



**CENTRO DE ESTUDIOS DEMOGRÁFICOS,  
URBANOS Y AMBIENTALES**

**MAESTRÍA EN ESTUDIOS URBANOS**

**“Factores mediadores entre el desarrollo de los asentamientos  
humanos y la contaminación hídrica en el municipio de  
Cuernavaca, México”**

Tesis presentada por:

**MARCO ANTONIO RAMÍREZ BAEZA**  
Promoción 2005-2007

Para optar por el grado de  
**MAESTRO EN ESTUDIOS URBANOS**

**Director de tesis:**  
**Prof. Boris Graizbord**

**Lectora:**  
**Profa. María Perevochtchikova**

México, D.F. 30 de agosto de 2007

## *Agradecimientos*

*A Dios por la fe y la esperanza  
a mi Madre, a Laura, a María José y a Dafne  
por todo su amor y comprensión  
a mis hermanos Dante y Adrián  
a mis abuelos, suegros, tíos, primos, sobrinos y cuñadas (os)  
a mis amigos y compañeros de la maestría  
a mis profesores del IPN  
al Dr. Torres  
y a quienes han padecido cáncer, los doctores y enfermeras que lo tratan.*

***Mi más profundo agradecimiento,***

*Al **Prof. Boris Graizbord**, por su dedicación invaluable en la dirección de este trabajo, por sus consejos certeros y por su paciencia. A su equipo de colaboradores.*

*A la **Profa. María Perevochtchikova**, por sus aportaciones y sugerencias precisas.*

*A los pobladores de las colonias Alta Vista y Sacatierra, quienes me ayudaron a conocer el pueblo de San Antón*

*A **El Colegio de México** y a mis profesores*

*Y al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología**, por la beca económica otorgada para llevar a cabo mis estudios.*

## CONTENIDO

Pág.

---

<b>Índice tablas</b>	vi
<b>Índice figuras</b>	vii
<b>Índice de fotografías</b>	ix
<b>Resumen</b>	x
<b>I. Introducción</b>	1
Las formas de estructuración del espacio urbano	
Los servicios públicos en el contexto urbano	
El impacto ambiental	
Hipótesis	
<b>II. La problemática local</b>	8
La Región administrativa Balsas, condiciones geográficas	
Desarrollo económico de la Región Balsas	
El estado de Morelos, condiciones geográficas	
Desarrollo económico del Estado de Morelos	
La infraestructura hidráulica del Estado de Morelos	
El municipio de Cuernavaca, condiciones geográficas	
Desarrollo económico del municipio de Cuernavaca	
Los servicios de agua potable y alcantarillado en Cuernavaca	
El pueblo de San Antón	
Desarrollo económico del pueblo San Antón	
<b>III. Metodología</b>	24
<b>IV. El entorno (aspectos ambientales)</b>	29
Corrientes superficiales	
El acuífero del Valle de Cuernavaca	
La vulnerabilidad del acuífero del Valle de Cuernavaca a los contaminantes	
Fuentes de abastecimiento	
La contaminación de agua en el acuífero del Valle de Cuernavaca	
La problemática hídrica en el municipio de Cuernavaca	
Conclusiones	
<b>V. Características de los pobladores (aspectos socioeconómicos)</b>	51
Migración	
Población económicamente activa ocupada	
Ingresos	
Materiales de construcción	
Conclusiones	

<b>VI. Infraestructura hidráulica (aspectos tecnológicos)</b>	69
Acceso a drenaje	
Acceso a agua potable	
Conclusiones	
<b>VII. El proceso de urbanización (aspectos técnicos y administrativos)</b>	81
El crecimiento urbano de Cuernavaca	
La relación entre el ejido y la estructuración urbana de Cuernavaca	
El escenario previo a las modificaciones del artículo 27	
El crecimiento regulado	
El crecimiento espontáneo	
El crecimiento en la zona de estudio	
Los servicios públicos en la zona de estudio	
La normatividad del Plan de Desarrollo Urbano	
Los reglamentos	
Conclusiones	
<b>VIII. Recapitulación</b>	102
Conclusiones y recomendaciones	
<b>Referencias Bibliográficas</b>	111
<b>Anexos</b>	116

## Índice de tablas

- 1 Coberturas de agua potable y alcantarillado por región administrativa para el año 2000.
- 2 Porcentaje de estaciones de monitoreo de cuerpos de agua superficial, para DBO<sub>5</sub>, por región administrativa para 2003.
- 3 Plantas de tratamiento de agua residual en el municipio de Cuernavaca.
- 4 Categorías y variables censales para el análisis de las condiciones socioeconómicas.
- 5 Caracterización del acuífero del valle de Cuernavaca por zonas de acuerdo a su vulnerabilidad.
- 6 Disponibilidad de agua subterránea para los municipios del valle de Cuernavaca.
- 7 Cocientes de migración por colonia para 1990 y 2000.
- 8 Cocientes de especialización económica de la PEA por colonia.
- 9 Cocientes de especialización económica por rangos de ingreso para las colonias de estudio.
- 10 Materiales de las viviendas por colonia.
- 11 Formas de conexión de las viviendas por colonia.
- 12 Conexión de agua potable de las viviendas por colonia
- 13 Cuenta de microorganismos en las muestras de los pozos y tomas domiciliarias de San Antón

## Índice de figuras

- 1 Modelo de análisis de servicios públicos y sus elementos de estudio.
- 2 Modelo modificado de análisis de servicios públicos y sus elementos de estudio.
- 3 Disponibilidad media natural por Regiones Hidrológico Administrativas en la República Mexicana.
- 4 Índice de marginación por municipio en 2000 en la República Mexicana.
- 5 Cobertura de agua potable en el país, por municipio en 2000 en la República Mexicana.
- 6 Cobertura de alcantarillado en el país, por municipio en 2000 en la República Mexicana.
- 7 Porcentaje de cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado.
- 8 Estaciones de muestreo y monitoreo de agua en la República Mexicana.
- 9 Región hidrológico administrativa No. 4.
- 10 Cuenca hidrológica Amacuzac.
- 11 Eje Neo-volcánico.
- 12 Acuífero del valle de Cuernavaca.
- 13 Porcentaje de Organismos operadores y plantas de tratamiento en la República Mexicana.
- 14 Factores de análisis hasta el elemento ambiental.
- 15 Concentración de iones en el agua del acuífero del valle de Cuernavaca: Sulfato  $\text{SO}_4$ , Calcio  $\text{Ca}^{2+}$ , Magnesio  $\text{Mg}^{2+}$ , Sodio  $\text{Na}^+$  y Potasio  $\text{K}^+$  (mg/l).
- 16 Dureza total y alcalinidad (mg/l) en el agua del acuífero del valle de Cuernavaca
- 17 Decretos de veda en el estado de Morelos.
- 18 Municipios del valle de Cuernavaca.
- 19 Zonas de alta concentración de nitratos.
- 20 Concentración de nitratos (mg/l) en el agua de los pozos del acuífero del valle de Cuernavaca.
- 21 Tipos de microorganismos encontrados en el agua de los pozos del acuífero del valle de Cuernavaca.
- 22 Unidades formadoras de colonias (UFC/ml) de coliformes totales en el agua de los pozos del acuífero del valle de Cuernavaca.
- 23 Porcentaje de muestras de agua de los pozos en el municipio de Cuernavaca contaminados por metales.
- 24 Porcentaje de muestras de agua de los pozos del municipio de Cuernavaca con coliformes totales incontables.
- 25 Género de bacterias encontradas en el agua de los pozos del municipio de Cuernavaca.
- 26 Factores de análisis hasta el elemento socioeconómico.
- 27 Colonias de estudio (Alta Vista y Sacatierra) en el municipio de Cuernavaca.

## **Continúa Índice de figuras**

- 28 Cocientes de migración para Alta Vista.
- 29 Cocientes de migración para Sacatierra.
- 30 Participación económica por sector para cada colonia analizada.
- 31 Cocientes de especialización económica de Alta Vista.
- 32 Cocientes de especialización económica de Sacatierra.
- 33 Rangos de ingreso en Alta Vista.
- 34 Rangos de ingreso para Sacatierra.
- 35 Materiales en las viviendas para Alta Vista.
- 36 Materiales en las viviendas para Sacatierra.
- 37 Factores de análisis hasta el elemento tecnológico
- 38 Porcentajes de viviendas conectadas a barrancas y cuerpos superficial en 1990 y 2000 en el valle de Cuernavaca
- 39 Tipos de drenaje en Alta Vista
- 40 Tipos de drenaje en Sacatierra.
- 41 Viviendas con agua entubada en Alta Vista
- 42 Viviendas con agua entubada en Sacatierra
- 43 Factores de análisis hasta el elemento político administrativo
- 44 Asentamientos humanos localizados en Cuernavaca anteriores a 1940.
- 45 Crecimiento urbano de Cuernavaca hasta 1960
- 46 Matriz con la integración de resultados

## Índice de fotografías

- 1 CIVAC.
- 2 Planta de tratamiento de agua residual ECCACIV.
- 3 Ingenio azucarero Emiliano Zapata.
- 4 Viviendas tipo popular en la colonia Alta Vista.
- 5 Viviendas tipo medio y residencial en Sacatierra.
- 6 Viviendas precarias con puentes improvisados para cruzar la Barranca del Salto Chico.
- 7 Viviendas tipo residencial del área de influencia de la Colonia Sacatierra.
- 8 Viviendas tipo medio del área de influencia de la colonia Sacatierra.
- 9 Viviendas tipo medio del área de influencia de la colonia Alta Vista.
- 10 Viviendas tipo unidad habitacional del área de influencia de la colonia Alta Vista.
- 11 Drenaje conectado a la barranca de Amanalco, en Cuernavaca.
- 12 Viviendas tipo medio asentadas en los márgenes de otras Barrancas
- 13 Drenaje en Sacatierra conectado a la Barranca de San Antón.
- 14 Drenaje de la colonia Alta vista en el fondo de la Barraca San Antón.
- 15 Barranca de San Antón.
- 16 Contaminación de la Barranca de San Antón con agua residual.
- 17 Contaminación de la Barranca de San Antón con residuos sólidos.
- 18 Residuos sólidos de las colonias asentadas en la parte superior de la Barranca.
- 19 Drenajes de las viviendas de Alta Vista conectados a la barranca de San Antón.
- 20 Drenajes de las viviendas de Sacatierra conectados a la Barranca de San Antón.
- 21 Drenaje conectado a la Barranca de Amanalco

## Resumen

La naturaleza tiene la capacidad de corregir las perturbaciones sobre su equilibrio que tienen los diferentes impactos ambientales, lo cual ocurre en una escala temporal distinta a la que el hombre está acostumbrado. Pero a lo largo de la historia, el ser humano ha contribuido a modificar esta capacidad, intensificando en cantidad y velocidad las perturbaciones, sin dar tiempo a la restauración del equilibrio. Lo anterior ocurre debido a las siguientes causas: 1) el desconocimiento de las leyes naturales y sus interacciones, 2) la falta de una conciencia ecológica y 3) el impacto de las actividades económicas y de los asentamientos humanos sobre el ambiente (Millenium Assesment, 2005: 9-18).

Asimismo los problemas ambientales como el cambio climático, la pérdida de diversidad biológica, la mezcla de especies vegetales endémicas con transgénicas y la contaminación del suelo, aire y agua son consecuencia de las causas anteriores, afectando a la naturaleza y la salud del ser humano.

La presente tesis analiza por medio del modelo de Tudela (1991: 47) como influyen los elementos de tres medios diferentes (ambiente, condiciones socioeconómicas de la población y la tecnología) al impacto ambiental, en este caso contaminación del agua, que puede ocurrir en el proceso de prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado en los asentamientos con distinta estructuración del espacio urbano (regulares e irregulares).

En el caso que aquí se presenta se consideran dos colonias (Alta Vista y Sacatierra) cercanas a la barranca de San Antón en el municipio de Cuernavaca.

El desarrollo del trabajo se planteó de la siguiente manera: i) en la introducción, se señala el marco teórico de la regularidad de la vivienda y los servicios públicos correspondientes (dando énfasis en los servicios de agua potable y alcantarillado); ii) posteriormente se hace el planteamiento de la investigación y se presenta la problemática de la contaminación; iii) se presenta la metodología; iv) se hace el análisis de los elementos ambiental, socioeconómico, tecnológico y técnico-administrativo, y v) finalmente, se elaboran una recapitulación, conclusiones y algunas recomendaciones.

## I. Introducción

### *Las formas de estructuración del espacio urbano*

Uno de los impactos ambientales que ocurren al abastecer de los servicios públicos a las ciudades es la contaminación, la cual se agrava a la par de la estructuración del espacio urbano.

Una característica principal del espacio urbano en las ciudades mexicanas es la coexistencia de asentamientos regulares, junto con aquellos irregulares, situados en la periferia incorporados con el tiempo a procesos de regularización e integración a la mancha urbana. Dicha coexistencia puede deberse a dos factores: i) la acumulación de capital y ii) la intervención de diferentes actores sociales: los agentes inmobiliarios y los líderes que promueven invasiones (De la Cruz; 2004) que se agravan por el crecimiento de la población y la falta de normatividad o su ineficiente aplicación.

Por un lado, la acumulación de capital en polos específicos de desarrollo, promueve el incremento en el valor del suelo y con ello la infraestructura urbana tiene mejores condiciones, lo cual favorece que los grupos de altos ingresos sean quienes los habiten, formando parte de la ciudad “regular”. Por otro lado, la intervención de diversos actores sociales en la estructuración del espacio habitable de las ciudades promueve su intervención en función de sus intereses.

Uno de ellos es el sector inmobiliario, que en combinación con las políticas de suelo condicionan el acceso a vivienda para la población con perfil de ingresos medios que cuenta con acceso a los mecanismos institucionales para adquirir una vivienda legal.

En ambos procesos de estructuración urbana hay un elevado número de personas con bajos ingresos que forman asentamientos irregulares, en lugares donde los precios de la tierra son más bajos y con equipamiento urbano deficiente. Estos asentamientos se caracterizan por haber crecido en los márgenes de barrancas, áreas pantanosas o zonas inundables, entre otros lugares, pero que en común fueron ocupados ante la falta de terrenos disponibles y alejados cada vez más de las ciudades (Tudela, 1991:41-55). A la par de la forma de estructuración urbana regular e irregular han ocurrido diferentes impactos ambientales, los cuales empiezan a mostrar sus consecuencias y que de continuar con el proceso de urbanización irán en aumento.

Con el transcurso del tiempo, dichos asentamientos irregulares son incorporados a procesos de regularización e integración formal a la mancha urbana.

La irregularidad se define no en términos de la situación de la vivienda o directamente con el ingreso percibido, más bien el término se refiere a la vivienda producida sin crédito institucional y sin control en su desarrollo, lo cual implica el incumplimiento de las normas establecidas en materia de construcción y la carencia de permisos de edificación (Schteingart, 1997: 24). La irregularidad también implicará un cambio del uso del suelo de no urbano a habitacional; es así que un asentamiento regular se encuentra dentro del marco legal, cubriendo entre otras con la normatividad ambiental.

Los habitantes de los asentamientos irregulares enfrentan serias dificultades para acceder a los servicios públicos, generalmente cubiertos por programas gubernamentales; pero al no estar considerados en ellos los pobladores de los asentamientos irregulares acceden mediante un sector informal. Lo cual ocurre en semejanza con la “*economía informal*” en pequeña escala, fugitiva o rudimentaria, localizada fuera de las instituciones con estructura jerárquica, cuyo objetivo es sustituir a las agencias de gobierno. En el caso del agua es más sencillo abastecerse de manera informal, pero en el caso del alcantarillado, es menos exitosa la participación individual y generalmente las conexiones ilegales son menos frecuentes además de presentar serias deficiencias (Montgomery, 1998: 89-111) como en el caso que aquí se presenta cuyo impacto ambiental es la contaminación hídrica<sup>1</sup>.

### ***Los servicios públicos en el contexto urbano***

Para analizar el impacto ambiental de los servicios públicos en el proceso de estructuración urbana de los asentamientos humanos es necesario recurrir a las diferentes corrientes teóricas que los han abordado: *desde la economía urbana, la economía política o la sociología urbana.*

---

<sup>1</sup> Se denomina contaminación del agua cuando se altera la composición natural del líquido, ya que contiene cantidades variables de sustancias en diferentes concentraciones (Tebutt, 1993: 86). Se habla de contaminación del agua potable cuando los cuerpos de agua de los cuales se abastece el ser humano se mezclan con las descargas de aguas residuales sin tratamiento de origen doméstico, industrial, agrícola, pecuario o minero. Además debido a la demanda creciente de agua por las poblaciones, su calidad se ha deteriorado por la mezcla con agua salina o fósil o con contaminantes nocivos para la salud (Carabias, 2005).

En la primera de ellas el análisis va encaminado hacia las *economías de escala* que estudian el umbral mínimo de población requerida para sostener bienes y servicios. También se estudia la relación entre la cantidad de los servicios y las funciones de producción, las características de la población y el equipamiento, analizando las tendencias del crecimiento de la población, vínculos que se reflejan en diferentes fenómenos urbanos (De la Cruz; 2004).

Desde la *economía política* los servicios públicos adquieren importancia para la acumulación de capital o la reproducción de la fuerza de trabajo, ello en el contexto de las condiciones generales de la producción y medios de consumo colectivo, donde el Estado juega un papel preponderante en su gestión.

Desde la *sociología urbana* se analizan las prácticas y estrategias de los pobladores de los asentamientos, así como la relación entre las autoridades y los pobladores, los aspectos de género y servicios públicos, el impacto sobre las condiciones de vida de la población, así como las características para abastecer de los servicios a los asentamientos irregulares y su impacto sobre el medio ambiente.

Considerando que en la tesis se investiga que factores influyen en el impacto ambiental al abastecer a los asentamientos regulares e irregulares de los servicios públicos (agua potable y alcantarillado), se recurrirá al tercer enfoque como base del marco teórico para realizar el análisis.

Tomando como referencia los elementos planteados por la Sociología Urbana para aproximarse a los servicios de agua potable y alcantarillado, se requiere hacer un análisis detallado del contexto de los asentamientos y de las particularidades adoptadas al interior de éstos. Por ejemplo, Tudela plantea en el siguiente proceso (1991:47) analizar los elementos señalados a continuación (figura 1):

- φ El *elemento ambiental* que incluye los componentes biofísicos que se relacionan con la provisión de servicios públicos, ya sea como fuente de recursos naturales o receptáculo de desechos.

Figura 1. Modelo de análisis de servicios públicos y sus elementos de estudio (Interpretado de Tudela, 1991:47)

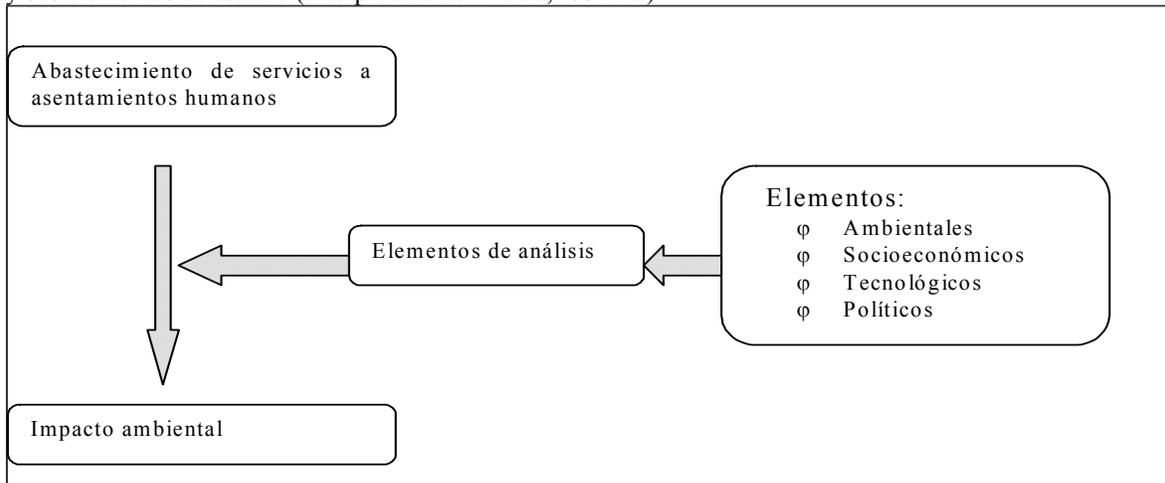
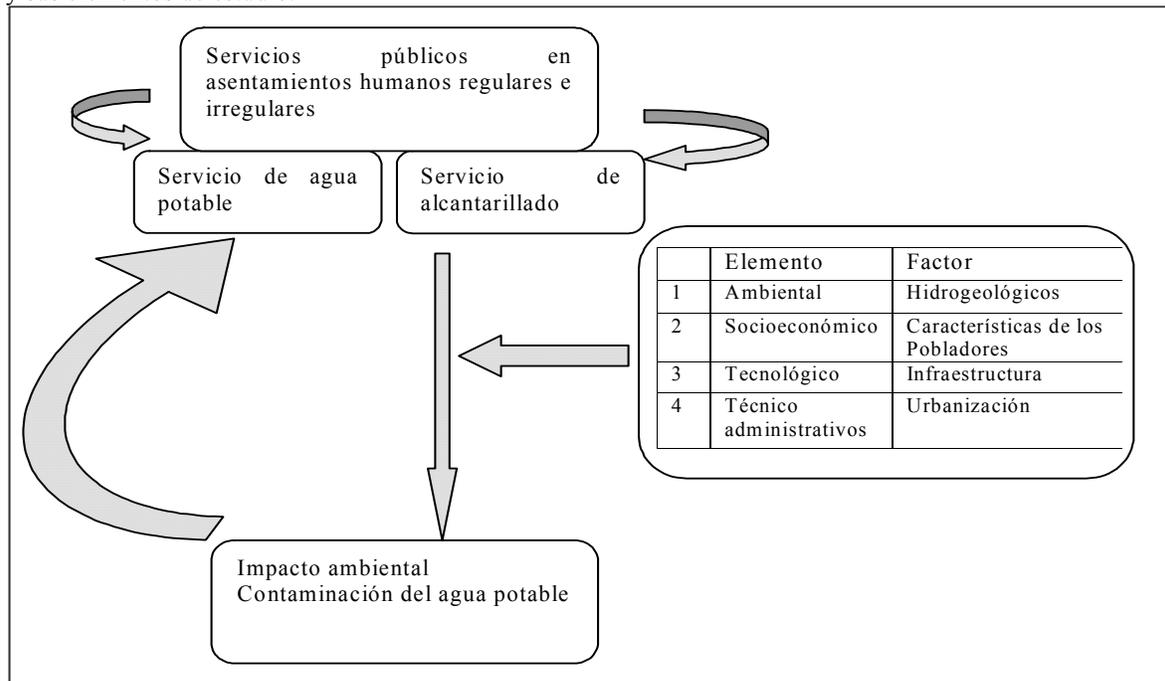


Figura 2. Modelo modificado de análisis de servicios públicos y sus elementos de estudio.



- φ El *elemento socioeconómico* que incluye los factores que contribuyen a definir la dinámica de la demanda de servicios en cuanto a su carácter demográfico y productivo.
- φ El elemento *tecnológico* que se refiere al vínculo entre los factores socioeconómicos y ambientales a partir del avance tecnológico utilizado.
- φ El elemento *administrativo* se centra en la satisfacción de las necesidades sociales, la toma de decisiones técnico-productivas, la normatividad y la gestión.

La presente investigación toma el modelo anterior para el análisis de los servicios públicos en los asentamientos humanos, a partir de lo cual y mediante algunas modificaciones (figura 2) se plantea incluir al análisis del impacto ambiental (contaminación del agua) por prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado los siguientes elementos: i) la influencia del entorno (elemento ambiental), ii) las características de los pobladores que habitan los asentamientos (elemento socioeconómico) y iii) la infraestructura hidráulica y la forma en que se dispone de ella una vez utilizada (elemento tecnológico) y la influencia del proceso de urbanización en el abastecimiento de los servicios.

Así, estructurando el presente trabajo de acuerdo al modelo de análisis de los servicios urbanos, se presentará en el apartado I el planteamiento de la investigación, en el II la problemática local; en el apartado III la metodología a seguir; en el IV se analizará el elemento ambiental; en el V se analizará la influencia de los aspectos socioeconómicos, en el VI los aspectos tecnológicos y en el VII los aspectos técnicos y administrativos; posteriormente en el último se recapitulará la interrelación de los factores anteriores y se harán algunas recomendaciones.

### ***El impacto ambiental***

El impacto ambiental debido al mal funcionamiento y distribución de la red de los servicios públicos es un problema complejo que en sí mismo merece especial atención y más aún cuando se relaciona al parecer con la presencia de una crisis asociada al agua, originada al no ser compatible la disponibilidad natural del agua con la concentración poblacional.

Continuando con lo anterior, el trabajo de Rijsberman y Scott (2005) se tiene tal crisis provoca: i) la falta y el uso ineficiente de agua para fines de riego y su impacto en la producción de alimentos para períodos futuros, ii) la contaminación de los ecosistemas<sup>2</sup> y iii) *la falta de acceso a servicios de agua potable y alcantarillado en zonas urbanas*. El último problema se asocia en su mayoría con la contaminación del agua, al entrar en contacto con sustancias nocivas provenientes de los desechos sólidos, líquidos y gaseosos de carácter municipal e industrial.

Es importante también ver la contaminación de estos elementos naturales desde el punto de vista del concepto del *metabolismo ecosistémico de una zona urbana*, que incluye los flujos entrantes y salientes de materia y energía (Terradas, 2001:60-123).

Además, los problemas relacionados al acceso al agua potable y alcantarillado muestran las inequidades presentes en la sociedad al abastecer los servicios a los asentamientos regulares e irregulares y que en diversas ocasiones tienen mala calidad o en cantidad insuficiente.

