.
- Sanders, W.T. 1971. "Cultural Ecology of Nuclear Mesoamerica". Ancient Mesoamerica. Selected Readings. J.A. Graham Peck Publications, Palo Alto. USA: 75-85.
- Sanders, W.T. 1976. [en] Wolf, E. (Ed.). 1976.
- Schneider, S. 1989. "The changing climate". Sci. Am. Vol. 261. No 3: 38-47.
- Schteingart, M. 1981. "Crecimiento Urbano y Segregación Espacial en la Ciudad de México". Lecturas del CEESTEM. Vol. 1 # 3: 35-42.
- SEDUE 1988. La Contaminación Atmosférica en el Valle de México. Reporte invierno 1987-1988.
- SEDUE. 1986. Informe Sobre el Estado del Medio Ambiente en México.
- Serra, M.C. 1988. Los Recursos Lacustres de la Cuenca de México durante el Formativo. Colección Posgrado #3. UNAM. México.
- Sirvent, M. et al. 1982. "El Suelo y su Contaminación". (en) López Portillo, M. (comp.). 1982.
- Sodi de la Tijera, D. 1987. "La Comercialización de Alimentos en la Central de Abastos". Ponencia presentada en el Seminario "Economía Territorio y Sociedad". UNAM. México.
- Somsrenfrew, E. 1981. "Medio ambiente urbano: consideraciones metodológicas para las condiciones de la República mexicana". Ponencia. Seminario Sobre Administración y Tecnología del Ambiente. México D.F.
- Stork, E. 1980. "Issues related to control of automotive air pollution" Ponencia. Seminar on Principles of Environmental Management in Developing Countries".
- Sunkel, O. 1985. "Medio ambiente, crisis y planificación del desarrollo".
- Terrazas, O. 1988. "De la ciudad central a la ciudad interior" en Terraza, O y E. Preciat. 1988.

- Terrazas, O. y E. Preciat. Coords. 1988. Estructura Territorial de la Ciudad de México. Plaza y Valdés. México.
- Toledo, V. et al. 1985. Ecología y Autosuficiencia Alimentaria. Siglo XXI. México.
- Tolivia, E. 1982. "La Contaminación Atmosférica" en López Portillo (comp). 1982.
- Toynbee, A. 1971. Ciudades en Marcha. Alianza emecá. Madrid.
- Unikel, L. 1978. El desarrollo urbano de México. Diagnóstico e implicaciones futuras. Colegio de México.
- Valiente, A. y E. Luna. 1990. "Una lista florística actualizada para la reserva del Pedregal de San Angel, México D.F." Acta Botánica Mexicana 9:
- Vázquez, E. y R. Jaimes 1989 "Geología de la cuenca de México" Geofísica Internacional vol 28 No 2
- Villalpando, R. 1989. "Costos, Financiamiento y Subsidios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México". en
- Whiston Spinn, A. 1984. The Granite Garden. Basic Books Inc. New York.
- Wielgolaski, F.E. 1975. "Biological indicator on pollution" Urban Ecology. 1: 63-79.
- William, L.R. 1991. "Once and future landfills". Nat. Geog. 179. No. 5:116-134.
- Wilson, R. & H. Ceballos. 1986. The birds of Mexico City. BDC Printing & Graphics Ltd.
- Xelhuantzi, S. et al 1989. "Deducción de cambios climáticos en el norte de la cuenca de México" Cuaderno de Trabajo INAH. No 39.
- Zepeda y Pérez Cota. 1988. "Alimentación y energía en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México" en Fuente, S. y J. Legorreta. Coords. 1988.