La relevancia del presente estudio se ve en la necesidad de realizar un diagnóstico de la influencia de las diferentes formas de regularización urbana en la manera distinta de la dotación de los servicios de agua potable y alcantarillado que se refleja en un impacto ambiental. Al encontrar estas dependencias en la relación causa consecuencia, sería posible buscar soluciones a los problemas de contaminación, elevar con ello la calidad de vida de la población y detener la degradación ecosistémica.

A partir de lo anterior se formulan las siguientes hipótesis.

---

<sup>2</sup> Las unidades de análisis denominadas ecosistemas, integran los componentes bióticos y abióticos que conforman un “sistema ecológico”, son abiertos al tener entradas y salidas de materia y energía, se caracterizan por sus redes tróficas (alimenticias, fotosíntesis, descomposición de residuos) y están estructurados de forma jerárquica. Los procesos ecológicos que ocurren dentro de ellas tienen un espectro amplio de escalas y tiempos y de ellos el hombre obtiene diversos beneficios (servicios ecosistémicos) (Millenium Assesment, 2005: 40-53) .

### ***Hipótesis***

Uno de los impactos ambientales relacionado con el desarrollo económico y demográfico desde el nivel local, municipal, estatal y regional es la contaminación del agua de la red de abastecimiento de las ciudades, que tiene entre sus causas posibles las actividades agrícolas, industriales y de los servicios.

En la presente tesis se abordará la problemática local de la contaminación del agua subterránea y su vínculo con el desarrollo urbano del lugar, mediante el siguiente planteamiento:

#### ***Hipótesis General:***

Existen diferentes factores que intervienen en el impacto ambiental debido al abastecimiento de los servicios públicos a los asentamientos humanos.

Para el caso particular se plantea lo siguiente: los elevados niveles de contaminación microbiológica en el agua subterránea (impacto ambiental), de la cual se abastecen los habitantes de Cuernavaca, se relacionan con los siguientes factores que influyen en la conexión del drenaje (servicio público) a las barrancas y cuerpos superficiales de la entidad.

#### ***Subhipótesis:***

- a) Las condiciones hidrogeológicas (elemento ambiental) del acuífero del valle de Cuernavaca influyen en las condiciones de la infiltración del agua residual de los drenajes conectados a las barrancas y cuerpos superficiales con contaminación microbiológica al agua subterránea.
- b) La conexión del drenaje a las barrancas y cuerpos de agua superficiales del municipio no depende del ingreso percibido por los habitantes del lugar.
- c) La conexión del drenaje a las barrancas y cuerpos superficiales obedece a las dificultades para abastecer de la red hidráulica a las colonias regulares e irregulares y por la falta de cumplimiento de las leyes y reglamentos aplicables al lugar.

## II. La problemática local

Se inicia la investigación por el planteamiento específico del problema a nivel nacional, enfocándose luego en la presentación de esta problemática en la zona de estudio.

Últimamente, a nivel internacional se han presentado diferentes problemas en materia hídrica íntimamente ligados a la falta de agua para la producción de alimentos, su contaminación y el bajo acceso a los servicios de agua potable y alcantarillado. México no es ajeno a los problemas anteriores. 1) al no existir compatibilidad entre la disponibilidad natural de agua<sup>3</sup>, la concentración de población y la distribución del PIB (ver figura 3), se origina un conflicto en la aportación del recurso para los distintos usos.

Por ejemplo, la disponibilidad natural de agua es más alta en el Sur 13, 290 m<sup>3</sup>/hab/año, cuando en el Norte el número es bajo 1,835 m<sup>3</sup>/hab/año. La contradicción entre la menor disponibilidad natural de agua entre el Norte y mayor en el Sur de la República se acentúa con las grandes diferencias en la concentración de capital financiero (como factor histórico), siendo la parte Sur la que representa mayores índices de marginación (ver figura 4).

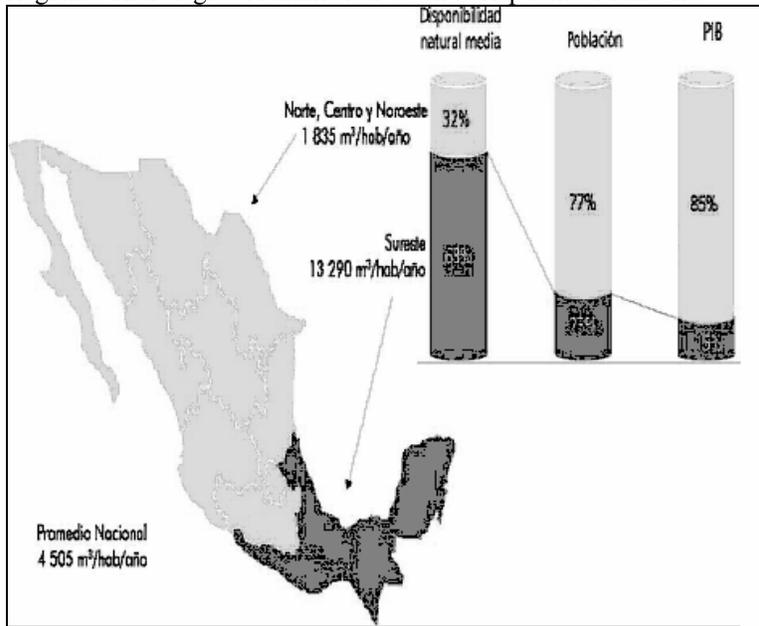
2) Es importante señalar que aunque en el Sur de la República Mexicana la disponibilidad de agua es alta, contrariamente es la región con la cobertura<sup>4</sup> menor del servicio de agua potable (ver figura 5). Lo mismo ocurre con el alcantarillado (ver figura 6) que en la parte Centro- Sur de la República tiene los niveles más bajos del servicio (ver tabla 1, donde la cobertura se presenta por región administrativa y cuya numeración está señalada en la figura número 4) lo que tiene mayor semejanza con el mapa de marginación.

---

<sup>3</sup> La cantidad de líquido para uso humano y mantenimiento de ecosistemas acuáticos es conocida como disponibilidad de agua y se evalúa comúnmente a través del volumen de agua por habitante por año (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2005:135-137), una disponibilidad por debajo de 1,700 m<sup>3</sup>/hab/año se considera como estrés hídrico, cuando el valor de la disponibilidad está por debajo de los 1,000 m<sup>3</sup>/hab/año las consecuencias pueden comprometer la producción de alimentos, el desarrollo económico del país y la protección de los ecosistemas.

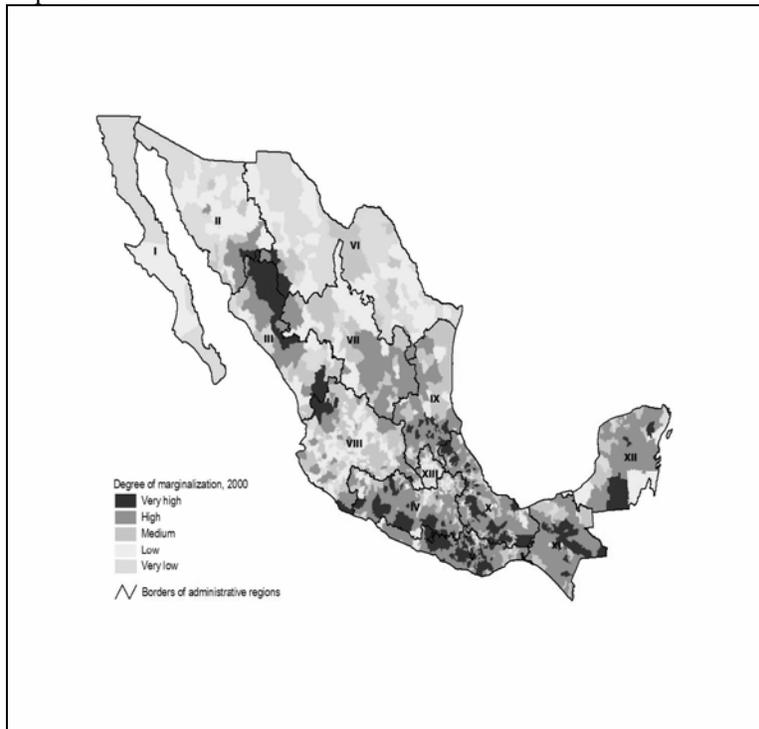
<sup>4</sup> Se define como cobertura de agua potable al porcentaje de la población que cuenta con agua entubada dentro de la vivienda, terreno, llave pública o hidrante; por otro lado la cobertura de alcantarillado o drenaje se refiere a la población que cuenta con desagüe conectado a red pública de alcantarillado, fosa séptica, río, lago, mar, barranca o grieta; ambas se determinan por medio de censos y conteos realizados por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (en lo sucesivo INEGI) (Programa Nacional Hidráulico, 2001-2006: 127).

Figura 3. Disponibilidad media natural por Regiones Hidrológico Administrativas en la República Mexicana.



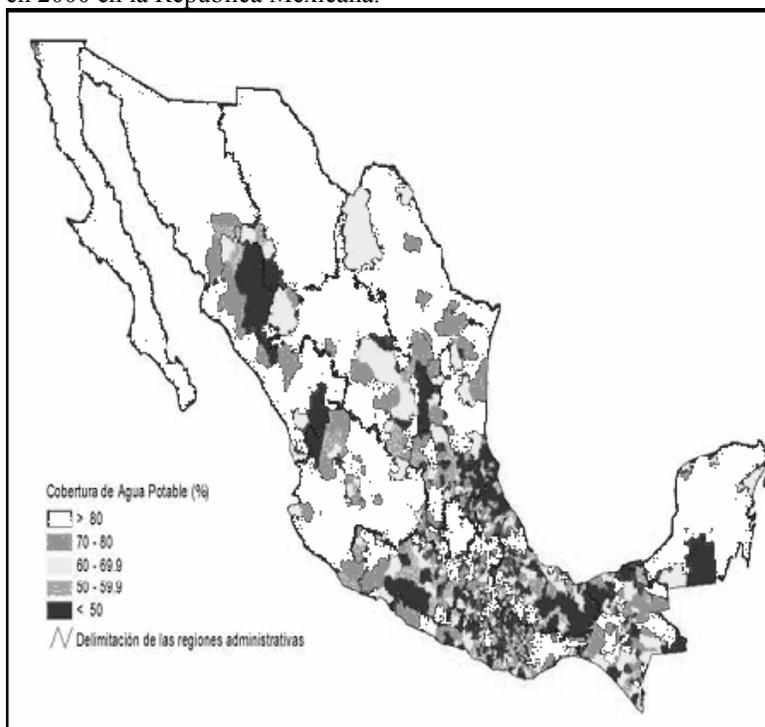
Fuente: CONAGUA (2005)

Figura 4. Índice de marginación por municipio en 2000 en la República Mexicana.



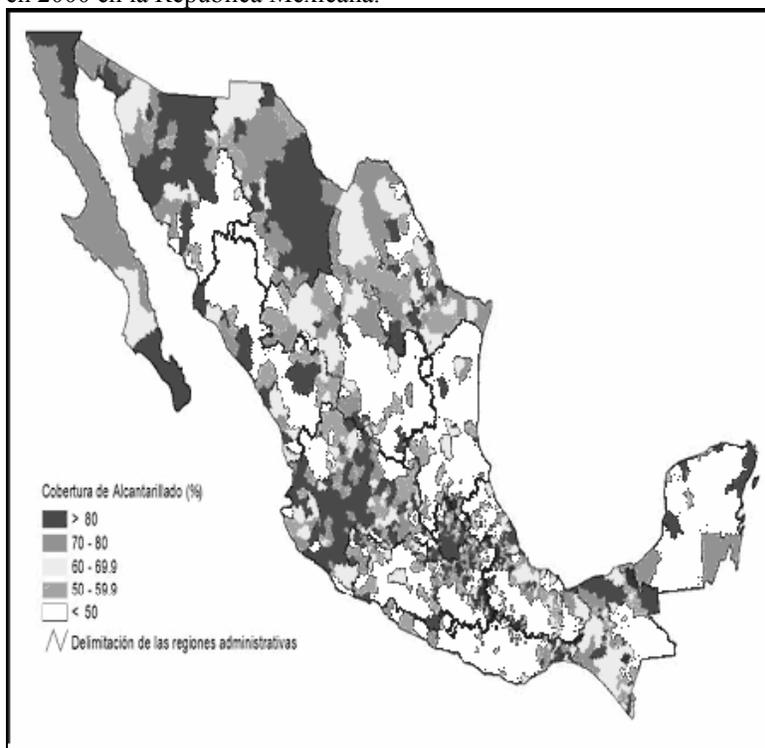
Fuente: CONAGUA (2004)

Figura 5. Cobertura de agua potable en el país, por municipio en 2000 en la República Mexicana.



Fuente: CONAGUA (2005)

Figura 6. Cobertura de alcantarillado en el país, por municipio en 2000 en la República Mexicana.



Fuente: CONAGUA (2005)

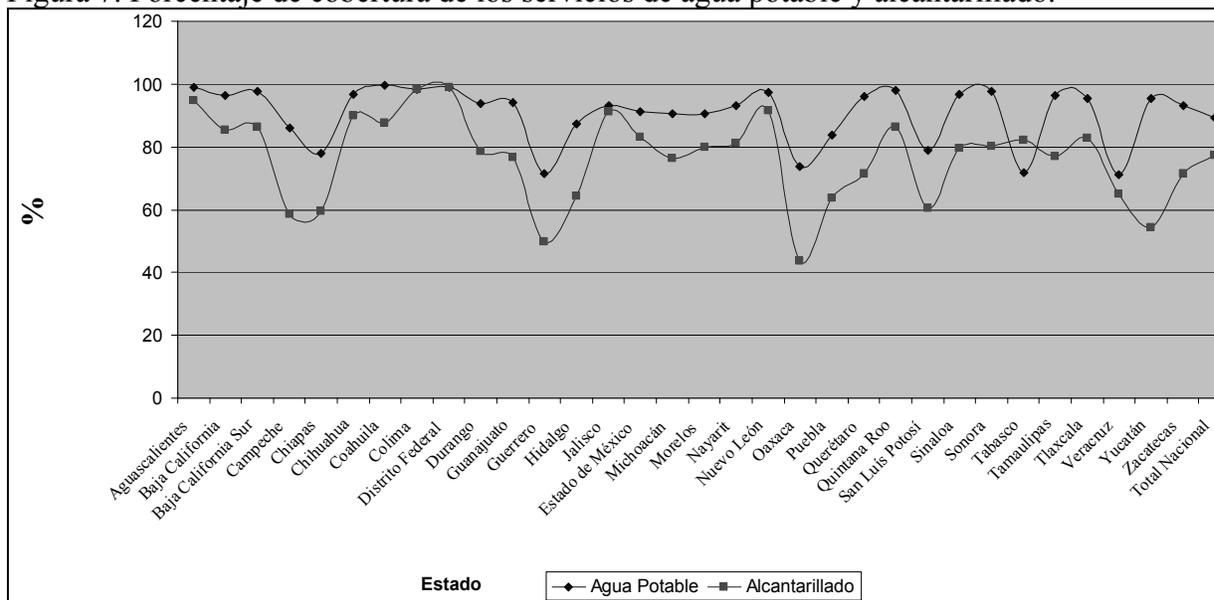
Al desagregar los porcentajes de cobertura por entidad federativa, las diferencias se hacen más notables (CONAGUA, 2005:58): por ejemplo, para el caso del agua potable el Distrito Federal y Aguascalientes tienen 99% (ver figura 7), mientras que Veracruz tiene el 71%. En cuanto al alcantarillado las diferencias son aun más amplias: Colima tiene 98.3 y el Distrito Federal tiene 98.9; mientras que Oaxaca tiene la más baja cobertura con 43.7%. Para el caso de Morelos los porcentajes para la red de agua son 90.6 y alcantarillado 80%.

Tabla 1. Cobertura de agua potable y alcantarillado por región administrativa<sup>5</sup> para el año 2000 (Porcentaje de la población que cuenta con el servicio)

Región administrativa	I Península de Baja California	II Noroeste	III Pacífico Norte	IV Balsas	V Pacífico Sur	VI Río Bravo	VII Cuencas Centrales del Norte
Agua potable	92.0	95.2	88.8	83.2	73.2	96.1	90.9
Alcantarillado	80.6	76.5	69.9	67.5	47.3	88.2	73.3
Región administrativa	VIII Lerma Santiago Pacífico	IX Golfo Norte	X Golfo Centro	XI Frontera Sur	XII Península Yucatán	XIII Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala	
Agua potable	92.2	75.5	71.9	73.3	91.9	96.9	
Alcantarillado	82.5	50.0	60.1	67.7	63.2	94.4	

Fuente: CONAGUA (2005)

Figura 7. Porcentaje de cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado.



Fuente: CONAGUA (2005)

<sup>5</sup> Una región (hidrológico) administrativa de acuerdo a la CNA es un área territorial definida de acuerdo a criterios hidrológicos, en la que se considera a la cuenca como unidad básica para el manejo del agua y al municipio como la unidad administrativa del país. La República Mexicana se ha dividido en 13 regiones administrativas (CONAGUA, 2005:132).

Tales porcentajes requieren ser considerados con cuidado, puesto que si bien reflejan una media aritmética, ya viéndolos en su contexto social representan graves problemas para la población al no existir garantía en la continuidad de los servicios, la distribución homogénea al interior de la Región o de la entidad administrativa, abastecimiento de agua con parámetros fisicoquímicos y microbiológicos aptos para consumo humano.

Tabla 2. Porcentaje de estaciones de monitoreo de cuerpos de agua superficial, para DBO<sub>5</sub>, por región administrativa para 2003.

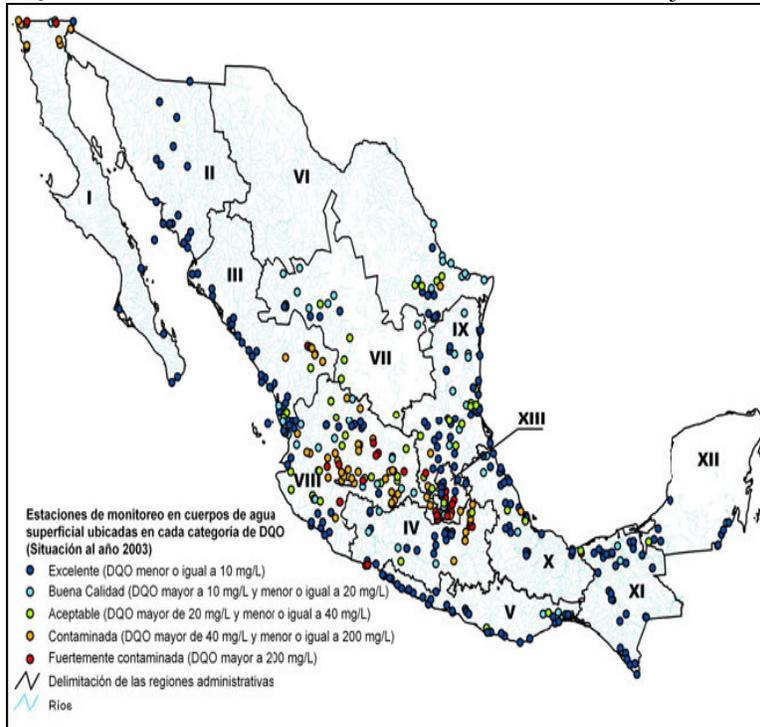
	Región	Excelente	Buena	Aceptable	Contaminada	Fuertemente contaminada
<b>I</b>	<b>Península de Baja California</b>	43.7	12.5	18.8	25.0	0.0
<b>II</b>	<b>Noroeste</b>	80.0	20.0	0.0	0.0	0.0
<b>III</b>	<b>Pacífico Norte</b>	70.0	15.0	15.0	0.0	0.0
<b>IV</b>	<b>Balsas</b>	28.2	15.4	23.1	28.2	5.1
<b>V</b>	<b>Pacífico Sur</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>VI</b>	<b>Río Bravo</b>	69.2	7.7	23.1	0.0	0.0
<b>VII</b>	<b>Cuencas centrales del norte</b>	90.0	10.0	0.0	0.0	0.0
<b>VIII</b>	<b>Lerma-Santiago-Pacífico</b>	30.1	20.5	26.0	19.2	4.2
<b>IX</b>	<b>Golfo Norte</b>	66.6	16.7	14.3	0.0	2.4
<b>X</b>	<b>Golfo Centro</b>	62.2	5.4	2.7	18.9	10.8
<b>XI</b>	<b>Frontera Sur</b>	71.9	6.3	3.1	15.6	3.1
<b>XII</b>	<b>Península de Yucatán</b>	91.7	8.3	0.0	0.0	0.0
<b>XIII</b>	<b>Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala</b>	4.0	4.0	20.0	40.0	32.0
	<b>Total Nacional</b>	51.8	12.9	15.7	14.3	5.3

Fuente: CONAGUA (2005)

3) La contaminación del agua es otro problema al cual se enfrenta México. Para mostrar su dimensión se pueden utilizar entre otros parámetros de la calidad del agua como indicadores relevantes: la demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días (DBO<sub>5</sub>) y la demanda química de oxígeno (DQO). Ambos parámetros reflejan la influencia de las actividades industriales, agrícolas y urbanas sobre el cambio de las características físico-químicas del agua.

Al observar los datos de DBO<sub>5</sub> de las estaciones de monitoreo en las diferentes regiones del país (CONAGUA, 2005:64) presentados en la tabla 2, se puede notar que 51.8% de las muestras tienen calidad excelente y 14.3 % están contaminadas.

Figura 8. Estaciones para monitoreo de agua en la República Mexicana. DQO va de excelente en azul a fuertemente contaminado en rojo.



Fuente: CONAGUA (2004)

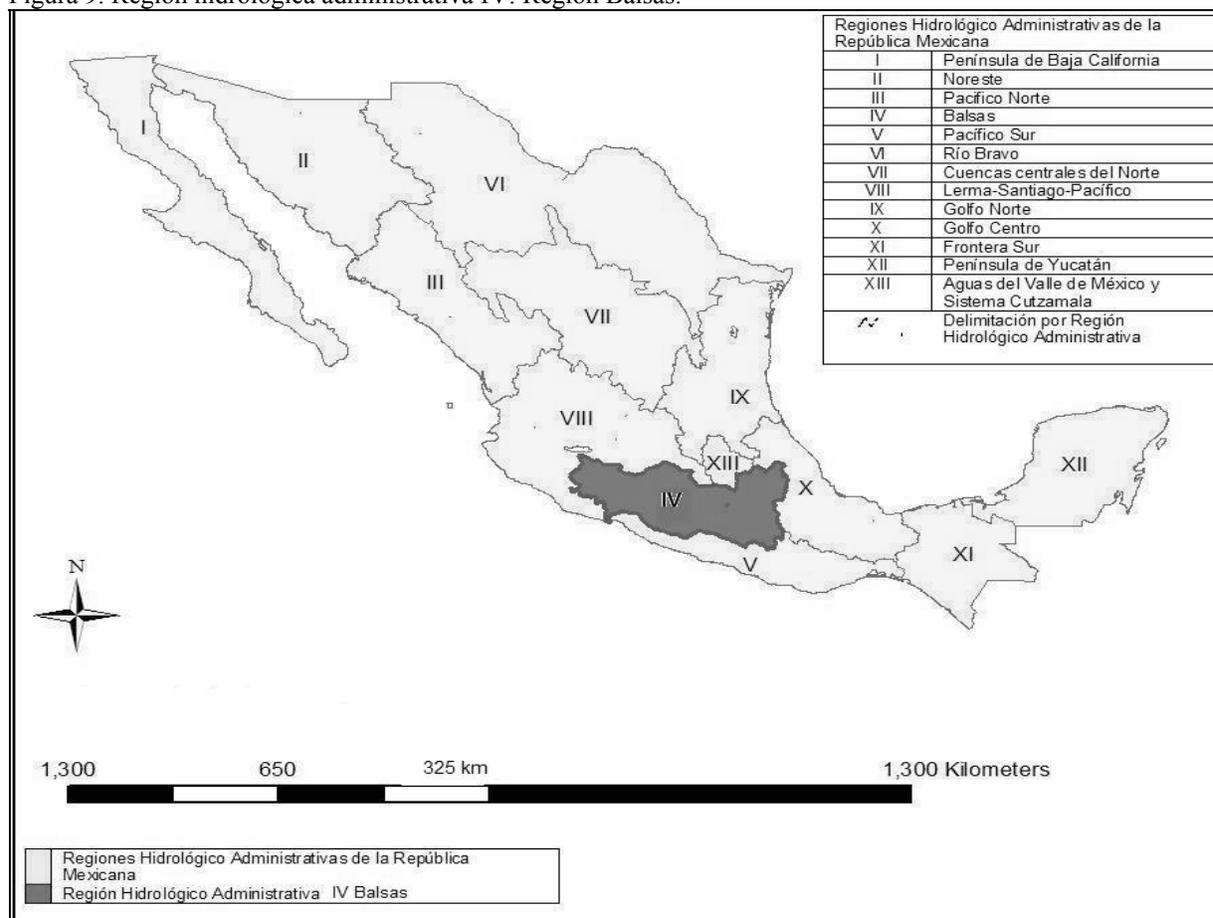
Por su parte en la figura 8 se tienen los niveles de contaminación por DQO de las estaciones de monitoreo de la calidad del agua superficial a nivel nacional. De acuerdo a los cinco criterios establecidos por CONAGUA (que van de excelente a fuertemente contaminada) se observa que en la parte centro del país se aglomeran los puntos con el agua más contaminada. Se considera importante comentar que dichos niveles requieren ser tomados con cautela, ya que al acercar el análisis a nivel local se podría observar los efectos más severos de la contaminación sobre el ambiente y la población.

### ***La Región administrativa Balsas, condiciones geográficas***

Después de haber puesto en contexto la problemática de la contaminación a nivel nacional, a continuación se presentará el área de estudio.

El área de estudio se encuentra en el municipio de Cuernavaca donde se localiza la capital del estado de Morelos y tanto en el plano estatal como a nivel municipal existen serios problemas en cuanto a los servicios de agua potable y alcantarillado.

Figura 9. Región hidrológica administrativa IV: Región Balsas.



Fuente: INEGI, 2000

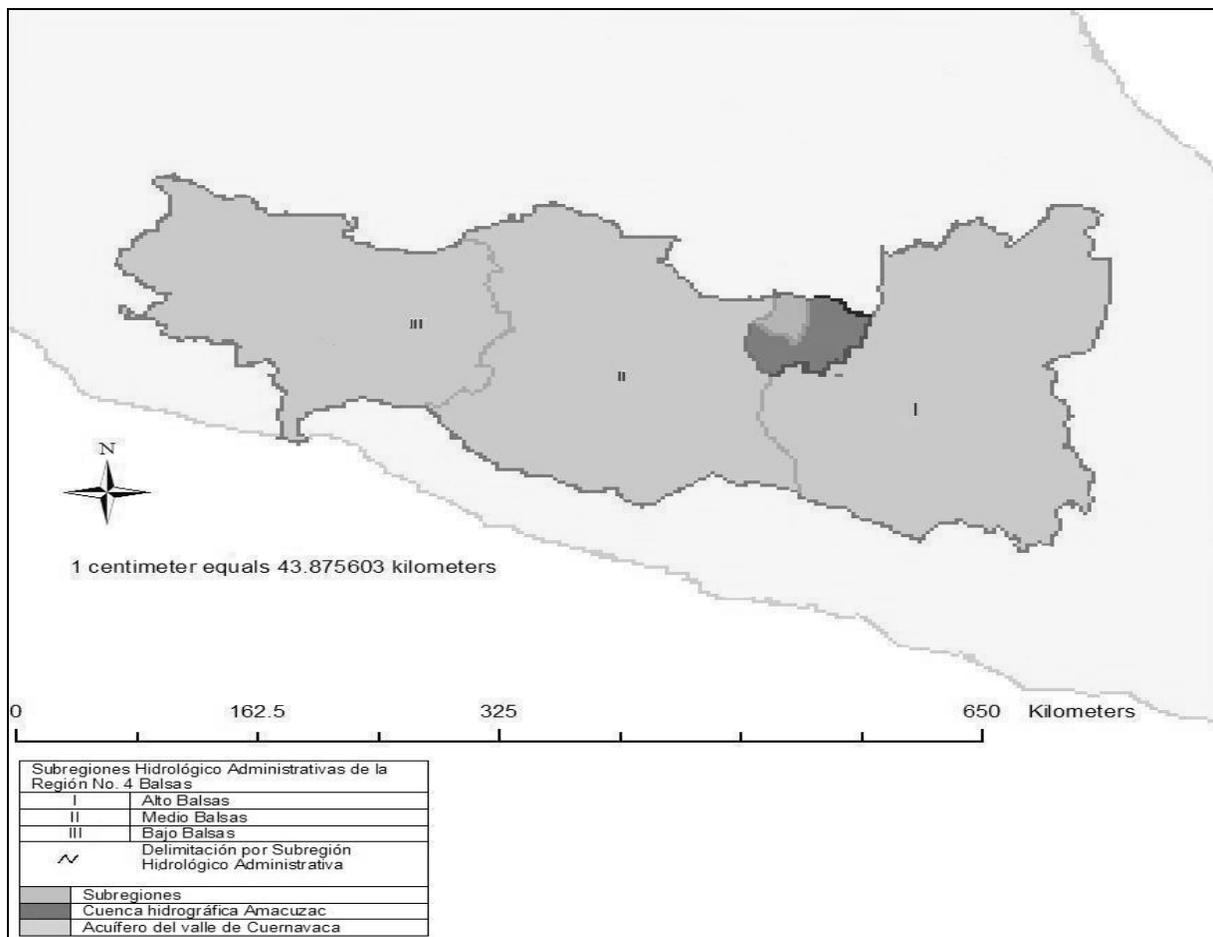
En la Región Hidrológico Administrativa del río Balsas (IV) (ver figura 9), su disponibilidad natural media anual es alrededor de 24,300 hm<sup>3</sup> (CONAGUA, 2001: 54) y en la región están localizados los estados de Morelos, Jalisco, Michoacán, Guerrero, México, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Veracruz y el Distrito Federal (parcialmente) (CONAGUA, 2002: 4).

La Región Balsas se subdivide en tres subregiones: Alto, Medio y Bajo Balsas. La subregión Alta incluye las cuencas hidrográficas <sup>6</sup> Amacuzac (ver figura 10), Alto y Bajo Atoyac, la

<sup>6</sup> El espacio geográfico que contiene los escurrimientos de agua hacia un punto de acumulación es una cuenca hidrográfica, la cual puede ser abierta o cerrada y es una forma de asociar las interfases de los ecosistemas en conjunto (agua, suelo, clima, aire, fauna, etcétera); por otro lado, una cuenca hidrológica se refiere a una unidad

cuenca Cerrada de Oriental, Nexapa, Mixteco y Tlapaneco); finalmente la cuenca del río Amacuzac se divide en las subcuencas del río Tembembe, Apatlaco, y Yautepec (CONAGUA, 2002:11) .

Figura 10. Cuenca hidrológica Amacuzac.



Fuente: INEGI, 2000

### **Desarrollo económico**

El desarrollo económico en la Región Balsas se ha concentrado en el sector secundario y terciario, siendo el sector industrial el que ha presentado mayor desarrollo en las zonas urbanas de Cuernavaca, Puebla y Tlaxcala y tiene como característica atraer gran cantidad de población a la región.

---

de gestión que se realiza dentro de la cuenca hidrográfica. De acuerdo a Carabias (2005) se usan indistintamente ambos términos pero el correcto es el señalado al final.

Debido a la atracción de población que busca empleo en los sectores secundario y terciario en la Región Balsas, la demanda de servicios públicos ha ido en aumento. Pero se han requerido grandes esfuerzos para abastecer de los servicios de agua potable y drenaje y aún con ello no se tiene una cobertura homogénea, lo cual ha provocado serios problemas en materia hídrica.

Además de los servicios de agua potable y alcantarillado, se tienen otros problemas prioritarios como aquellos relacionados por las grandes concentraciones de población y la actividad industrial que generan ambas gran cantidad de descargas de agua residual.

Para el caso de las cuencas hidrológicas de Alto Atoyac, Nexapa y Amacuzac el impacto ambiental se acentúa por las fuentes puntuales de descargas urbanas e industriales que llegan a los cuerpos superficiales de agua de los cuales se promueve la contaminación al agua subterránea (Programa Nacional Hidráulico, 2001-2006: 54-55).

La tendencia actual de extracción de agua subterránea para satisfacer la creciente demanda poblacional en los servicios de agua potable, se deteriorará la calidad de vida humana, así como se dañará los ecosistemas.

### ***El Estado de Morelos. Condiciones geográficas***

El estado de Morelos se localiza en la parte central de la República Mexicana, al sur del D.F. a una altura de 3000 m.s.n.m. y se encuentra rodeado por las Sierras Nevada, Chichinautzin y el Sistema Zempoala (Hernández, 2002:35) (ver figura 11) y se caracteriza por tener condiciones físicas favorables para la formación de recursos hídricos.

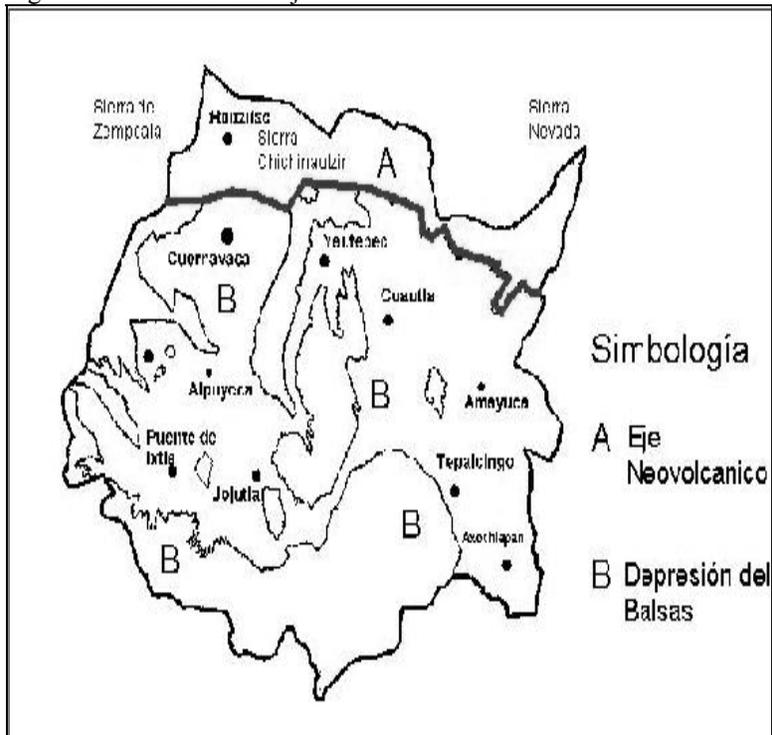
En su parte norte, el estado se sitúa sobre el Eje Neovolcánico ENV (figura 11), que tiene gran influencia en las condiciones geográficas de Cuernavaca, Yautepec y Cuautla y que además propicia la diversidad ecosistémica, con vegetación de tipo subtropical (CONAGUA, 2002:16).

El Estado de Morelos cuenta con cuatro acuíferos<sup>7</sup> CONAGUA (2007): i) el del valle de Cuernavaca (ver figura 12), ii) el de Zacatepec, iii) el de Tepalcingo, y iv) el de Cautla Yautepec.

---

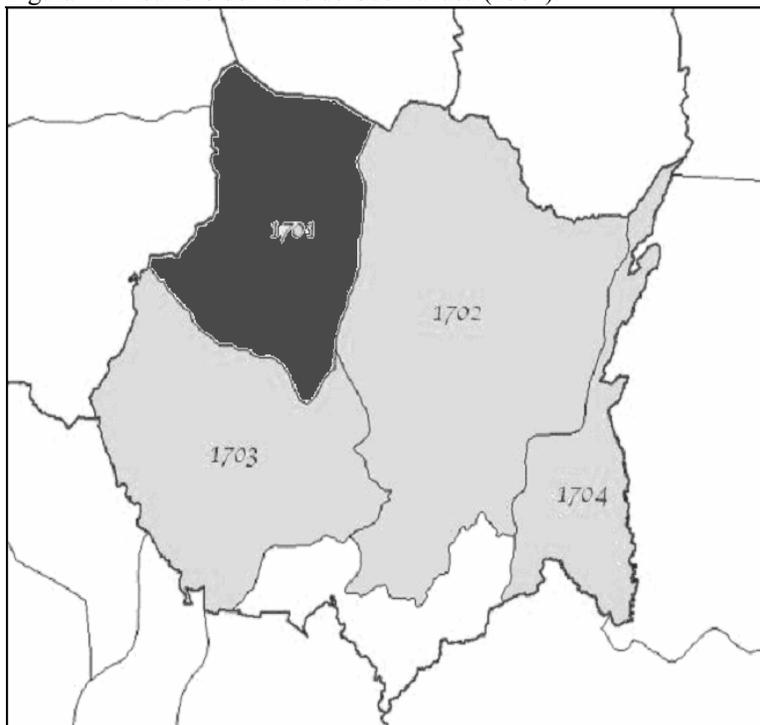
<sup>7</sup> Se define como acuífero a una formación geológica por la que circulan o almacenan aguas subterráneas para ser utilizadas (Programa Nacional Hidráulico, 2001-2006: 27). Se considera como una capa permeable de roca capaz de almacenar, filtrar y liberar agua; si la capa de roca tiene muchos poros, estos se conectan y forman una red que

Figura 11. Ubicación del Eje Neo-volcánico.



Fuente: CONAGUA (2002:17)

Figura 12. Acuífero del valle de Cuernavaca (1701).



Fuente: CONAGUA (2007)

permite el movimiento de agua a través de la roca. Si ésta es impermeable, el agua no pasará y se desplazará lateralmente.

Centrando la atención en el primero de ellos donde se encuentra la zona de estudio, se tiene que la disponibilidad media anual de agua subterránea de 32.74 Mm<sup>3</sup>/año, una recarga media anual de 395 Mm<sup>3</sup>/año y un volumen de extracción de 120.8 Mm<sup>3</sup>/año (CONAGUA, 2007).

Como se verá en el análisis del entorno, con tales volúmenes de agua se abastecen los municipios de Cuernavaca, Huitzilac, Tepoztlán, Cuernavaca, Temixco, Miacatlán, Jiutepec, Yauhtepec, Emiliano Zapata y Xochitepec.

### ***Desarrollo económico***

El desarrollo económico que ha tenido lugar en la entidad, ha traído consigo fuertes movimientos migratorios, que han aumentado la demanda de servicios y los problemas ambientales fuertemente relacionados con las actividades económicas.

El sector primario se ha caracterizado por dos condiciones: i) por un lado, entró en crisis el mercado y el cultivo de flores y plantas exóticas en la entidad; ii) por otro lado, el cultivo de hortalizas, maíz y caña de azúcar avanzó. Esta última rama entró en crisis en 1982 y fue privatizada, con ello aumentó su producción pero también las emisiones contaminantes (Hernández; 2002: 213-220).

El desarrollo del sector primario presentó serios problemas relacionados con el agua, ya que el recurso se ha ido contaminando por las descargas de agua residual del sector industrial, las de origen urbano y las propias del sector primario.

En cuanto al sector secundario, se promovió la concentración de población en tres ciudades: Cuernavaca, Cuautla y Jiutepec, debido al impulso que tomaron los parques industriales, la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC), el Parque Industrial de Cuautla y el Parque Industrial de Alta Tecnología. En ellos se tiene producción de plásticos, partes automotrices, petroquímica, pegamentos, electrodomésticos, equipo electrónico y eléctrico, fármacos, alimentos, llantas, perfumería y cosméticos, maquinaria, metales y autopartes.

Finalmente, el desarrollo del sector terciario es el más importante para la economía morelense específicamente con los servicios relacionados al turismo (Gobierno del Estado de Morelos,

2005). Como resultado de la concentración de la población en busca de trabajo en los sectores anteriores, la demanda de los servicios públicos en la entidad ha ido en aumento, pero en el caso del agua potable y alcantarillado se tienen serias deficiencias.

### ***La infraestructura hidráulica del Estado de Morelos***

El estado de Morelos presenta serios problemas de gestión hidráulica, que se reflejan en la cobertura de los servicios: el suministro de agua es superior a los 400 litros por habitante por día (el promedio nacional es 268 l/hab./día) (ONU, 2005: 48), pero el estado cuenta solamente con 1.4% del total de Organismos Operadores<sup>8</sup> de agua del total nacional contradictorio teniendo tal cantidad suministrada.

La entidad no tiene suficiente infraestructura para tratar el agua negra generada, puesto que cuenta solamente con 1.03% de las plantas de tratamiento del total nacional (38 en operación) (INEGI, 1999: 86-88) (ver figura 13) (Hidalgo tiene 19.6% del total de plantas administradas por el 3.6% de Organismos Operadores del total nacional; en el otro extremo está Coahuila sin plantas en operación y 1.6% de los organismos operadores), de tal forma que solamente 14.1% del agua residual generada en la entidad recibe algún tipo de tratamiento.

En el municipio de Cuernavaca, la situación es semejante ya que solamente cuenta con seis plantas de tratamiento de aguas residuales (solamente de tres plantas se encontraron sus procesos y ubicación) (ver tabla 3) (CONAGUA, 2006: A-42).

En cuanto a la cobertura de agua potable y alcantarillado en el Estado de Morelos los números son 87.8 % y 88.57 % respectivamente y se le suministra a la población 9.5 l/s de caudal desinfectado<sup>9</sup> (CONAGUA, 2006:A-2).

---

<sup>8</sup> La unidad económica que administra y opera los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento con el objetivo de dotar de los servicios a los habitantes en los municipios o en las entidades federativas. Considerando que la estructura orgánica de las entidades es variada, pueden presentarse como sistemas de agua, direcciones, comisiones, juntas locales, departamentos o comités (INEGI,1999:15).

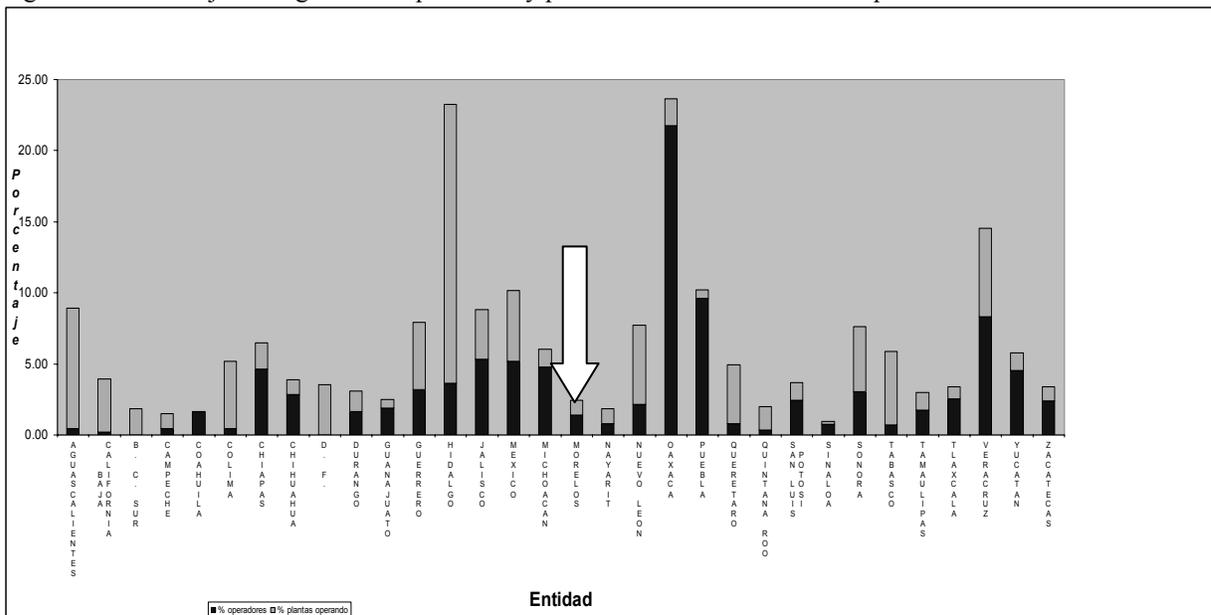
<sup>9</sup> Se refiere a la cantidad de agua que recibe algún tipo de tratamiento (ya sea por medio del cloro o por otros reactivos químicos) del total del agua producida y que se incorpora a la red de distribución, para su uso y consumo (INEGI, 1999:84). El caudal desinfectado posiblemente se relaciona con la tasa de mortalidad en Morelos causada por enfermedades diarreicas en menores de 5 años, que para 2002 fue de 22.41 en hombres, 15.99 en mujeres por cada 100 000 habitantes, siendo la nacional de 22.03 y 19.22 respectivamente de acuerdo a la CONAGUA (2005:75).

Tabla 3. Plantas de tratamiento de agua residual en el municipio de Cuernavaca

Tabla 1.5 Plantas de tratamiento de agua residual en el municipio de Cuernavaca (Fuente: CNA;2006)						
Municipio/localidad	Planta	Proceso	Capacidad instalada (l/s)	Gastos de operación (l/s)	Cuerpo receptor	Observaciones
Cuernavaca	Lomas de Cortés	Tanque Imhoff	27.0	9.0	Drenaje	Requiere rehabilitación
	Tabachines-Acapanzingo	Discos biológicos	400.0	300	Arroyo Chapultepec	
	Teopanzolco	Tanque Imhoff	38.0	13	Drenaje	Requiere rehabilitación

Fuente: CONAGUA (2006)

Figura 13. Porcentaje de Organismos operadores y plantas de tratamiento en la República Mexicana.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2004)

### El municipio de Cuernavaca. Condiciones geográficas

Este municipio se encuentra localizado al noreste del Estado de Morelos y la ciudad de Cuernavaca es su capital. Su situación geográfica al Sur del Trópico de Cáncer le favorece con dos tipos de clima predominantes: i) *templado sub-húmedo* con lluvias en verano y se encuentra localizado en la parte Norte del municipio y ii) *semi-calido semi-húmedo cálido* con lluvias en verano que se tiene en el área urbanizada. La temperatura media anual es de 21.1°C

con una precipitación media anual que oscila entre los 800 y 1500 mm(Gobierno del Estado de Morelos, 2005).

Algunas de las barrancas son: “Minaltepec”, “Ajomulco”, “Canoas”, Tetela del Monte”, “Atzingo” y los “Caldos”. En la parte inferior de éstas, se encontraba el cauce de agua superficial. Una de las barrancas es la de “San Antón”, cuyo cauce enfrenta serios problemas de contaminación y que antiguamente era uno de los sitios turísticos más importantes de Cuernavaca. El cauce de la barranca de San Antón se conecta con las barrancas de los “Pocitos”, del “Pollo”, luego con el “Tecolote” y “Amanalco” y que finalmente desembocan en el río Apatlaco (Ramírez, 1995:134).

### ***Desarrollo económico***

Cuernavaca es una de las cien ciudades medias de nuestro país, la cual tiende a ser un polo de desarrollo<sup>10</sup> por lo que adquiere relevancia el estudio de sus problemas sociales y medioambientales generados al atraer población (Rueda, 2001).

Siguiendo la tendencia de la entidad a nivel económico, son recurrentes los flujos migratorios de personas de otros estados en busca de trabajo en el sector secundario y en el terciario (turismo). Al municipio también llega población los fines de semana, junto con sectores de clase media que han asentado en este lugar desde 1960 a la par del desarrollo industrial (Gobierno del Estado de Morelos, 2005).

### ***Los servicios de agua potable y alcantarillado en Cuernavaca***

En Cuernavaca la demanda de servicios es creciente, pero su cobertura no es homogénea: 91.5% de la población cuenta con red de agua potable y 56.6% de la población cuenta con conexión de alcantarillado a la red pública (INEGI; 2000) de los cuales el 28.8 % se vierte en fosas sépticas y 10.3% a las barrancas y cuerpos de agua superficial.

---

<sup>10</sup> Se denomina polo de desarrollo al concepto presentado inicialmente por Perroux (1995) el cual explica que es un conjunto industrial coordinado en torno a un punto central, por medio de una cadena de suministros. Debido a que el crecimiento económico no aparece de forma simultánea, emerge en un punto y de allí se difunde; el concepto ha sido fundamental para las acciones de política regional encaminadas a la concentración geográfica de la actividad económica como factor de desarrollo (Enciclopedia y Biblioteca virtual de las Ciencias, Sociales, Económicas y Jurídicas; 2006).

Otro problema que aqueja al municipio en materia hídrica, es la contaminación del agua potable (Ramírez, 1995), que se ha relacionado con las deficiencias del sistema de alcantarillado, dando como resultando serios impactos a la comunidad (Rueda, 2001: 24-40), tanto en la salud y como en las condiciones de vida de la población.

El problema de la contaminación ocurre porque los ríos y arroyos de las barrancas reciben el agua residual de la ciudad y la basura que se genera en ella (Plan de Desarrollo Urbano de Cuernavaca, 1980: 59). Con tales condiciones insalubres es posible la penetración de contaminantes al agua del acuífero del valle de Cuernavaca (Programa Nacional Hidráulico; 2001-2006; 54-56).

### ***El pueblo de San Antón***

La investigación aquí presentada tiene como área de estudio el pueblo de San Antón, el cual se ubica en dirección Noreste a tres kilómetros del centro de Cuernavaca y se caracteriza por la barranca<sup>11</sup> y el cauce fluvial del mismo nombre, que forma una cascada de 40 metros de alto localizada en la parte central del pueblo y que actualmente se encuentra contaminada.

### ***Desarrollo económico***

Los antecedentes históricos indican que el poblamiento de San Antón empezó en 1539, bajo el dominio español, el cual ya se caracterizaba por su creciente vida militar, política y social (Suárez, 2003: 26). En el lugar la gente se dedicaba a las actividades agrícolas enfocadas a los huertos frutícolas, que han ido disminuyendo siendo casi inexistentes en parte por los niveles de contaminación del agua que han deteriorado los árboles. Anteriormente, el clima y la calidad del agua permitían que la población recibiera los beneficios económicos de dicha actividad.

La mayoría de los habitantes de San Antón trabajaban en la alfarería y acostumbraban obtener las materias primas para la actividad en cuestión de las colonias Chula Vista y Sacatierra, pero en la actualidad se ha perdido el negocio en parte por el turismo que ya no visita el Salto de San Antón pero también por la inserción de la población a otros procesos productivos.

---

<sup>11</sup> Una barranca tiene como origen, el punto en que desagua una corriente (nivel de base) y esta se eleva excavando su propio lecho, si continúa el proceso señalado por tiempos geológicos, se van formando micro ecosistemas complejos dentro de ella como en oposición al borde llano (Lisson, 1962: 62).

En cuanto al sector servicios, de acuerdo a los testimonios recabados por Suárez (2003) se ha dejado de mostrar el Salto de San Antón como atractivo turístico de Cuernavaca desde 1990, debido a que ha sido contaminado por el agua residual que llega a la barranca.

En cuanto a los servicios públicos del agua potable y el alcantarillado, tienen estrecha relación con el proceso de urbanización ocurrido en el municipio de Cuernavaca, debido a dos aspectos:

a) en la década de los años veinte los habitantes del lugar acostumbraban abastecerse de agua para sus actividades domésticas de las fuentes de agua superficial; después de la construcción del hotel San Antón empezó el proceso de poblamiento y acceso de “finsemaneros”, dando entrada a la construcción de residencias, cuyas conexiones de drenaje salían a la calle; b) los migrantes que buscaban trabajo en las quintas (residencias) o en la construcción, al no tener lugar donde habitar se apropiaron de los terrenos localizados en el fondo de las barrancas careciendo de la provisión de los servicios en tales lugares.

Además, las invasiones promovidas en el período del gobernador Lauro Ortega (entre 1982-1988) llegaron hasta San Antón, apropiándose de los terrenos para luego fraccionarlos y con ello se acentuó el proceso de urbanización descontrolado que se ha reflejado en la calidad de los servicios.

### III. Metodología

Para responder a la primera hipótesis de los factores hidrogeológicos del acuífero del valle de Cuernavaca, en el siguiente apartado se recurrirá a información bibliográfica referente a los estudios compilados por Oswald (2003), se hace referencia al flujo y la velocidad de recarga del acuífero, esperando detectar si la dirección del flujo, la velocidad de transmisión y la ubicación de las zonas de recarga repercuten en los altos niveles de contaminación del agua subterránea.

Debido a la imposibilidad para acceder a los resultados del Índice de Calidad del Agua (ICA)<sup>12</sup> se recurrirá a los análisis realizados a los pozos localizados en el valle de Cuernavaca (CONAGUA; 2002) los cuales muestran de forma desagregada los parámetros físico-químicos y microbiológicos. Además para los resultados microbiológicos a nivel local se recurrirá al análisis de la calidad del agua realizado en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) (Ramírez; 1995), el cual mediante análisis gráfico en el programa Excel de Microsoft permitirá mostrar los contaminantes a los cuales está expuesta la población al consumir el agua proveniente del acuífero.

Para responder a la segunda hipótesis en la cual se plantea que la conexión del drenaje a las barrancas y cuerpos de agua superficial del municipio no depende del ingreso percibido por los habitantes del lugar, se utilizarán los siguientes insumos: Censos de 1990 y 2000 de INEGI e investigación en campo.

Inicialmente se había planteado realizar el análisis mediante Arc Gis con mapas georreferenciados de la influencia del ingreso sobre los porcentajes de conexión del drenaje a las barrancas y cuerpos de agua superficiales, pero debido a la dificultad para encontrar dichos mapas se recurrirá al análisis mediante el cociente de especialización.

---

<sup>12</sup> En México las condiciones del abastecimiento del agua potable se regulan a través del índice de calidad del agua (ICA) el cual agrupa parámetros químicos, físicos y microbiológicos cuyo objetivo es evitar daño a la salud de los habitantes del país. El ICA establece el vínculo entre las características del agua y las decisiones pertinentes en el caso de no cubrir los requerimientos técnicos para la salud de los usuarios; para lograrlo el índice agrupa algunos de los parámetros de deterioro y contaminación hídrica al tomar valores de la escala entre 0 y 100% y es resultado de ponderar 18 parámetros fisicoquímicos. La razón de analizar tales características radica en la necesidad de abastecer de agua grado potable para el consumo humano a la población, eliminando los posibles contaminantes que se incorporan al líquido en los acuíferos, durante su transporte y almacenamiento, pero tal variedad de indicadores dificulta realizar un examen completo al agua (CNA; 2001:128).

Para elegir una zona de estudio dentro de Cuernavaca que facilitara el análisis de las condiciones de vida de sus pobladores se eligieron dos colonias con base en tres criterios de elegibilidad:

- 1) localización alrededor de una barranca, siendo que en Cuernavaca existen tres principales: los Caldos, Tecolote y San Antón;
- 2) cercanas a una zona habitacional y no industrial considerando que el agua negra proveniente del drenaje doméstico se relaciona con la alta cantidad de bacterias, nitratos y fosfatos y,
- 3) la cercanía de la colonia regular con la irregular y la accesibilidad a la información.

Es importante recordar que en el modelo de Tudela se plantea un análisis de las condiciones socioeconómicas de los asentamientos abastecidos por los servicios, por ello en las colonias de estudio se propuso utilizar las categorías censales (ver tabla 4) y de ellas algunas variables las cuales arrojaron datos de la relación entre el ingreso y la conexión del drenaje a las barrancas.

Tabla 4. Categorías y variables censales para el análisis de las condiciones socioeconómicas.

<b>Categoría Censal:</b>	<b>Variable Censal:</b>	<b>Responderá:</b>
<b>Población</b>	Migración	Si existe atracción de población de otros estados y municipios y su vínculo con el acceso al suelo en Cuernavaca, lo cual servirá para la siguiente hipótesis.
<b>Población</b>	Población económicamente activa ocupada (PEA)	Contextualización de los ingresos de la PEA de las colonias
<b>Población</b>	Ingresos de la PEA	Vínculo entre ingresos y características de la vivienda, drenaje y agua potable.
<b>Vivienda</b>	Materiales de construcción	
<b>Vivienda</b>	Acceso a drenaje	
<b>Vivienda</b>	Acceso a agua potable	

*Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (1990) (2000)*

Con los datos de migración se observa población proveniente de otros estados hacia Morelos y también concentración de población migrante cercana a las barrancas.

Los datos de la población económicamente activa ocupada sirvieron para conocer dos aspectos: observar si el municipio sigue la tendencia de la economía hacia la terciarización manifiesta en el turismo y servicios relacionados a dicho sector en Cuernavaca; en segundo lugar como un marco de referencia que sirve como vínculo entre los ingresos percibidos por la PEA y la conexión del drenaje a las barrancas y comprobar si el riesgo es mayor en la colonia regular.

Para relacionar el ingreso a los servicios, se eligieron tres variables censales:

- 1) Los materiales de vivienda los cuales son un parámetro de comparación en la relación ingreso material, ya que con rangos elevados de ingreso en la colonia regular se espera que los materiales de la vivienda pasen de la categoría “precarios” a materiales durables, siendo el caso opuesto en el asentamiento irregular.
- 2) El acceso a drenaje se comprobará que en ambas colonias aún con las diferencias en ingresos, se tiene un elevado porcentaje de viviendas conectadas a las barrancas y cuerpos de agua en la entidad.
- 3) La conexión a agua potable para saber si en la colonia regular con mayores ingresos se tiene mayor porcentaje de conexión a la red de agua potable en el interior de la vivienda.

Para responder a los comportamientos socioeconómicos anteriores se obtuvieron los porcentajes de las variables censales de las colonias en el periodo de 1990 y 2000 y como referencia se recurrió a las mismas variables censales del municipio de Cuernavaca, calculando con ellos sus cocientes de especialización.

El cociente de especialización se especifica como sigue:

$$C_E = \frac{X_{irt}}{X_{iRt}} * 100 \quad \dots(1)$$

donde

$C_E$ - Cociente de especialización

$X_{irt}$  -variable censal  $i$  para el tiempo  $t$  de una microrregión  $r$

$X_{iRt}$  - variable censal  $i$  para el tiempo  $t$  de una región de referencia  $R$

Los cocientes obtenidos se graficaron graficas con el paquete Microsoft Excel.

Para el análisis por colonia en el municipio se recurrió al marco censal de INEGI el cual presenta las variables por AGEB<sup>13</sup>, los cuales entre los censos señalados presentan cambios

---

<sup>13</sup> ÁREA GEOESTADÍSTICA BÁSICA (AGEB) es la unidad básica del Marco Geoestadístico Nacional y dependiendo de las características se clasifican en dos tipos: Áreas Geoestadísticas Básicas Urbanas y Áreas Geoestadísticas Básicas Rurales; a éstas se les asignan claves geoestadísticas compuesta por tres dígitos: un número del 1 al 9 o la letra A y dichas claves son únicas en cada municipio y tienen carácter único e intransferible. Se asignan por municipio de manera ascendente y cuando por algún movimiento de actualización causan baja, no se vuelven a utilizar. Los criterios para la delimitación de las AGEBS son los siguientes: se delimita por medio de

significativos en su numeración, para el caso de las colonias elegidas se considera dentro del análisis el promedio de los valores de las variables censales de las AGEBS contiguas a éstas y son las siguientes:

<i>Colonia</i>	<i>1990</i>	<i>2000</i>
Altavista	013-4	137-8
	049-2	116-6
	097-1	097-1
Sacatierra	014-9	098-6
	050-5	100-5
	099-0	099-0

Para responder a la tercera hipótesis, en la cual se propone que la conexión del drenaje a las barrancas y cuerpos de agua superficial, obedece a las dificultades para abastecer de la red hidráulica a las dos colonias y por la falta de cumplimiento de las leyes y reglamentos de construcción.

Para responder lo anterior se presentan en el apartado VII de forma breve los procesos de consolidación de las colonias de estudio, los planes y programas de Desarrollo Urbano de Cuernavaca, así como los reglamentos que inciden en la construcción de los asentamientos regulares.

Se recurre también a la información compilada por Rueda (1999) quien mediante investigación en campo e información cartográfica estudió los procesos de consolidación de los asentamientos urbanos en Cuernavaca entre 1960 y 1990; igual que a la información recopilada

---

accidentes físicos o por obras de infraestructura de carácter permanente y deben existir localidades completas dentro de las Ageb.

ÁREA GEOESTADÍSTICA BÁSICA URBANA. Es el área geográfica ocupada por un conjunto de manzanas que generalmente son de 1 a 50, perfectamente delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo fácil de identificar en el terreno y cuyo uso del suelo sea principalmente habitacional, industrial, de servicios y comercial. Se le asigna a una localidad el número de AGEBS de acuerdo al número de manzanas, cuyo número oscile entre una y cincuenta encontrándose perfectamente delimitadas, además se requiere que cuenten con una población mayor o igual a 2500 habitantes, también se asigna si es cabecera municipal aún sin cumplir los parámetros anteriores o que el uso del suelo sea habitacional, industrial, servicios, comercial, recreativo, etc. En caso de existir Ageb con más de 50 manzanas estas se podrán subdividir dando de baja la clave geoestadística que tiene y se asignarán tantas claves nuevas como Ageb se generen, producto de este proceso, la clave que se da de baja no se vuelve a utilizar (INEGI; 2000).

por Saraví (2004) quién analizó los procesos de abastecimiento de los servicios públicos en el área de influencia de las colonias de interés, mediante entrevistas realizadas a 36 personas.

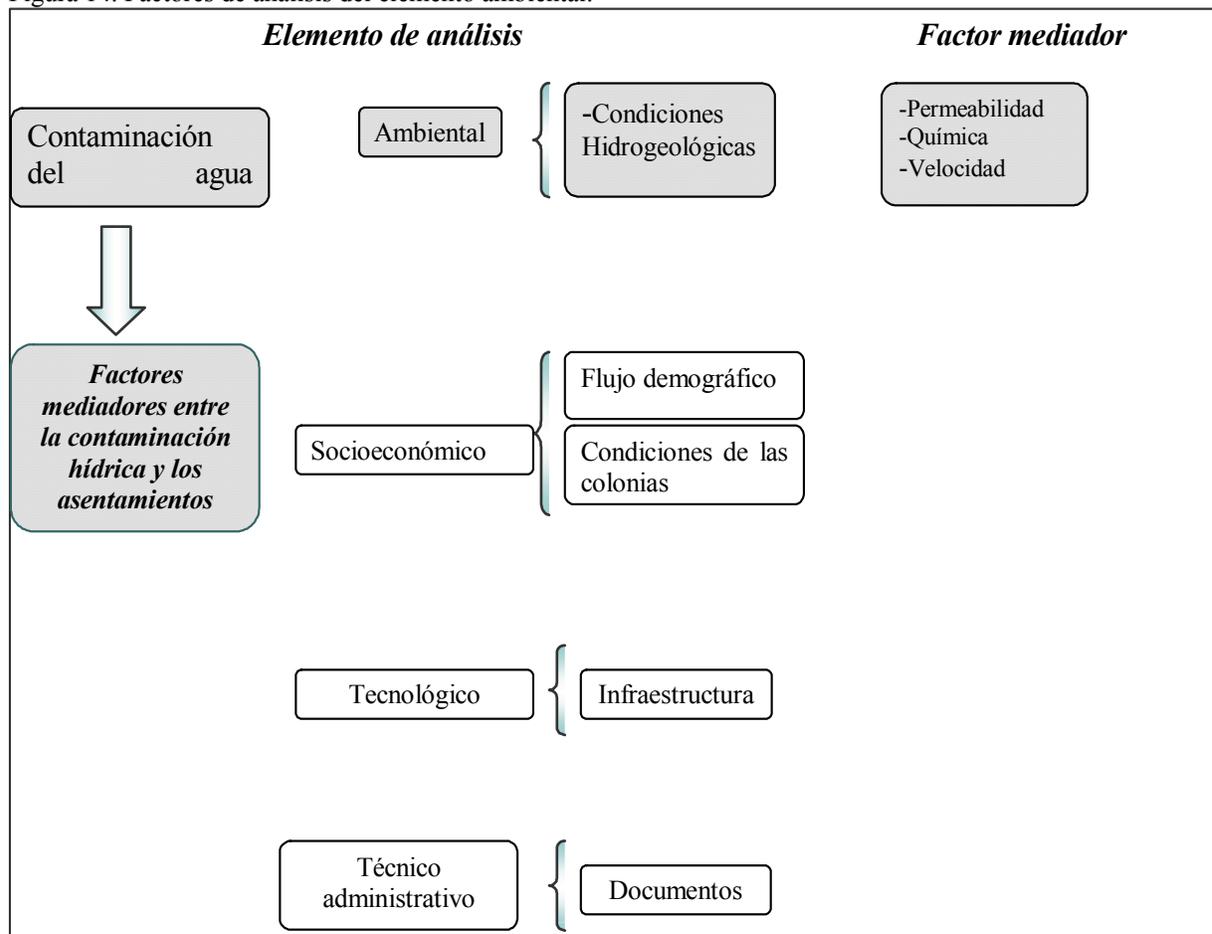
Posteriormente, se integran a lo anterior los datos de la investigación en campo; todo ello permite aportar elementos que responden a las hipótesis planteadas.

Finalmente, se presenta en el apartado VIII una recapitulación de los factores que intervienen en el impacto ambiental debido al abastecimiento de los servicios públicos de los asentamientos humanos considerando los aspectos hidrogeológicos, ingreso e infraestructura y finalmente se ofrecen algunas conclusiones.

#### IV. El entorno (aspectos ambientales)

A partir de las modificaciones hechas al modelo de Tudela, en el presente apartado se analizan los elementos ambientales que determinan las condiciones naturales que influyen en la velocidad y distribución espacial de la contaminación del agua subterránea en el acuífero del valle de Cuernavaca (ver figura 14).

Figura 14. Factores de análisis del elemento ambiental.



Fuente: Elaboración propia

Las preguntas de investigación que conducen el análisis son las siguientes: ¿cómo intervienen las condiciones hidrogeológicas a la contaminación del agua subterránea? y ¿cuáles son los niveles de contaminación del agua en el acuífero?

Para responder a la primera pregunta, después de haber realizado un análisis bibliográfico, se decidió recurrir al trabajo de Oswald (2003), y en cuanto a la segunda pregunta sobre los

niveles de contaminación se acude a los análisis realizados por CONAGUA (2002) y por Ramírez (1995). Sintetizando la información analizada se pueden observar algunos datos importantes.

Hay dos tipos de características físicas que representan la zona de estudio y que posiblemente tienen influencia en la distribución de la contaminación del agua subterránea: *por un lado*, la presencia de numerosas corrientes de tipo perenne de agua superficial y, *por otro lado*, la hidrogeología de la zona, que condiciona la permeabilidad y la química del subsuelo que en consecuencia determina la velocidad de la recarga del agua al acuífero y su composición fisicoquímica natural.

### ***Corrientes superficiales***

En cuanto a la primera característica, esta resulta de la gran cantidad de ríos superficiales de la Cuenca Amacuzac (que se conectan con las cuencas hidrológicas del Valle de México y del Río Lerma), la cual se subdivide en las subcuencas de Chontalcuatlán, San Jerónimo, Chalma, Tembembe, Apatlaco, Yautepec y Cuautla. Es importante resaltar que el Río Apatlaco inicia en el límite entre los municipios de Huitzilac y Cuernavaca y se drena en la dirección Sur.

En el trayecto del Río Apatlaco confluyen arroyos del manantial de Chapultepec y de varias barrancas localizadas al centro y poniente de la ciudad de Cuernavaca (entre ellas la de San Antón).

Por lo anterior, las corrientes localizadas en la zona de estudio son de tipo perenne que tienen aporte de flujo base por parte de agua subterránea, lo que significa que hay una relación estrecha entre el agua subterránea y el agua superficial.

El recorrido del río Apatlaco sigue hasta el poblado de Temixco, donde su agua se utiliza para el riego de varias zonas de cultivo de los pueblos de Acatlipa, Xochitepec, Atlacholoaya, Xoxocotla, Tetelpa, Zacatepec y Jojutla de Juárez.

Continuando el curso el Apatlaco se une con el río Yautepec (teniendo en éste tramo el nombre del Río Arquillo o Agua Dulce) y luego con los escurrimientos de la barranca de la Gachupina; drenando en dirección Sur. Las aguas de tal corriente se utilizan con el mismo fin de riego de las zonas agrícolas de los municipios de Jiutepec y Emiliano Zapata (CONAGUA; 2002: 12), juntando las descargas de aguas residuales de los mismos municipios. Al final del trayecto, cuando el Apatlaco se une al Yautepec ya en los límites del estado de Guerrero, la contaminación es tal que la vida acuática está casi extinta (Oswald, 2003: 137).

De esta forma, el agua residual mezclada con el agua de riego en el cauce del Río Apatlaco provoca contaminación no solamente de agua superficial, sino que por las características hidrogeológicas del lugar se puede afectar el agua subterránea.

### ***El acuífero del Valle de Cuernavaca***

El acuífero del valle de Cuernavaca, donde se ubica la zona de estudio, tiene una extensión territorial de 996 km<sup>2</sup>, de los cuales 595.7 km<sup>2</sup> en la parte Norte se catalogan como zona de recarga (casi el 60%) y 400.3 km<sup>2</sup> como zona de transición y descarga (CONAGUA, 2002: 23).

La primera característica hidrogeológica que se relaciona con la contaminación del agua subterránea es *la permeabilidad diferenciada* definida por la heterogeneidad de las capas del subsuelo, ya que el acuífero se encuentra compuesto por dos tipos de formaciones: la primera consiste en rocas fracturadas de la Sierra de Chichinautzin (CEAMA, 2007:5) que presentan altos valores de permeabilidad y la segunda de las rocas de la Formación Cuernavaca con permeabilidad media.

En lo que se refiere a la Sierra de Chichinautzin, es la zona determinada de mayor infiltración de agua al acuífero del valle de Cuernavaca (Ortega, *et al* en Oswald; 2003: 93-107). La Sierra de Chichinautzin esta formada de rocas basálticas<sup>14</sup> (CONAGUA; 2002: 11 y Ramos *et al*: 49-

---

<sup>14</sup> Basalto es la variedad más común de roca volcánica, se compone de silicatos oscuros de grano fino, generalmente feldespatos (formados de aluminosilicatos de potasio, sodio, calcio), piroxeno (formados por sílice, calcio, magnesio, hierro, sodio o litio) y magnetita (compuesta de hierro y oxígeno) y se forma por la efusión de lava. Suele ser de color gris oscuro y es identificable al ser semejante a una bolsa de lava que al enfriarse produce una roca (en forma vesicular) que conserva los vestigios de burbujas producidas por vapor de agua en expansión, generada durante el enfriamiento y su solidificación.

72) por lo que se tiene una gran cantidad de fracturas, interconexiones y poros que le dan una estructura específica.

Los basaltos piroclásticos (lava fragmentada) transmiten el agua en el subsuelo en tres dimensiones a través del tiempo, manteniendo el ciclo hidrológico local. De acuerdo a CONAGUA (2002:42), la recarga al acuífero es de 303.8 Mm<sup>3</sup> del total de 893.5 de Mm<sup>3</sup> de volumen anual precipitado (los valores de la precipitación media anual de 1,500 mm en la zona de recarga).

La segunda característica hidrogeológica relacionada con la contaminación del agua del acuífero del valle de Cuernavaca es la *química del subsuelo y la dirección del flujo del agua subterránea en el acuífero*. El flujo del agua subterránea tiene dirección preferencial Norte-Sur (CEAMA, 2007:5) y a su paso entra en contacto con minerales de las rocas (en forma natural); así las diferentes capas de rocas del acuífero tienen gran influencia en las características químicas que adquiere el agua en su recorrido.

Para el caso de la zona de recarga se tienen datos que confirman la existencia de arcilla en el subsuelo que enriquece el agua con carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>), así como la presencia del catión (elemento atómico cargado positivamente) Magnesio Mg<sup>2+</sup><sup>15</sup> (Ramos *et al* y Leal en Oswald, 2003: 49-72).

Conforme se transmite el agua en el acuífero, se va generando un enriquecimiento de iones (partículas químicas cargadas eléctricamente), que en términos generales puede definirse como contenido de sólidos totales disueltos<sup>16</sup>.

Los resultados del trabajo de Oswald (2003) coinciden con los análisis elaborados por la CONAGUA en el 2002 (anexo A-2) en la zona del acuífero del valle de Cuernavaca, realizados a 31 muestras del agua de los pozos. Las pruebas se caracterizan por tener menores concentraciones de sólidos totales disueltos (STD) en la porción Norte del valle, aumentándose

---

<sup>15</sup> La presencia de los iones señalados es importante ya que si el agua es utilizada a nivel industrial sin haber eliminado previamente dichas sales, se tiene como resultado la formación de depósitos (costras) que impiden el paso del líquido en las tuberías y en las calderas, con lo cual se requiere frecuente mantenimiento o la instalación de un sistema de purificación, implicando gastos de operación para las empresas.

<sup>16</sup> Los sólidos presentes en el agua se clasifican en dos tipos, aquellos que se disuelven en ella como las sales que son de carácter inorgánico y se denominan Sólidos Disueltos Totales (SDT). Aquellos que son orgánicos y no se disuelven quedando suspendidos, se les denomina Sólidos en Suspensión (SS) (Tebbut, 1993: 21-24).

progresivamente en la dirección Sur; para esto ver la figura 15 donde se desagregan los (STD) iones Sulfato  $\text{SO}_4$ , Calcio  $\text{Ca}^{2+}$ , Magnesio  $\text{Mg}^{2+}$ , Sodio  $\text{Na}^+$  y Potasio  $\text{K}^+$  y la figura 16: Dureza<sup>17</sup> total y Alcalinidad).

Entonces, hay que considerar que por su propia naturaleza el agua del acuífero puede contener concentraciones de diferentes sustancias (elementos químicos) que no necesariamente están relacionadas con actividades antrópicas, pero que en el conjunto con las descargas residuales pueden tener efectos considerables en la contaminación del agua subterránea.

La tercera característica hidrogeológica del subsuelo que se relaciona con la contaminación del agua subterránea es la *velocidad de transmisión del agua en el subsuelo*, dependiente de la permeabilidad de las rocas y que se determina con el valor de conductividad hidráulica.

De acuerdo a los estudios realizados por Bending † (en Oswald, 2003: 239-253), que analizó las condiciones fisiográficas y del flujo del agua subterránea a partir del modelo conceptual DRASTIC<sup>18</sup> de la Environmental Protection Agency (EPA), fue establecida mediante análisis de isótopos<sup>19</sup> la velocidad de la recarga al acuífero, se observó que la edad del agua subterránea extraída en el acuífero del valle de Cuernavaca es relativamente joven y no excede en promedio los 42 años.

En el estudio de Bending † se reporta que el elemento utilizado para conocer el tiempo de residencia del agua subterránea fue tritio ( $\text{H}^3$ ) y su valor en el acuífero del valle de Cuernavaca varía entre 0.8 y 20 unidades. El rango de 20 unidades indica el tiempo de residencia menor a 40 años y valores menores a 0.8 agua con mayor edad.

---

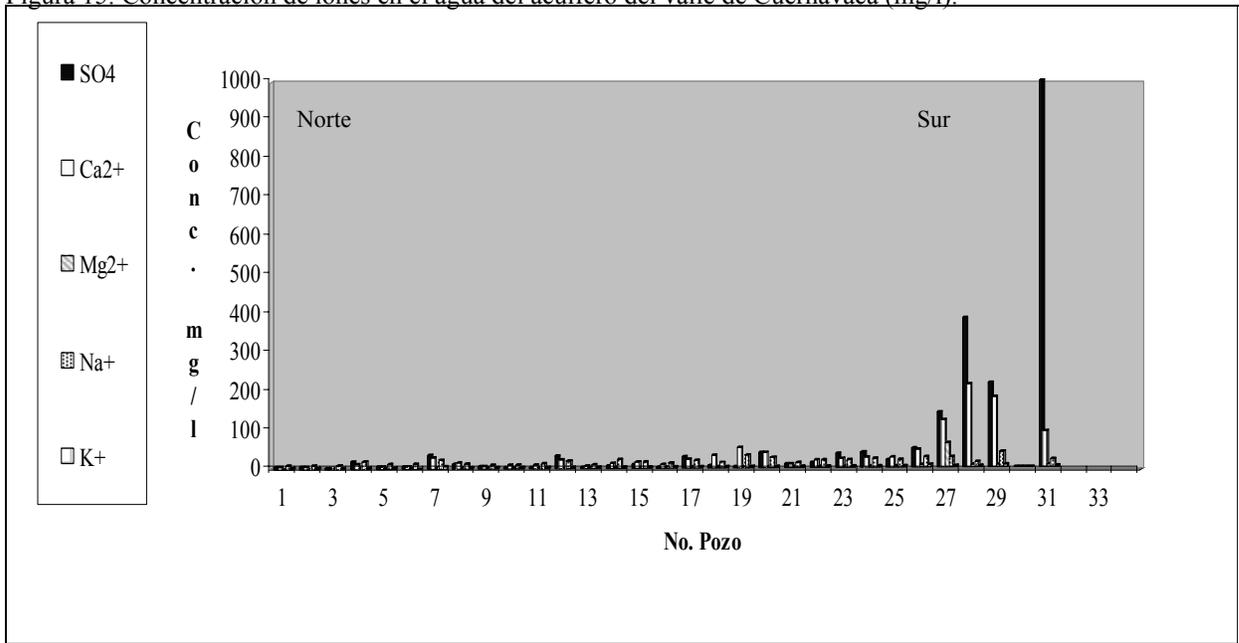
<sup>17</sup> Anteriormente cuando los detergentes y jabones no eran biodegradables, la dureza se consideraba como la propiedad del agua para hacer espuma y provocar costras de sales en las tuberías de agua caliente lo cual se debe a la presencia de Calcio  $\text{Ca}^{2+}$  y Magnesio  $\text{Mg}^{2+}$ . La alcalinidad por su parte se debe a la presencia del ión Bicarbonato  $\text{HCO}_3^-$ , Carbonato  $\text{CO}_3^{2-}$  o hidróxido ( $\text{OH}^-$ ) y dicha propiedad proporciona también el amortiguamiento para los cambios de pH o concentración de hidrógeno (Tebbut, 1993: 21-24).

<sup>18</sup> De su acrónimo anglosajón: Profundidad, Recarga, Acuíferos, Suelos, Topografía, Impacto en zona vadosa, conductividad Hidráulica.

<sup>19</sup> Un isótopo es un elemento químico que tiene como característica que su número de protones o neutrones son distintos a la forma normal del elemento, por ejemplo el hidrógeno tiene de forma normal un electrón y un protón. El isótopo llamado deuterio del hidrógeno tiene un protón y un neutrón en el núcleo junto con un electrón.

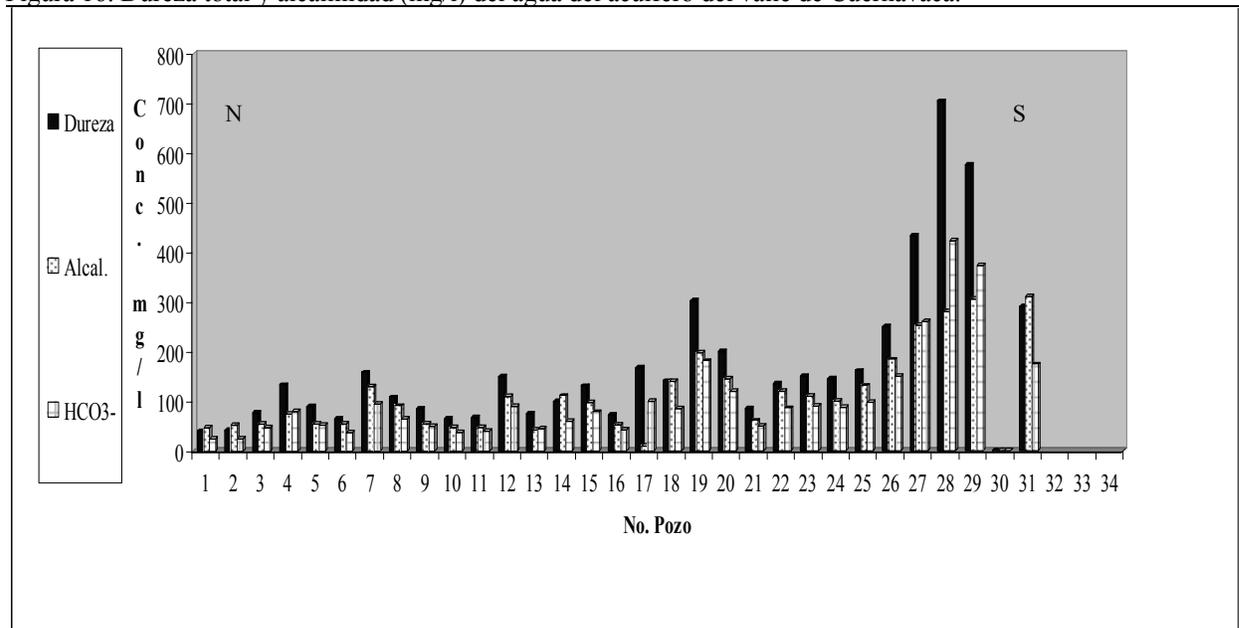
El tritio tiene dos neutrones y un protón en el núcleo y alrededor un electrón, dicho isotopo es utilizado como un indicador reactivo en la investigación química.

Figura 15. Concentración de iones en el agua del acuífero del valle de Cuernavaca (mg/l).



Fuente: Elaboración propia con datos de Ramírez (1995)

Figura 16. Dureza total y alcalinidad (mg/l) del agua del acuífero del valle de Cuernavaca.



Fuente: Elaboración propia con datos de Ramírez (1995)

La conductividad hidráulica se encuentra en el rango de  $5 \times 10^{-4}$  hasta  $5 \times 10^{-7}$ ; lo anterior junto con los datos de CONAGUA (2002) indican que el tipo de flujo de agua subterránea es intermedio por la caracterización de sistemas de flujo de agua subterránea por Toth (2000) con valores de temperatura de 15-25°C y cloruros de 5 a 25 mg/l, entre otros elementos.

Considerando los datos del tiempo de recorrido con la dirección del flujo de Norte a Sur y la posibilidad de transmisión relativamente rápida de agentes contaminantes infiltrados desde la superficie al acuífero, se puede decir que la contaminación a nivel local en el municipio de Cuernavaca puede ser conducida al Sur del Estado y al comunicarse con otros acuíferos puede afectar al territorio a escala regional.

Tabla 5. Caracterización del acuífero del valle de Cuernavaca por zonas de acuerdo a su vulnerabilidad.

Zona	Índice Drastic	Profundidad del agua (m)	Precipitación media anual (mm promedio)	Recarga neta (mm)	Tipo de Suelo	Topografía (% inclinación)	Conductividad Hidráulica $K_h$ =horizontal $K_v$ =vertical
I.	111	250-1800	1300	400-650	Andosol	220	$K_h = 1 \times 10^{-6}$ $K_v = 5 \times 10^{-7}$
II.	118	5-100	1300	130	Arcilloso	5	$K_h = 5 \times 10^{-5}$ $K_v = 5 \times 10^{-6}$
III.	167	0-200	1000	130	Litosol	4	$K_h = 5 \times 10^{-5}$ $K_v = 5 \times 10^{-4}$
IV.	167	3-85	1000	150	Arcilla disminuida	<2	$K_h = 5 \times 10^{-5}$ $K_v = 5 \times 10^{-4}$
V.	125	2-5	1000	100	Sedimentos lacustres	6	$K_h = K_v = 5 \times 10^{-6}$
VI.	111	0-20	1000	90	Arcilloso	3	$K_h = K_v = 5 \times 10^{-6}$
VII.	133	5 promedio	1000	150	Sedimentos lacustres	6	$K_h = K_v = 5 \times 10^{-6}$
VIII.	119	2-25 promedio	850	128	Arcilla disminuida	<2	$K_h = K_v = 5 \times 10^{-6}$
IX.	126	15	900	135	Sedimentos lacustres	<2	$K_h = K_v = 5 \times 10^{-6}$

Fuente: Bending (2003)

### ***La vulnerabilidad del acuífero del valle de Cuernavaca a los contaminantes***

Bending † (en Oswald; 2003: 246-248) explica que las rutas de transportación de los contaminantes coinciden con la dirección del flujo del agua subterránea (de Norte a Sur), además que en la zona de estudio se pueden distinguir nueve zonas de diferente vulnerabilidad a la contaminación según el índice Drastic (ver tabla 5):

**Entre las principales fuentes de contaminación** (según Bending, 2003) del agua subterránea a lo largo del acuífero del valle de Cuernavaca, se encuentran:

1. Agua residual de origen industrial.

Entre los límites del municipio de Cuernavaca y Jiutepec se encuentra la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC) (ver foto 1).

En el parque industrial se llevan a cabo diferentes procesos productivos como la manufactura de cartuchos y explosivos, la fundición de metales, la manufactura farmacéutica y de alimentos entre otros. Cada uno de ellos en su proceso de producción genera contaminantes potenciales del agua (Oswald, 2003: 370).

CIVAC tiene una planta de tratamiento de agua residual operada por la Empresa para el control de la contaminación del agua en la zona CIVAC (ECCACIV) (ver foto 2), no se cuenta con la capacidad suficiente para tratar el volumen total de las descargas generadas. De esta forma, una parte del agua residual se vierte directamente a las corrientes superficiales de la Barranca de Puente Blanco y de la Barranca Gachupina, a donde también se descarga el agua residual de las poblaciones vecinas de Tejalpa, Tlahuapan y Jiutepec (Plan de Desarrollo Urbano de Cuernavaca, 1980: 43).

2. El agua residual de origen municipal.

En el estado de Morelos solamente existen 24 plantas de tratamiento y en Cuernavaca seis, las cuales resultan insuficientes para controlar las emisiones contaminantes, como el volumen total de descargas consistente en 7,600 l/s de los cuales se tratan únicamente 1,076 l/s (14.1%) (CONAGUA, 2006:84).

Además de lo anterior, el servicio del alcantarillado presenta serias deficiencias en los nueve municipios que forman el valle de Cuernavaca, ya que en promedio sólo 40.27 % de las viviendas reportan drenaje conectado a la red pública y 41.83% están conectadas a fosa, barranca, grieta, río, lago o mar y 16.93% no tienen drenaje (INEGI: 2000).

### 3. Agua residual de industria agrícola.

Al sur de la ciudad de Cuernavaca se encuentra una de las más grandes industrias azucareras del Estado de Morelos: *el ingenio azucarero Emiliano Zapata*; el cual desde el año 1910 ha favorecido la monoproducción del cultivo de caña convirtiéndose en una importante rama agroindustrial (Hernández, 2002: 144) (ver foto 3).

El proceso de la producción del azúcar aporta gran cantidad de contaminantes de origen orgánico, cuyas descargas provocan el desequilibrio de los ecosistemas acuáticos de los cuerpos de agua superficial debido a al eutrofización; además de acuerdo a CONAGUA las descargas de agua residual originadas en la producción de azúcar no cumplen con la NOM-001-ECOL-1996 (CONAGUA, 2005:68).

### 4. Infiltración de hidrocarburos.

Debido al mal manejo del almacenamiento de gasolina, diesel y aceite en las gasolineras del Estado, por el proceso de infiltración se tiene la presencia de hidrocarburos en el subsuelo así como en los cuerpos de agua superficial (Bending, 2003: 241).

### 5. Contaminación con metales pesados.

La actividad minera entre otras en el estado de Morelos ha provocado daños por la presencia de arsénico en el agua potable (Ramírez, 1995).

### 6. Rastros.

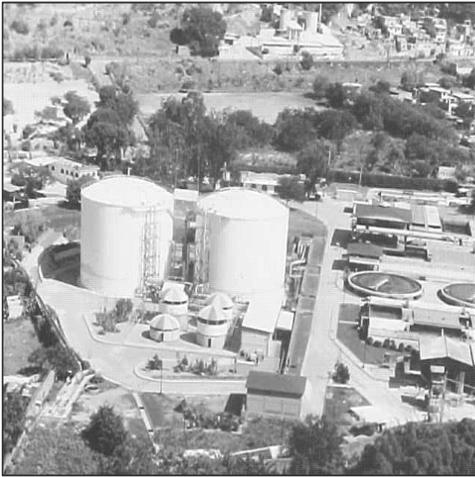
La materia orgánica proveniente de los comercios dedicados al sacrificio de animales para el consumo público, es depositada en sitios inadecuados para los residuos finales, los cuales pueden contener sustancias en descomposición que favorecen la presencia de microorganismos y compuestos tóxicos en el agua.

Foto 1. CIVAC.



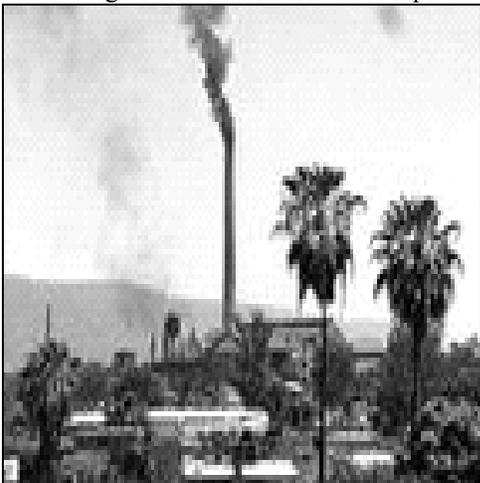
Fuente: PROCIVAC (2007)

Foto 2. Planta de tratamiento de agua residual ECCACIV.



Fuente: PROCIVAC (2007)

Foto 3. Ingenio azucarero Emiliano Zapata.



Fuente: Gobierno del Estado de Morelos

### ***Fuentes de abastecimiento***

El agua subterránea es la principal fuente de abastecimiento de la población del valle de Cuernavaca ya que se utilizan 295.9 Mm<sup>3</sup>/año, de los cuales 175.2 Mm<sup>3</sup>/año provienen de los manantiales, mientras que los 120.7 Mm<sup>3</sup>/año restantes se extraen de pozos profundos y norias por medio de bombeo.

Del total del agua subterránea utilizada en el acuífero del valle de Cuernavaca 48.3% se usa para la agricultura, 46.1% para uso público urbano, 4.4% para la industria y 1.2 para los servicios.

El 85.1% del agua extraída por pozos y norias del acuífero del valle de Cuernavaca, es destinado para el uso público urbano el cual provee el servicio de agua potable a la población; 9.2% se destina a la industria y 5.4% a la agricultura.

En cuanto a los manantiales se utiliza 79.2% para uso agrícola; 19.3% para uso público urbano y 1.5% para la industria (Ortega, *et al*, 2003:98), cabe señalar que la profundidad de los pozos y de las norias va de 100 m en la parte Norte del acuífero a 10 m en la parte Central y Sur (Bending, 2003: 242).

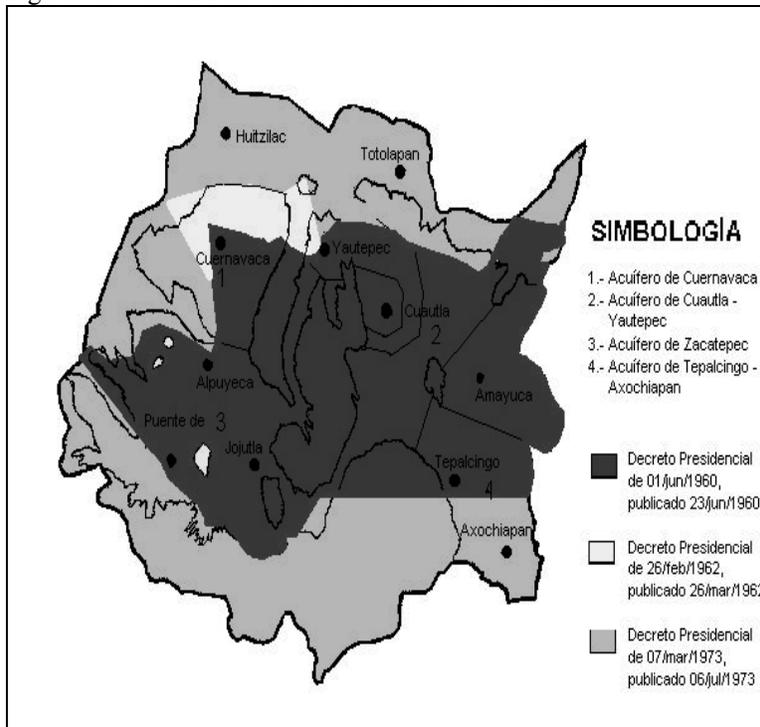
El acuífero del valle de Cuernavaca, está incluido en tres decretos presidenciales de veda<sup>20</sup> publicados para el estado de Morelos (ver figura 17) los cuales se enlistan a continuación:

- i. Decreto presidencial de fecha 1° de junio de 1960, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de junio de 1960, veda del tipo III.
- ii. Decreto presidencial de fecha 26 de febrero de 1962, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de marzo de 1962, veda del tipo III.
- iii. Decreto presidencial de fecha 7 de marzo de 1973, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de julio de 1973, veda del tipo III.

---

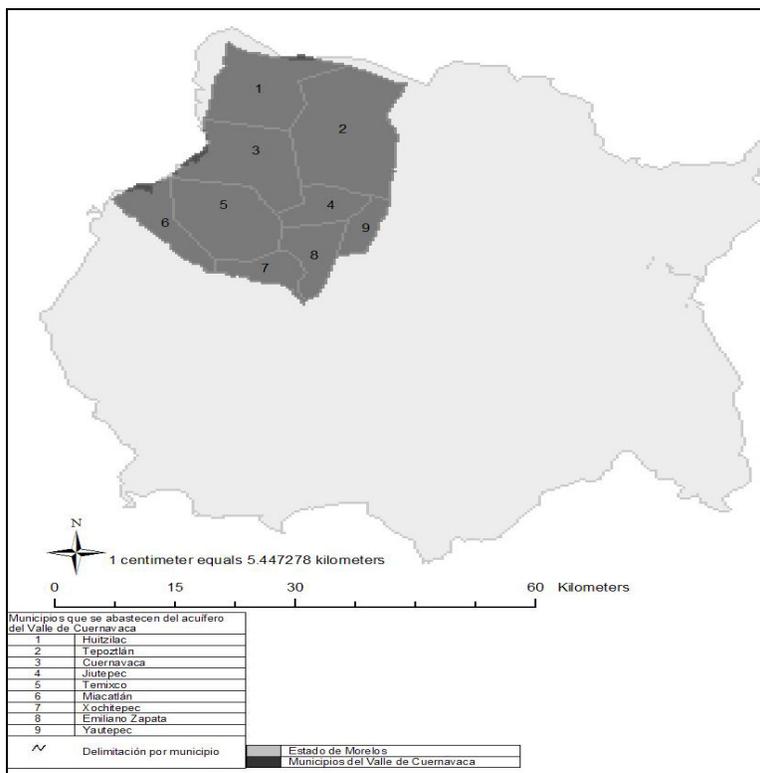
<sup>20</sup> Son ordenamientos publicados previo estudio técnico que CONAGUA realiza, con la participación de los usuarios y que posteriormente expide el titular del Poder Ejecutivo Federal en las siguientes circunstancias: i) sequías extraordinarias, ii) sobreexplotación grave de acuíferos, iii) en estados similares de necesidad o iv) urgencia por causa de fuerza mayor; todas ellas para establecer modalidades, limitar total o parcialmente los usos del agua protegiendo su calidad en las cuencas o acuíferos, o cuando no sea posible mantener o incrementar la extracción de dichas aguas a partir de un determinado volumen que sea fijado (Mendoza, 2007).

Figura 17. Decretos de veda en el estado de Morelos



Fuente: CONAGUA, 2002: 14

Figura 18. Municipios del valle de Cuernavaca



Fuente: INEGI, 2000

Así considerando los decretos anteriores y de acuerdo a la Ley de Derechos en materia de agua de 1999 (CONAGUA, 2002:15) los municipios del valle de Cuernavaca se distribuyen de la siguiente forma (ver tabla 6): i) Cuernavaca tiene solamente aquellos de carácter prioritario y ii) Jiutepec, Yautepec, Emiliano Zapata, Huitzilac, Temixco, Tepoztlan y Xochitepec para todo tipo de uso.

Tabla 6. Disponibilidad de agua subterránea por municipios del valle de Cuernavaca.

Zona 2	Municipio	Uso	Volumen (m <sup>3</sup> /año) Ámbito Estatal	Regional
4	Cuernavaca	Público Urbano	Hasta 450,000	
		Doméstico	Hasta 90,000	
		Pecuario	Hasta 90,000	
		Servicios	Hasta 90,000	
		Industrial	Negativo	
		Agrícola	Negativo	
6	Jiutepec Yautepec	Público Urbano	Hasta 450,000	
		Doméstico	Hasta 90,000	
		Pecuario	Hasta 90,000	
		Servicios	Hasta 90,000	
		Industrial	Negativo	
		Agrícola	Negativo	
7	Emiliano Zapata 9,000,000	Público Urbano	Hasta 450,000	9,000,000
	Huitzilac 9,000,000	Industrial	Hasta 450,000	
	Temixco 9,000,000	Doméstico	Hasta 300,000	
	Tepoztlan 9,000,000	Pecuario	Hasta 300,000	
	Xochitepec 9,000,000	Servicios Agrícola	Hasta 300,000 Hasta 300,000	

Fuente: CONAGUA, 2002: 15

Las condiciones hidrogeológicas que hacen vulnerable al acuífero ante la contaminación, repercuten en la calidad del agua subterránea del acuífero de la cual se abastece la población del valle de Cuernavaca (ver figura 18) (Bautista y Rincón, en Oswald 2003: 196).

### ***La contaminación del agua en el acuífero del Valle de Cuernavaca***

En el apartado anterior se ha identificado que las corrientes superficiales en el valle de Cuernavaca representan una grave contaminación del agua, debido a que estas se han convertido en colectores de drenaje de agua residual de origen distinto, que por el proceso de infiltración puede llegar a contaminar el agua subterránea del acuífero (Ortega y García en Oswald, 2003: 93-107).

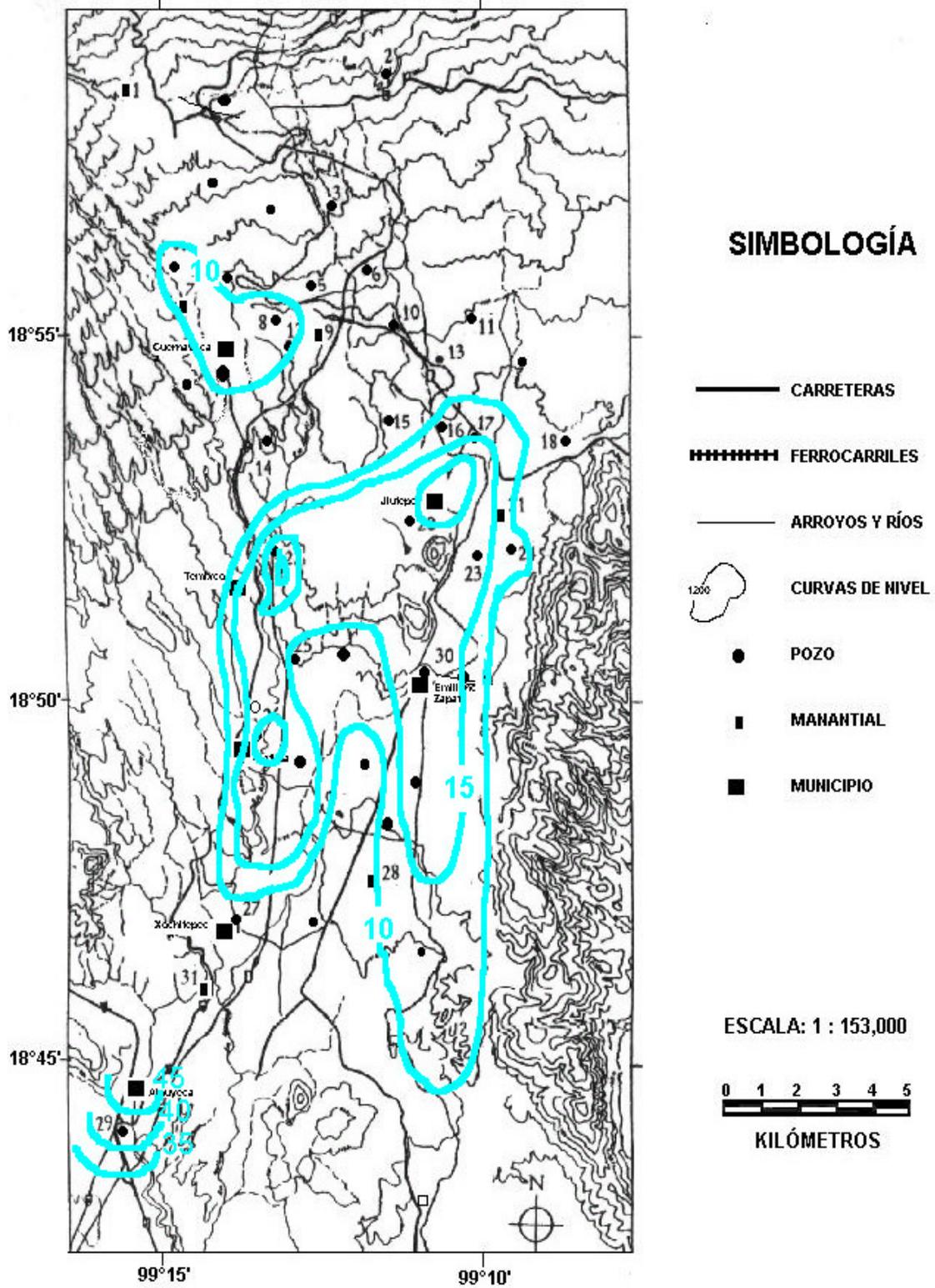
Para profundizar en el tema de la contaminación del agua subterránea, se encontró que CONAGUA en el 2002 realizó una serie de análisis del agua en los pozos localizados en el valle a través de ciertos indicadores de contaminación (ver Anexo A-2), los cuales incluyeron medición de concentraciones de los principales cationes y aniones, sustancias activas al azul de metileno, nitrógeno, DQO y DBO.

Cabe aclarar que en la investigación solamente se profundiza en los resultados de los análisis microbiológicos ya que estos se relacionan con infiltración del agua residual del sistema de alcantarillado, pero por ello no se resta la importancia de la presencia de los demás contaminantes.

En lo referente a la contaminación microbiológica, uno de los indicadores utilizados fue la concentración de nitratos, a partir de la cual se identificaron tres manchas de distribución espacial con concentraciones superiores a la norma NOM-127-SSA1-1994 (ver anexo A-1):

- La primera zona (figura 19) se encuentra al centro-sur de la ciudad de Cuernavaca, donde se presentan concentraciones entre 10 a 15 mg/l de nitratos.
- La segunda mancha se localiza en los municipios de Jiutepec, Temixco y Emiliano Zapata, su distribución es heterogénea y presenta concentraciones entre 10 y 43 mg/l de nitratos; ubicando las concentraciones más elevadas en los pozos Villas del Descanso (21 mg/l), Los Sabinos (43mg/l) y Acatlipa No. 2 (24.5 mg/l).  
Esta mancha representa un problema grave debido al gran número de fuentes de abastecimiento de agua potable que se encuentran en el lugar.
- La tercera zona se localiza en el municipio de Alpuyeca, donde los contenidos de nitratos son de alrededor de 44.6 mg/l y se encuentra en el límite de los acuíferos del valle de Cuernavaca y Zacatepec.

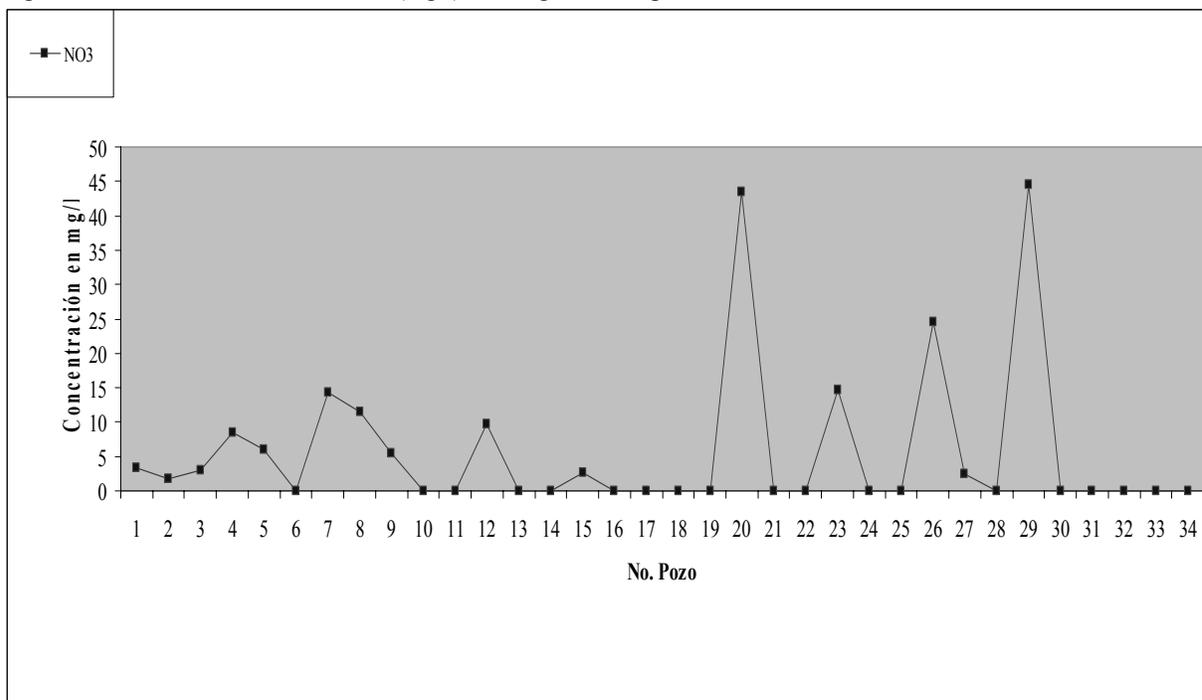
Figura 19. Zonas de alta concentración de nitratos (mostradas como líneas azules).



Fuente: CONAGUA (2002)

Como complemento a las tres zonas de concentraciones, en el estudio de CONAGUA (2002) se observa que los resultados de las muestras para análisis microbiológico indican gran número de bacterias patógenas, que además se distribuyen espacialmente de forma semejante al contenido de nitratos.

Figura 20. Concentración de nitratos (mg/l) en el agua de los pozos del acuífero del valle de Cuernavaca.



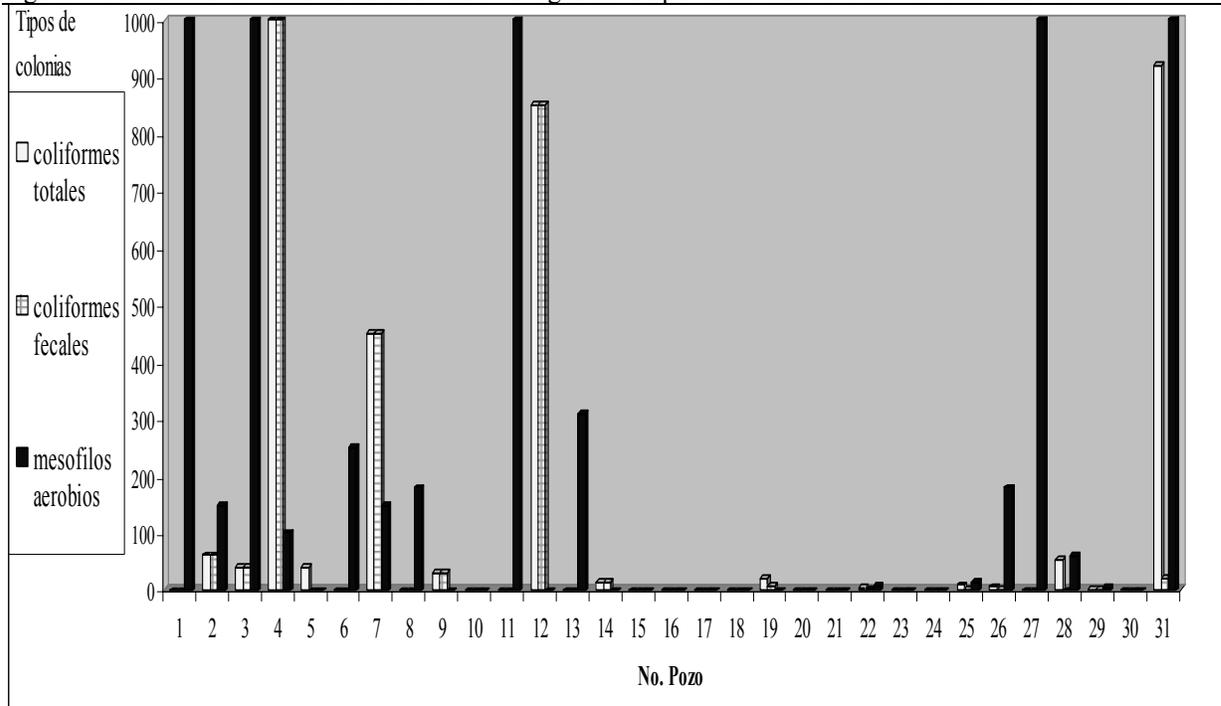
Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2002)

La presencia bacteriana, de acuerdo al estudio citado se controla con la aplicación de cloro en el agua de los pozos de extracción antes de ser distribuida por la red de agua potable. Pero al mismo tiempo los resultados indican que el agua subterránea contiene:

- i) coliformes totales (cuyo límite es 2 ufc<sup>21</sup>/ml);
- ii) coliformes fecales (cuyo límite es cero ufc/ml) y,
- iii) mesofilos aerobios (no indicado en la norma) (ver figuras 20, 21 y 22 en orden respectivo), con lo cual surge la duda si es eficiente la aplicación únicamente de cloro para detener la contaminación por los diferentes tipos de bacterias.

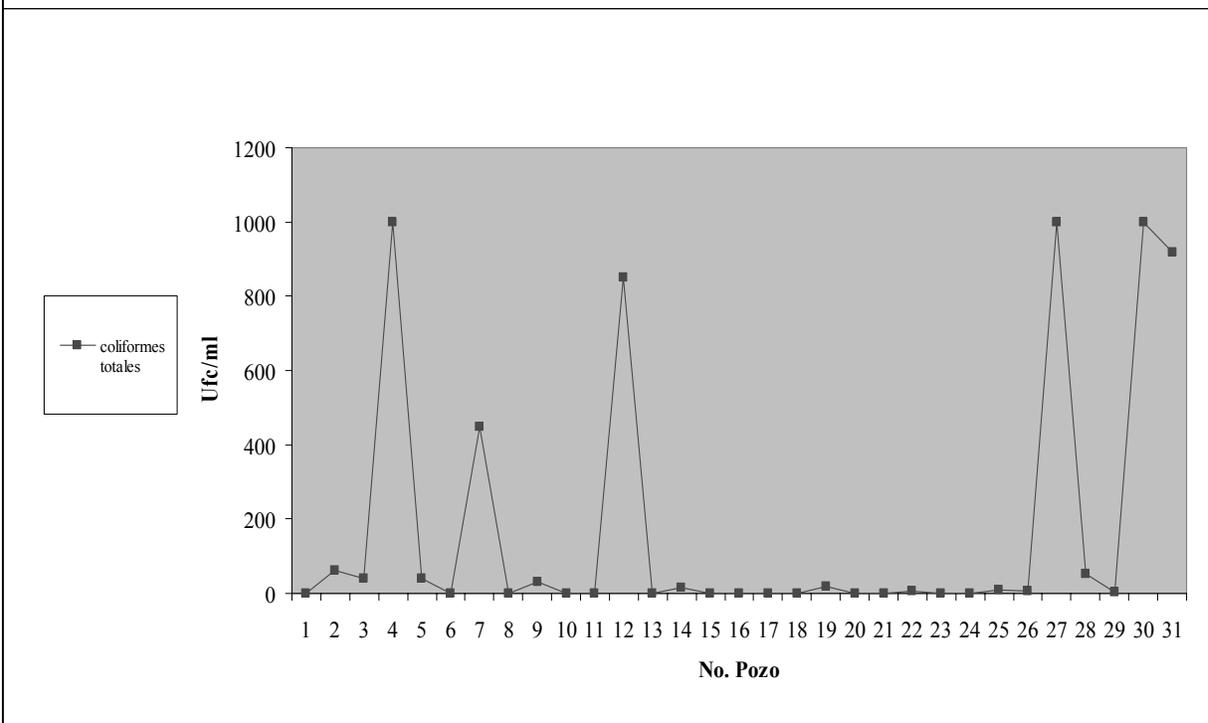
<sup>21</sup> En pruebas de laboratorio microbiológico para hacer crecer a un tipo de bacteria se les siembra en placas con un medio (alimento) propicio para que se desarrollen; las bacterias suelen juntarse en cúmulos y son contadas para tener un número aproximado de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de dichos microorganismos (Davis, 1996: 48).

Figura 21. Unidades formadoras de colonias en el agua de los pozos del acuífero del valle de Cuernavaca.



Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2002)

Figura 22. Unidades formadoras de colonias (UFC/ml) de coliformes totales en el agua de los pozos del acuífero del valle de Cuernavaca.



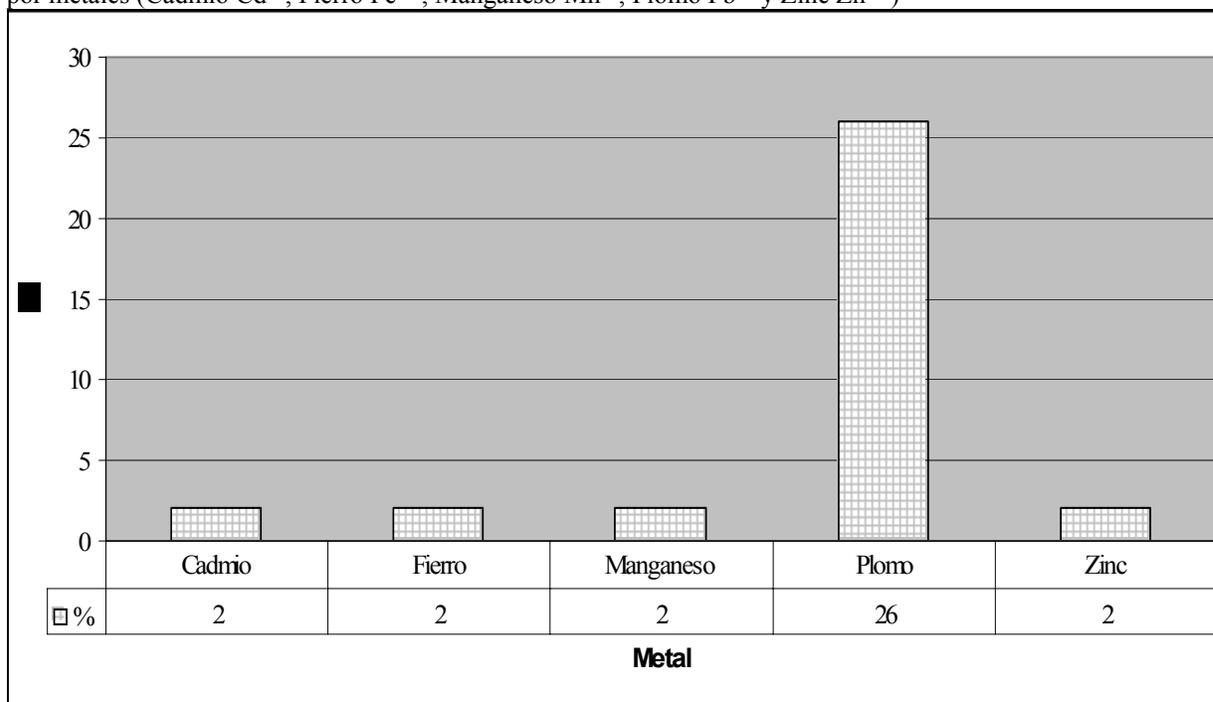
Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2002)

Como la contaminación microbiológica presenta tendencia regional (abarca nueve municipios), a continuación la atención se centrará en el municipio de Cuernavaca, debido al interés particular del trabajo, además del dinamismo económico y demográfico que presenta el municipio.

### ***La problemática hídrica en el municipio de Cuernavaca***

En los resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos del agua reportados por Ramírez (1995) realizados en los 53 pozos y las 127 tomas domiciliarias localizadas en el municipio de Cuernavaca, se señalan los siguientes niveles de contaminación (ver anexo A-3):

Figura 23. Porcentaje de muestras de agua de los pozos en el municipio de Cuernavaca contaminados por metales (Cadmio  $Cd^{2+}$ , Fierro  $Fe^{2+}$ , Manganeso  $Mn^{2+}$ , Plomo  $Pb^{2+}$  y Zinc  $Zn^{2+}$ )



Fuente: Elaboración propia con datos de Ramírez (1995)

i) En lo referente a los análisis físico-químicos, sólo el agua de 5 pozos no ha presentado ningún parámetro fuera de la norma. En los demás casos se encontraron niveles de concentraciones de plomo por arriba de 0.05 partes por millón (p.p.m.) (ver figura 23); de cadmio de 0.0001 hasta 0.115 mg/l; y en cuanto al cobre y zinc las concentraciones rebasan considerablemente los niveles permisibles (Ramírez; 1995: 129-178).

ii) Los compuestos orgánicos que se identificaron en mayor proporción fuera de la norma fueron fosfatos totales, nitritos y fenoles.

iii) Para el caso de las características bacteriológicas se identificó la presencia de mesofilos aerobios, coliformes fecales y coliformes totales. En cuanto al último, más de 60% de los pozos presentaron cantidad de colonias incontables (figura 24). Ello sugiere la infiltración del agua residual al agua subterránea a través del subsuelo.

iv) Entre los microorganismos encontrados en el agua subterránea se tiene *Escherichia coli*, *Shigella*<sup>22</sup> y *Salmonella* los cuales provocan diarrea en los seres humanos.

También fueron encontrados *Pseudomonas*, *Klebsiella* y *Serratia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Proteus* que son potencialmente patógenos para la gente (ver figura 25).

Aunque la tipificación serológica de *Escherichia Coli* resultó poco significativa (19%), adquieren relevancia los resultados de las cepas encontradas dada su patogenicidad: *Enterotoxigenico* (8.5%) provoca diarrea frecuentemente en niños; la *Enterohemorragica* (8.5%) que provoca diarrea sanguinolenta y colitis hemorrágica y la *Enteropatogenica* (2.0%) que provoca brotes epidémicos de diarrea (Davis, *et al*, 1996:550).

Como consecuencia de los resultados obtenidos, se puede detectar que el agua que proviene de los pozos en Cuernavaca pone en riesgo la salud de la población, ya que sólo 9.4% de las muestras son potables, mientras que el resto no lo son.

De acuerdo a los resultados de Ramírez (1995) es conveniente hacer dos reflexiones:

---

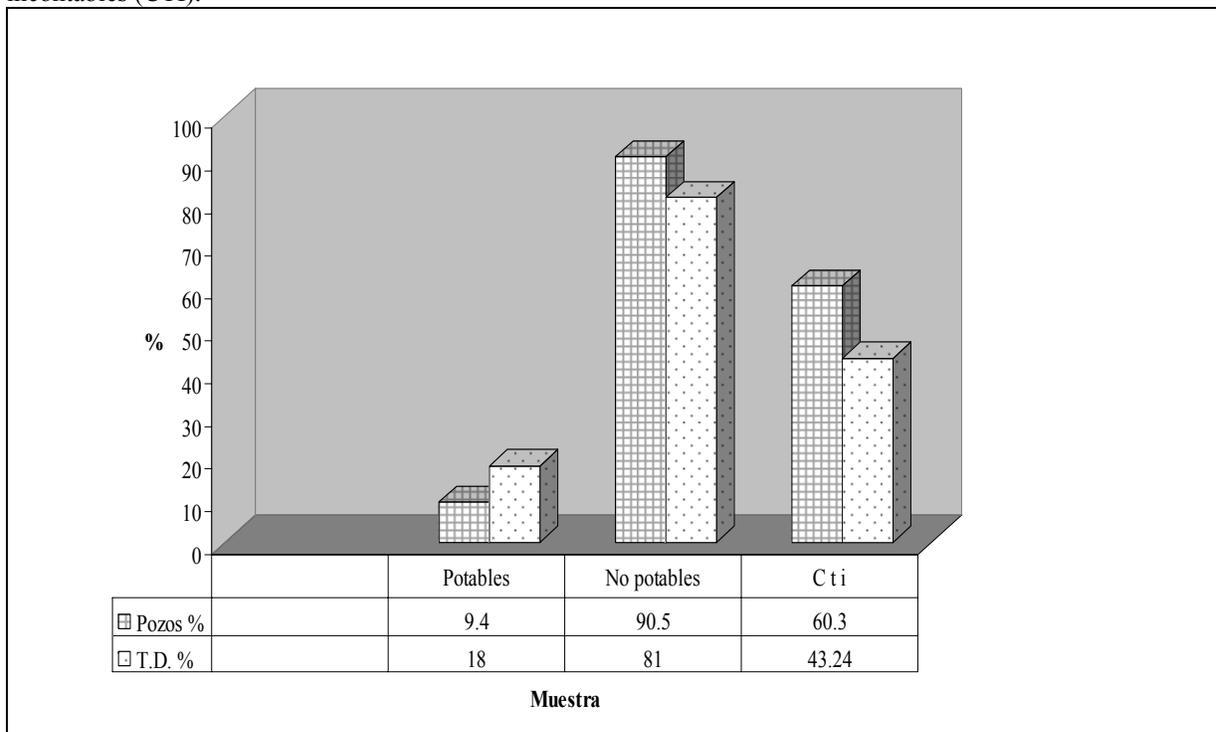
<sup>22</sup> Las bacterias catalogadas como *Enterobacterias* se encuentran en el intestino de los vertebrados como parte de la flora normal y como patógenos, *Escherichia coli* es el microorganismo predominante en las heces y pueden distinguirse cuatro clases de *E. coli* productoras de diarrea: cepas enterotoxigenicas, enteropategenicas, enteroinvasivas y la más reciente enterohemorragicas.

La *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Pseudomonas* (vibrio gramnegativo) son microorganismos productores de infecciones oportunistas extraintestinales cuando existe algún padecimiento previo.

Las *Shigellas* son microorganismos que responden a los cambios de temperatura y su transmisión es directa, normalmente por contacto con heces contaminadas, la infección ocurre rápidamente presentándose un cuadro crónico entre las 24-36 horas después del contagio, teniendo altas concentraciones en sangre y produciendo diarrea.

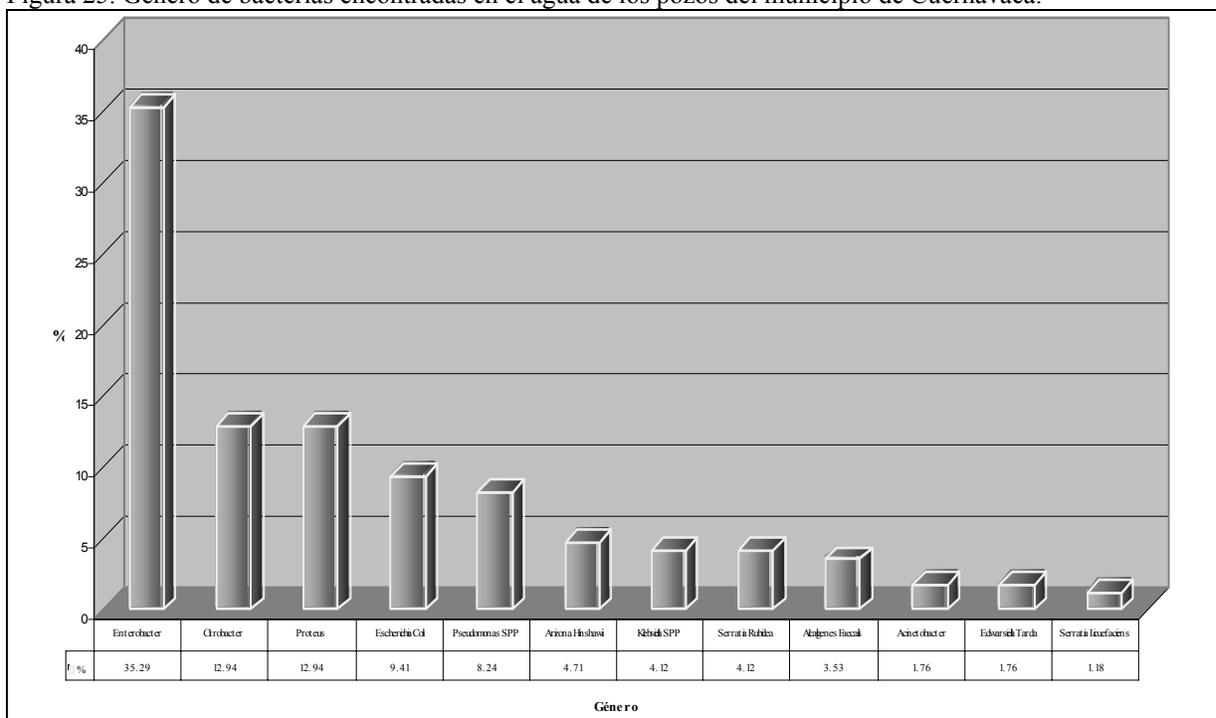
La *Salmonella* provoca gastroenteritis, septicemia y fiebre entérica o fiebre tifoidea que provoca hemorragia y provoca la muerte del 20% de quienes la padecen, se produce por la ingestión de agua y alimentos contaminados con heces fecales y los padecimientos inician de 12 a 48 horas después del contacto (Davis *et al*, 1996: 541-566).

Figura 24. Porcentaje de muestras de agua de los pozos del municipio de Cuernavaca con coliformes totales incontables (CTI).



Fuente: Elaboración propia con datos de Ramírez (1995)

Figura 25. Género de bacterias encontradas en el agua de los pozos del municipio de Cuernavaca.



Fuente: Elaboración propia con datos de Ramírez (1995).

Por un lado, los resultados anteriores requieren ser complementados con análisis fisicoquímicos y microbiológicos más completos, porque en la actualidad se consideran de acuerdo a la norma solo 33 parámetros fisicoquímicos y dos microbiológicos (coliformes totales y fecales) (Mazari, 2005).

Además de complementar, se ve la necesidad de hacer un examen más exhaustivo de los compuestos orgánicos como los subproductos de la cloración del agua (compuestos bromoclorados o cloroformo) que provocan daño en las funciones de la vejiga, riesgo de cáncer en colon y recto, aborto, así como defectos en el tubo neural y de nacimiento.

Por otro lado, para los análisis microbiológicos se requiere cuantificar bacterias relacionadas a las enfermedades gastroentericas (*Helicobacter pylori*), tuberculosas (*Legionella*), de virus como el de la hepatitis “a”, polivirus, rotavirus o parásitos intestinales como *Giardia* y otras enfermedades.

## *Conclusiones*

Utilizando el modelo para el análisis del impacto de los servicios públicos, se analizó en éste capítulo la influencia de las condiciones hidrogeológicas en los niveles de contaminación del agua del acuífero del valle de Cuernavaca.

En el acuífero del valle de Cuernavaca se tienen tres características que han sido determinantes en los altos niveles de la contaminación del agua subterránea: i) la diferente permeabilidad; ii) la química del subsuelo y la dirección del flujo del agua subterránea en el acuífero y iii) la velocidad de transmisión del agua en el subsuelo:

Para el caso de la primera característica, debido a que no son homogéneas las capas del subsuelo en cuanto a su permeabilidad se pueden distinguir 9 zonas de diferente vulnerabilidad a la contaminación en el acuífero del valle de Cuernavaca (Bending † en Oswald, 2003: 239-253). Para el caso de la segunda característica, el flujo del agua subterránea tiene dirección preferencial Norte-Sur y a su paso entra en contacto con minerales de las rocas (en forma natural). Finalmente, por altos valores de impermeabilidad existe rápida infiltración de los contaminantes del agua superficial al subsuelo.

Mediante los resultados obtenidos por CONAGUA (2002) y por Ramírez (1995), tanto a nivel del acuífero como en el municipio de Cuernavaca, se observa que el agua potable de las fuentes señaladas en este apartado, está contaminada con metales, sólidos suspendidos, nitratos y bacterias patógenas, los cuales ponen en riesgo la salud de la población.

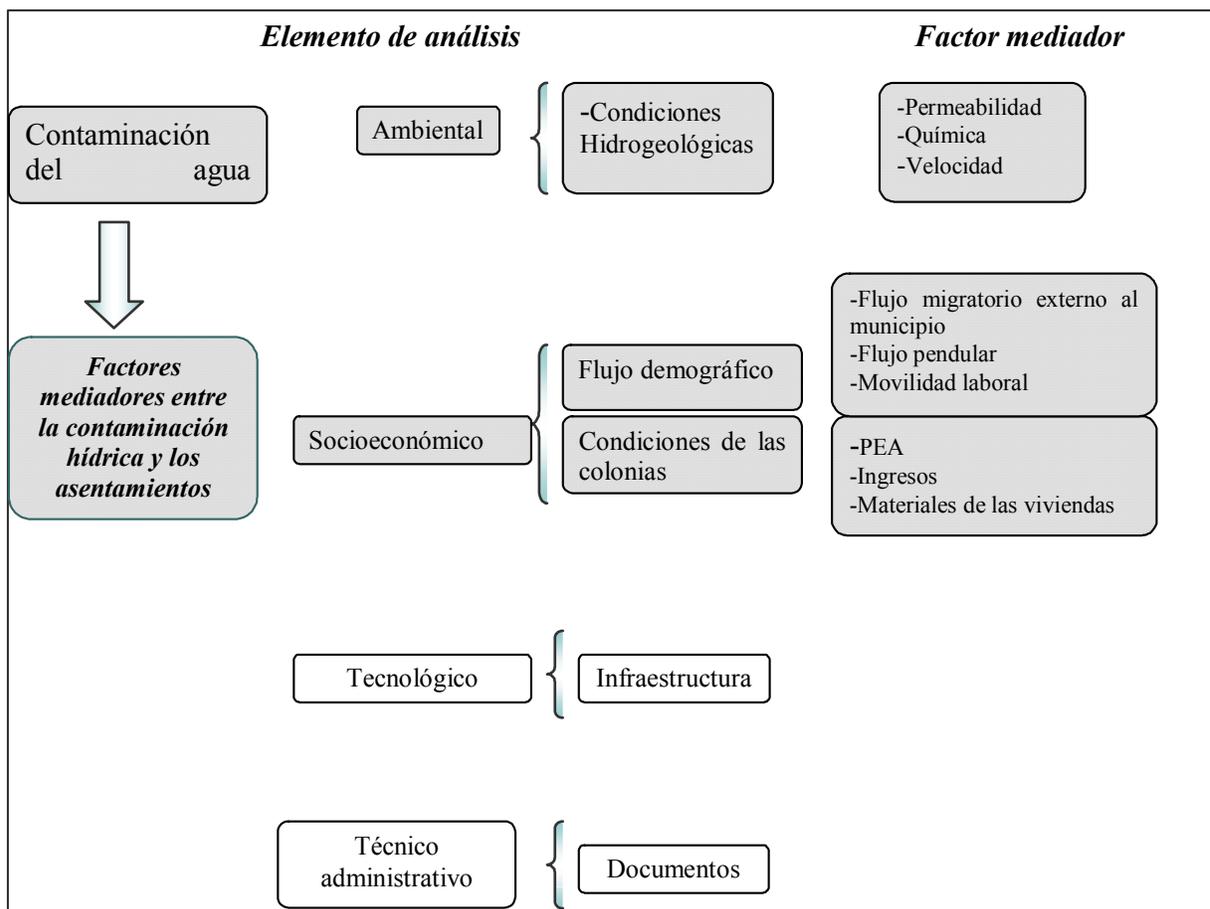
De acuerdo a los tipos de contaminantes, posiblemente la concentración creciente de iones puede ser “natural”, los sólidos totales a la presencia de materia orgánica, los metales y compuestos orgánicos a la actividad industrial y los nitratos, fosfatos y bacterias al drenaje urbano.

Entonces, mediante los factores hidrogeológicos anteriores, se puede concluir en éste punto de la investigación que el elemento ambiental ha sido determinante en los altos niveles de la contaminación del agua a la cual se tiene acceso en Cuernavaca.

## V. Características de los pobladores (aspectos socioeconómicos)

En este apartado se analizarán la influencia de la dimensión socioeconómica (ver figura 26) en la contaminación del agua potable con agua residual urbana y como los servicios adoptan ciertas particularidades que resultan de analizar el contexto en que se encuentran.

Figura 26. Factores de análisis del elemento socioeconómico.



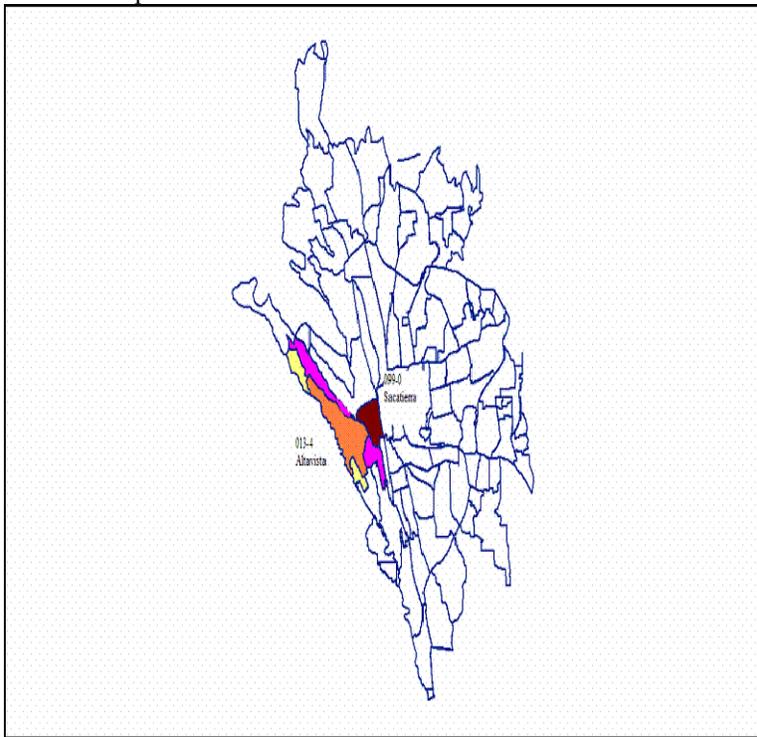
Fuente: Elaboración propia

Antes de iniciar el análisis se hace una aclaración: El análisis solamente está enfocado en las descargas urbanas de agua residual y su influencia sobre los altos niveles de contaminación microbiológica, debido a que las fuentes industriales y agrícolas requieren análisis específicos que salen del alcance de la investigación.

La pregunta que conduce el análisis del elemento socioeconómico es la siguiente: ¿Cómo influyen las condiciones sociales de la población de Cuernavaca en la contaminación del agua subterránea?

De la pregunta anterior se desprende otra pregunta: ¿de qué forma el ingreso de los habitantes se relaciona con la contaminación del agua potable debido a las formas de conexión del drenaje de las viviendas? Para responder a ello en primer lugar se sigue la línea de investigación donde se cree que la relación entre el ingreso de la PEA y las características de las viviendas es directa. En segundo lugar, si no es el ingreso ¿qué otro factor da lugar a los elevados niveles de contaminación microbiológica por las formas de conexión?

Figura 27. Colonias de estudio (Alta Vista y Sacatierra) en el municipio de Cuernavaca.



*Fuente: Elaboración propia con base en información censal de INEGI (1990)*

Como caso de estudio se eligieron dos colonias, de acuerdo a los criterios descritos en la metodología.

Los asentamientos elegidos son i) Alta Vista (ver figura 27, señalada en color naranja), asentamiento regular que se localiza en el margen superior de la barranca que conduce al Salto de San Antón y se encuentra cercana al pozo de extracción que abastece de agua potable, su área de influencia abarca el lado Oeste del municipio de Cuernavaca; ii) la colonia Sacatierra (que en la figura 27 se muestra en color café), asentamiento irregular que ocupa el territorio situado dentro de la barranca y su área de influencia se desplaza hacia el centro de Cuernavaca.

Del análisis de las variables censales se obtuvo lo siguiente (anexo A-4):

### ***Migración***

El estado de Morelos se ha visto favorecido por el desarrollo económico enfocado hacia el sector terciario principalmente en el turismo y en el sector industrial (Hernández; 2002: 213-220) con lo cual ha recibido importantes flujos migratorios y crecimiento demográfico, siendo Cuernavaca uno de los municipios que ha mostrado los procesos anteriores con mayor intensidad.

Tabla 7. Cocientes\* de migración por colonia 1990 y 2000.

	Población nacida en la entidad	Población nacida fuera de la entidad	Población de 5 años y más residente fuera de la entidad
<b>1990</b>	1.044	0.940	0.787
<b>Alta Vista</b>			
<b>Sacatierra</b>	1.150	0.791	0.644
<b>2000</b>	1.130	0.819	0.886
<b>Alta Vista</b>			
<b>Sacatierra</b>	1.105	0.855	0.934

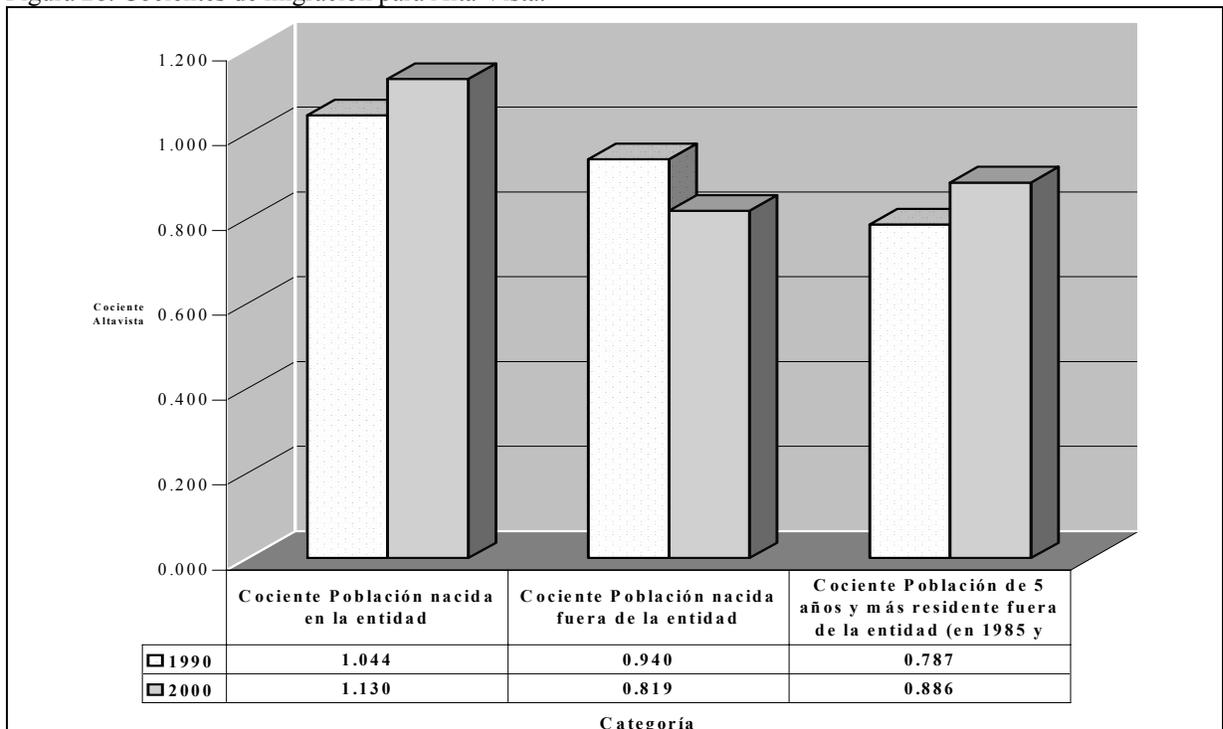
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)

\*El cociente compara el valor porcentual de la variable del total de cada colonia con el mismo dato de Cuernavaca. Si el cociente es mayor a la unidad, entonces el porcentaje de la variable de la colonia es mayor que ese número en Cuernavaca y viceversa.

De acuerdo con los datos del XII Censo Nacional de Población (INEGI, 2000), Cuernavaca en el año 2000 tenía 338, 706 habitantes, crecimiento que es atribuible a dos causas: i) los altos índices de natalidad que caracterizaban a México en décadas pasadas y ii) *el fenómeno migratorio de otros municipios y estados vecinos* que ha tenido gran influencia en el proceso de urbanización, en la creciente demanda de servicios públicos y en la contaminación provocada por la población.

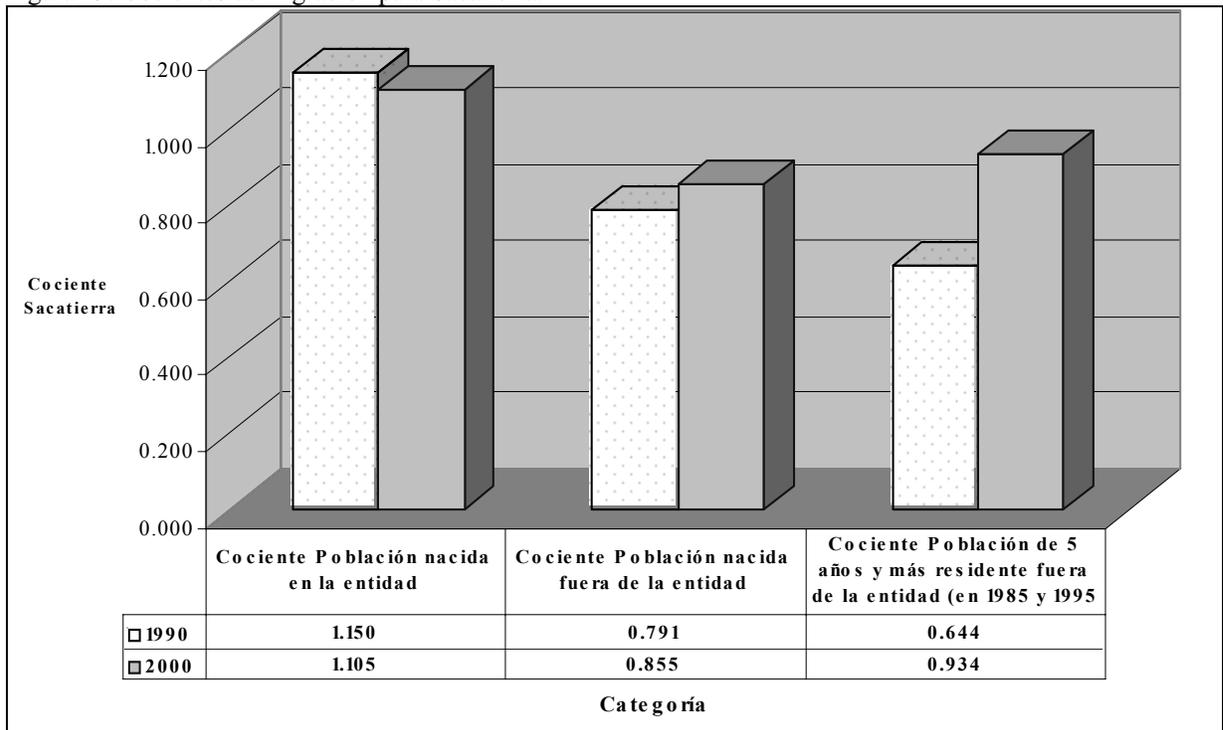
Siguiendo la tendencia de la entidad y la municipal, a nivel de los asentamientos estudiados es posible observar con los datos censales, un flujo migratorio importante: aunque en ambas colonias continua el arribo de población que habitaba desde 5 años antes (1985, para el censo de 1990 y 1995 tomando el censo de 2000) fuera de la entidad, al compararlos con Cuernavaca se tiene que Alta Vista (regular) es menos atractiva que Sacatierra (irregular) (figuras 28 y 29); ya que para 1990 por cada habitante de Cuernavaca que residía en 1985 fuera de la entidad había 0.787 en Alta Vista; para 2000 había 0.886 (ver tabla 7).

Figura 28. Cocientes de migración para Alta Vista.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)

Figura 29. Cocientes de migración para Sacatierra.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)

### ***Población económicamente activa ocupada***

El fenómeno migratorio observable en Morelos, Cuernavaca y en las colonias Alta Vista y Sacatierra, tiene relación con el desarrollo económico, el cual se presenta a continuación.

El sector terciario (Hernández, 2002:218) es el más importante económicamente para Morelos enfocándose al turismo, además se tiene que en la entidad también predominan las actividades del sector secundario impulsadas por la construcción de los parques industriales localizados en Cuernavaca, Cuautla y Jiutepec.

Tabla 8. Cocientes de especialización económica de la PEA por colonia.

<b>1990</b>	<b>% PEA ocupada en el sector secundario</b>	<b>% PEA ocupada en el sector terciario</b>	<b>Cociente de especialización</b>	
			<b>Participación de Altavista en el sector secundario</b>	<b>Participación de Altavista en el sector terciario</b>
<b>Altavista</b>	33.72	63.29	1.188	0.947
<b>Sacatierra</b>	24.54	72.14	0.865	1.080
<b>2000</b>	26.56	68.64	1.182	0.958
<b>Altavista</b>				
<b>Sacatierra</b>	21.33	74.40	0.949	1.039

*Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)*

En cuanto a Cuernavaca, el desarrollo socioeconómico que ha presentado la Zona Conurbada en los últimos 50 años, es importante (Gobierno del Estado de Morelos; 2005), aunque presenta la tendencia a declinar, enfocándose al sector terciario.

Para el municipio de Cuernavaca la estructura económica por sectores se tiene que las actividades agropecuarias presentan un porcentaje mínimo.

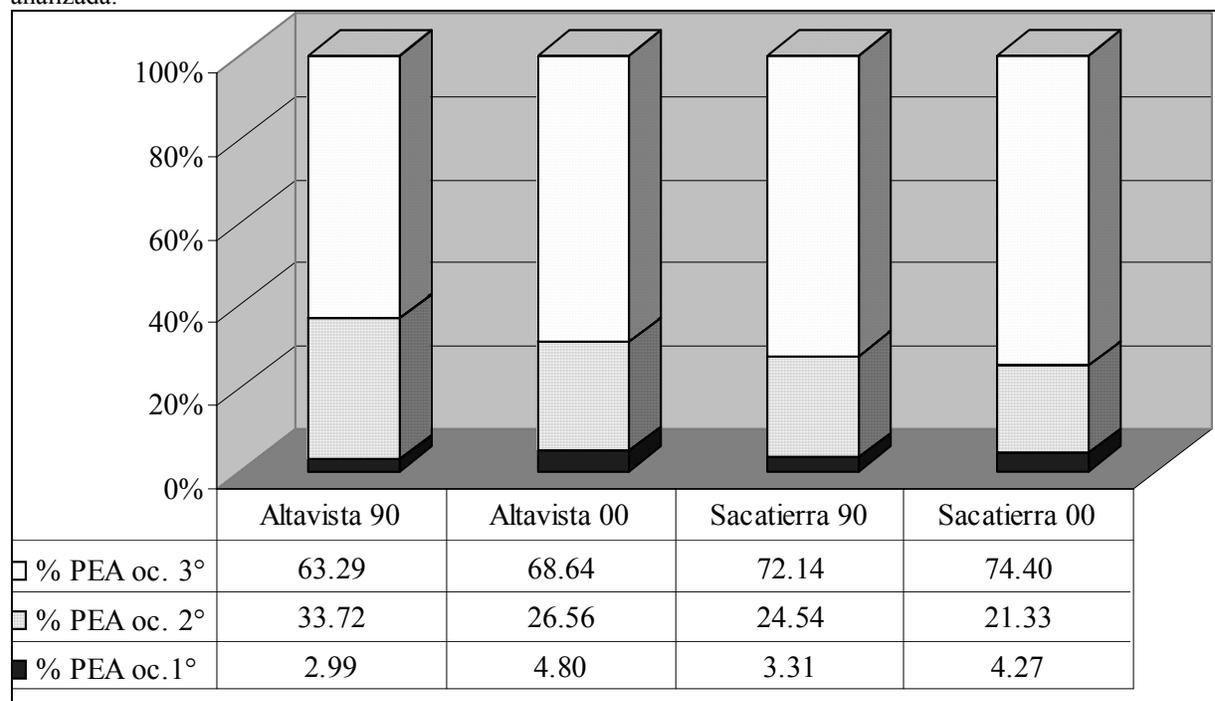
En cuanto al sector secundario, la expansión industrial en el municipio ha sido limitada, orientándose en los últimos años hacia la micro industria conformando un sector secundario débil poco estructurado, con actividades poco mecanizadas y con escasa capacidad de transformación de materias primas (Rueda, 1999:40).

En lo que se refiere al municipio, la actividad económica se enfoca al sector terciario basado en el turismo y servicios de información ya que gran parte de las sedes de organismos oficiales, instituciones universitarias y de investigación del estado se encuentran allí localizadas (Rueda,

2001:55). Ejemplo de ello es el caso de los investigadores y trabajadores, que cambiaron de residencia en la ciudad de México a Cuernavaca, teniendo como incentivo un incremento salarial para la población migrante, en la década de los ochenta (Rueda, 1999:28).

En cuanto a las colonias estudiadas siguen la tendencia estatal y municipal. Así, se observa que la participación de la población económicamente activa ocupada (ver tabla 8) por sectores, en ambas se concentran en el sector terciario (ver figura 30).

Figura 30. Participación económica por sector para cada colonia analizada.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)

Pero cuando se analizan los coeficientes de especialización de la pea por sector económico de las colonias, se observa lo siguiente:

- 1) Alta Vista tiende a especializarse en el sector secundario y terciario y,
- 2) Sacatierra en el sector terciario y secundario, respectivamente.

Por ello, se puede ver que la colonia irregular sigue la tendencia de Cuernavaca a especializarse en el sector terciario, comportamiento que se observa desde 1990 (ver figuras 31 y 32).

Dicho comportamiento puede tener en sus causas a dos factores:

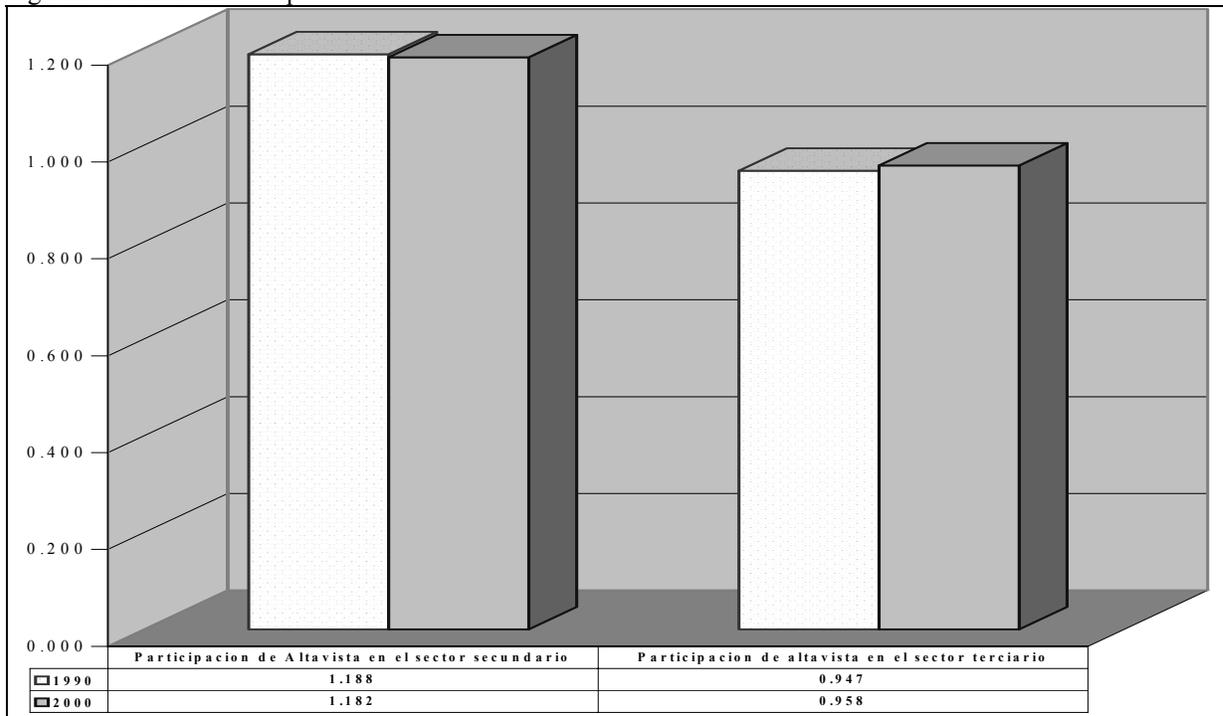
1) El área de influencia de Sacatierra se relaciona con el centro histórico de Cuernavaca, lo cual puede indicar la participación de la PEA de la colonia en actividades turísticas y también movilidad laboral de la colonia al centro histórico.

2) el flujo migratorio de personas, en busca de mejores oportunidades de empleo (que aquellas presentes en sus lugares de origen) (Saraví; 2004) han encontrado trabajo tanto en el sector terciario como secundario.

En el caso de Sacatierra se ha dado el desarrollo en el sector terciario, posiblemente como lo señalan los testimonios: tanto en la construcción, en el turismo y en las quintas del lugar (Suárez; 2003: 62).

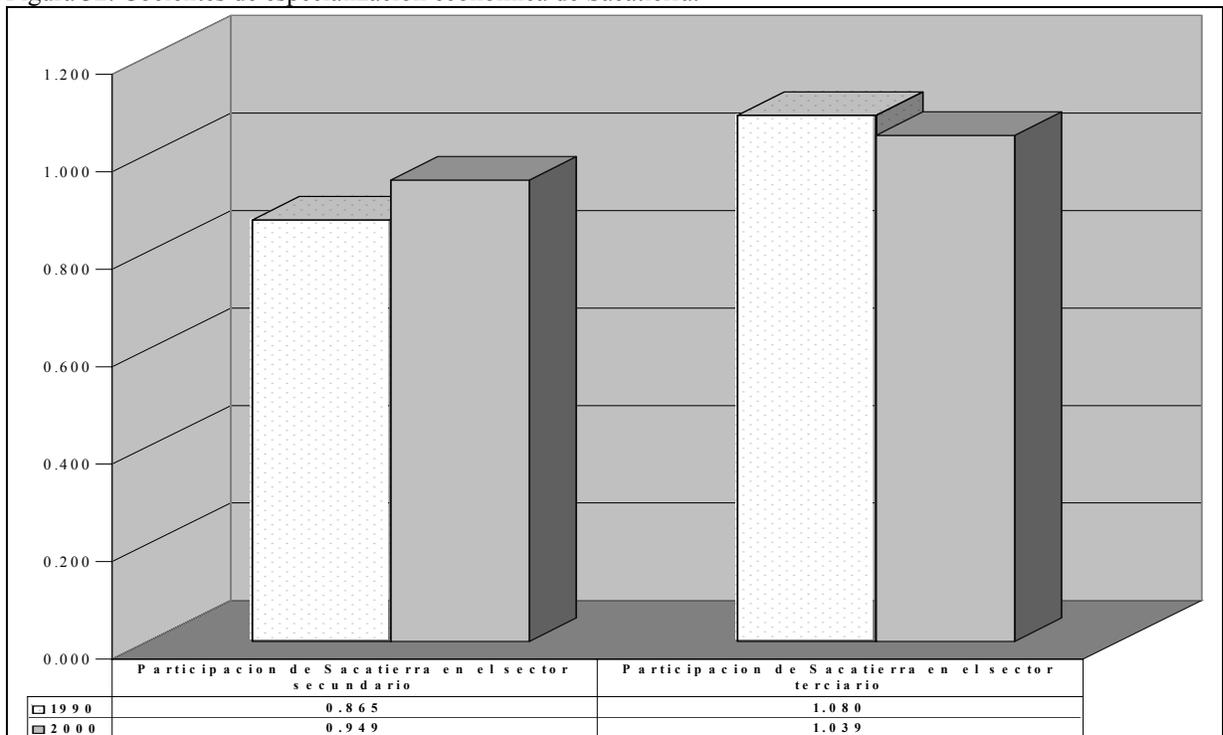
En Alta Vista el flujo migratorio ha encontrado mayores oportunidades en el sector secundario posiblemente tanto en Jiutepec (CIVAC) como en el DF y también se ha mostrado movilidad laboral de la colonia a dichas zonas de trabajo.

Figura 31. Cocientes de especialización económica de Alta Vista.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)

Figura 32. Cocientes de especialización económica de Sacatierra.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)

## ***Ingresos***

Los flujos migratorios que han llegado tanto a Morelos como a Cuernavaca se han catalogado en dos grupos principales:

- Un grupo cuyo objetivo principal ha sido la búsqueda de mejores empleos.
- El segundo grupo de ingresos medios y altos que ha buscado “la ciudad de la eterna primavera”, las atracciones culturales y profesionales (Rueda; 2001:51).

Tabla 9. Cocientes de especialización\* económica por rangos de ingresos para las colonias de estudio

	% población con < 1 salario	% Población con salario 1<S.M.<2	% Población con salario 2<S.M.<5	% Población > 5 S.M.
<b>1990</b>				
<b>Altavista</b>	13.03	38.59	36.97	11.41
<b>Cociente</b>	1.049	0.975	1.067	0.855
<b>Sacatierra</b>	13.34	39.56	35.04	12.06
<b>Cociente</b>	1.075	0.999	1.011	0.903
<b>2000</b>				
<b>Altavista</b>	9.01	32.95	37.54	11.32
<b>Cociente</b>	1.155	1.165	1.053	0.654
<b>Sacatierra</b>	7.94	28.44	36.39	17.02
<b>Cociente</b>	1.018	1.006	1.021	0.984

Fuente: Elaboración propia con datos de los censos de población y vivienda INEGI (1990) (2000)

\*Ver nota en la Tabla 7.

Además, se observan dos momentos importantes del flujo migratorio al municipio (Saraví; 2004: 2110-2111):

1) Aquel condicionado desde los años cuarenta por la interacción entre Cuernavaca y la ciudad de México, debido a la migración que originaba el crecimiento de la capital del país, siendo la clase política y social con mayor poder adquisitivo la que construyó en Cuernavaca sus casas de descanso y otros que solamente llegan en períodos vacacionales.

2) El segundo observable en las últimas dos décadas, período en el cual importantes segmentos de la clase media del Distrito Federal trasladaron su residencia a la ciudad empujados por la creciente contaminación, la congestión urbana y el deterioro de las condiciones ambientales de la ciudad de México y los sismos ocurridos en 1985.

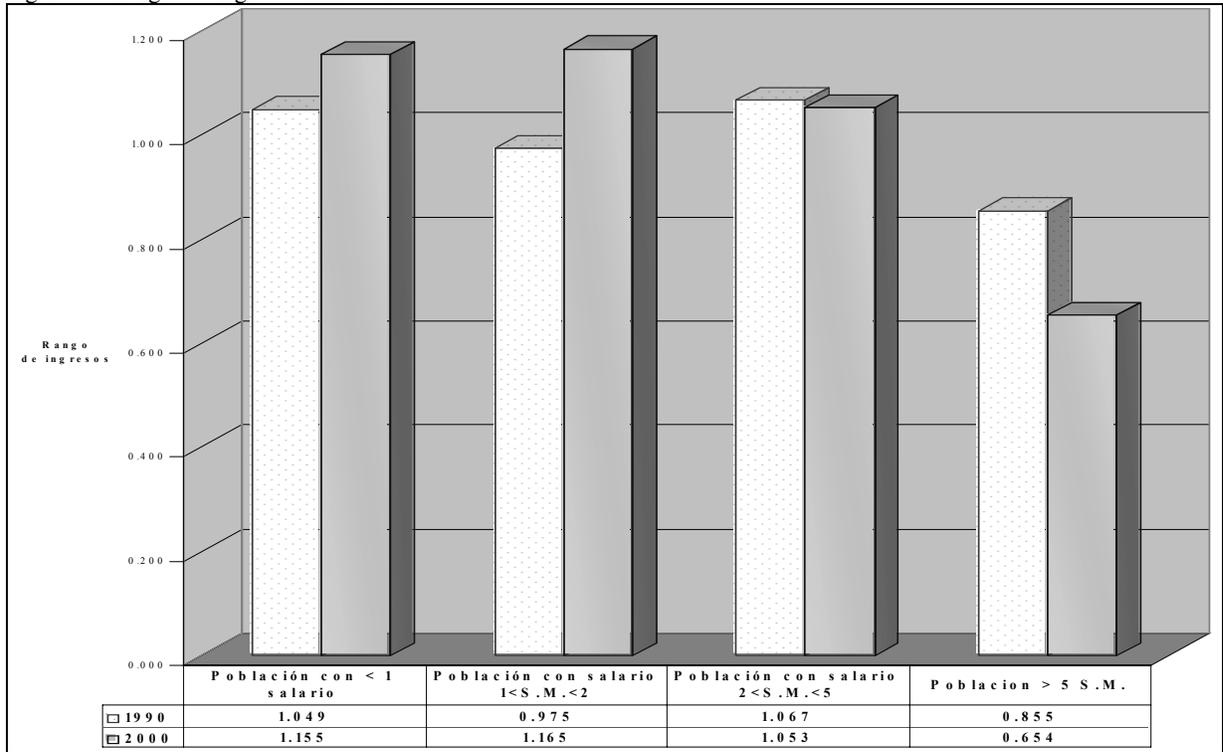
Esta heterogeneidad se refleja en los rangos de ingresos que se tienen a nivel municipal: 11.2% de la PEA percibía de medio a un salario mínimo; 36.11%, de 1 a 2 salarios mínimos;

34.62% percibía de 2 a 5 salarios mínimos y 13.29% percibe ingresos mayores a 5 salarios mínimos (INEGI, 2000).

A nivel local la tendencia indica (tabla 9) por un lado, que en Alta Vista existe mayor concentración de ingreso en el rango menor a un s.m. y de 2 a 5. Por otro lado, en Sacatierra el rango mayor a 5 s.m. es mayor que en Alta Vista (0.984 y 0.654) (ver figuras 33 y 34), ello posiblemente indica la existencia de PEA con elevados ingresos en la colonia irregular junto con PEA con bajos ingresos y que ésta tiende a ser semejante a la estructura del municipio.

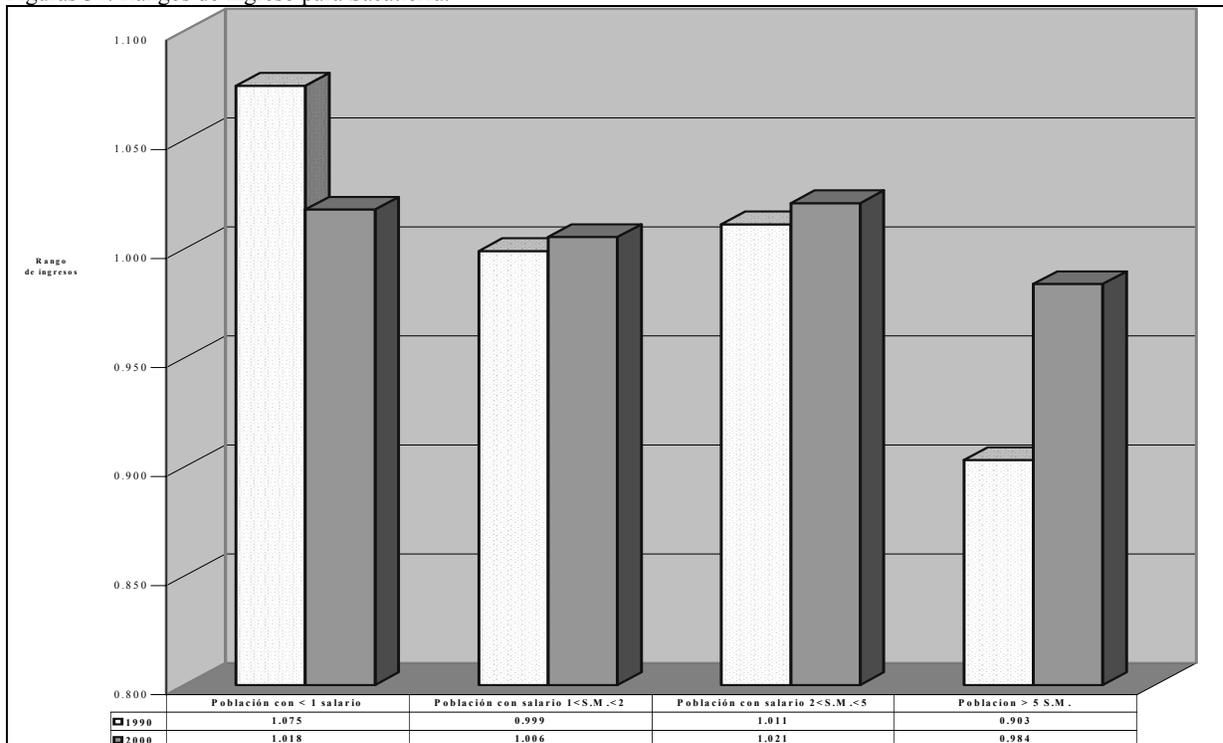
Con los datos anteriores se observa flujo migratorio externo que llega al municipio buscando mejores oportunidades y condiciones de vida (clima y servicios) pero también un flujo migratorio pendular que llega en fines de semana y vacaciones tanto en el municipio como a las colonias de estudio.

Figura 33. Rangos de ingreso en Alta Vista.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)

Figuras 34. Rangos de ingreso para Sacaterra.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)

### ***Materiales de construcción***

Las viviendas localizadas en Cuernavaca reflejan las grandes diferencias en los perfiles económicos de su población.

Para 1995 en el municipio existían 76,722 viviendas, de las cuales 33% era de tipo residencial; 20 % correspondía a vivienda de tipo medio; 45 % a vivienda popular; el 1.8% a desarrollos de vivienda de interés social y 0. 2 % a vivienda precaria (Gobierno del Estado de Morelos; 2005).

Tabla 10. Materiales de las viviendas por colonia.

	<b>% Viviendas particulares con piso de cemento</b>	<b>% Viviendas particulares con techos de materiales ligeros, naturales y precarios(lamina, asbesto, cartón o metal)</b>	<b>% Viviendas particulares con techos de losa de concreto</b>
<b>Altavista 1990</b>	62.61	28.39	69.36
<b>Cociente</b>	1.153	1.160	0.976
<b>Sacatierra</b>	61.05	20.19	74.60
<b>Cociente</b>	1.124	0.825	1.050
<b>Altavista 2000</b>	94.16	20.43	78.74
<b>Cociente</b>	0.980	1.098	0.977
<b>Sacatierra</b>	96.17	16.87	81.94
<b>Cociente</b>	1.001	0.907	1.016

Fuente: *Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)*

Dichas viviendas se pueden catalogar de acuerdo a sus materiales de construcción:

- i) en buen estado o materiales durables 70.3%;
- ii) vivienda en regular estado y sus materiales son de madera, lámina de asbesto o metálica 16.52%;
- iii) vivienda en mal estado con materiales de carrizo, bambú o palma, madera o tierra 6.56% y,
- iv) la vivienda precaria de materiales de desecho el 4.02% restante.

Considerando que en Cuernavaca predominan las viviendas populares y en segundo término las residenciales, se tiene que a nivel local existen diferencias notables en los materiales de las viviendas (tabla 10) ya que en Alta Vista predominan las viviendas con techos de materiales precarios y en Sacatierra predominan las viviendas con techo de losa y piso de cemento (figuras 35 y 36).

Es posible que debido a la concentración de ingresos en el rango menor a un salario mínimo y de 2 a 5 s.m. en la colonia Alta Vista predominen las viviendas populares, aunque también se encuentran viviendas tipo residencial.

Por otro lado, es mayor la posibilidad en Sacatierra de encontrar viviendas precarias junto con viviendas cuya PEA tenga altos ingresos.

De acuerdo a la información recabada en campo en las colonias, fue posible observar que en la colonia Alta Vista (colonia regular) (ver foto 4) los materiales de las viviendas en su mayoría de interés social coinciden con los datos censales.

En Sacatierra (colonia irregular) (ver foto 5) se presenta la coexistencia de viviendas de ingresos bajos (ver foto 6) y altos reflejándose en los materiales de construcción.

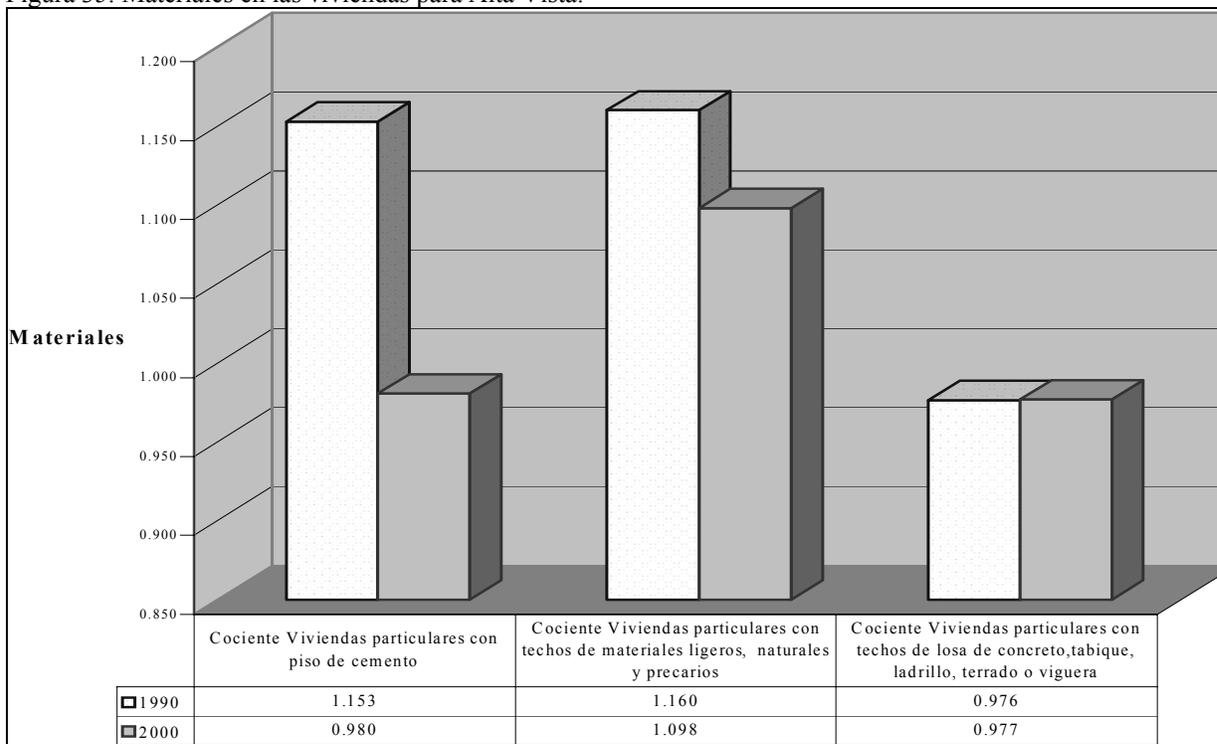
Así, se puede ver que la colonia irregular tiende a concentrar mayor población migrante que, junto con la población residente, tiende a trabajar en el sector terciario principalmente y cuyos ingresos se encuentran en rangos bajos y también en altos, lo cual se refleja en los materiales de sus viviendas (precarios y durables, respectivamente).

La colonia regular por su parte tiende a concentrar flujos migratorios que junto con la población originaria del lugar participan mayoritariamente en el sector secundario y cuyos ingresos se concentran en bajos y medios, reflejados en materiales durables de sus viviendas.

Además, el trabajo de campo permitió ver la tendencia a encontrar viviendas precarias y de tipo residencial y en el área de influencia (ver fotos 7 y 8 en Lomas de San Antón). A ambos lados de la Barranca es frecuente encontrar viviendas residenciales (ver foto 9) y unidades habitacionales caracterizadas por la mezcla de los tipos de vivienda sin un orden definido (ver foto 10).

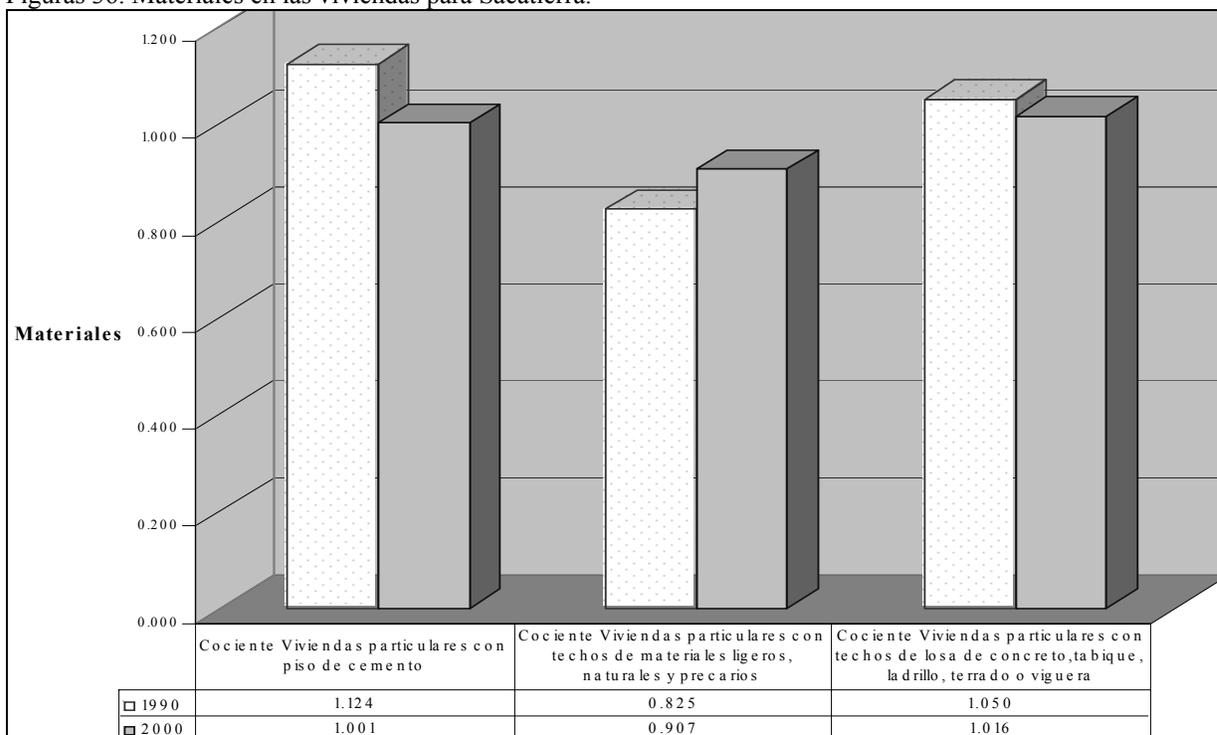
Las diferencias en el ingreso no modifican la situación generalizada en las dos colonias, en las que el drenaje está conectado a las barrancas y cuerpos de agua superficial.

Figura 35. Materiales en las viviendas para Alta Vista.



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (1990) (2000)

Figuras 36. Materiales en las viviendas para Sacatierra.



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (1990) (2000)

Foto 4. Viviendas tipo popular en la colonia Alta Vista.



*Fuente: Elaboración propia.*

Foto 5. Viviendas tipo medio y residencial en Sacatierra.



*Fuente: Elaboración propia.*

Foto 6. Viviendas precarias con puentes improvisados para cruzar la Barranca de el Salto Chico.



*Fuente: Elaboración propia.*

Foto 7. Viviendas tipo residencial del área de influencia de la Colonia Sacatierra.



*Fuente: Elaboración propia.*

Foto 8. Viviendas tipo medio del área de influencia de la colonia Sacatierra.



*Fuente: Elaboración propia.*

Foto 9. Viviendas tipo medio del área de influencia de la colonia Alta Vista .



*Fuente: Elaboración propia.*

Foto 10. Viviendas tipo unidad habitacional del área de influencia de la colonia Alta Vista.



*Fuente: Elaboración propia.*

## ***Conclusiones***

En este apartado fueron analizadas las condiciones socioeconómicas de los pobladores que influyen en la contaminación del agua subterránea en Cuernavaca; para lo cual fueron elegidos dos asentamientos como casos de estudio: Alta Vista (regular) y Sacatierra (irregular).

La información utilizada fueron los censos de INEGI de 1990 y de 2000.

Se observó que existe flujo migratorio externo que llega al municipio buscando mejores oportunidades y condiciones de vida (clima y servicios) y que también en el municipio se tiene flujo migratorio pendular que llega en fines de semana y vacaciones.

Se piensa que debido al crecimiento demográfico, más el flujo migratorio promovido por el desarrollo económico de la entidad y a nivel municipal la demanda de servicios ha ido en aumento.

En los asentamientos estudiados se observó movilidad laboral de la población para trabajar en el sector secundario (CIVAC) y terciario principalmente en el centro de Cuernavaca, enfocándose al turismo. A nivel local la PEA de los asentamientos trabaja principalmente en los sectores secundario (Alta Vista) y terciario (Sacatierra).

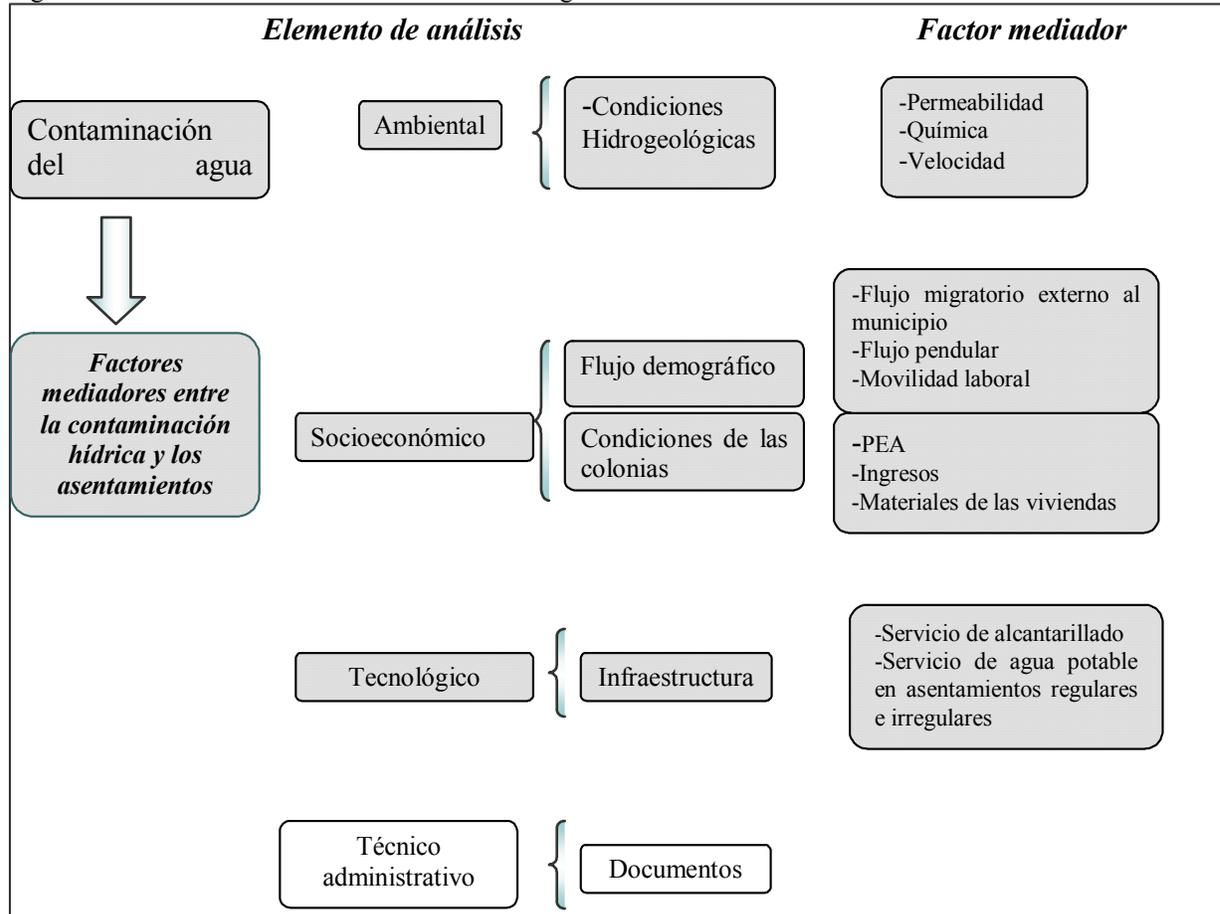
Al analizar los cocientes de especialización a nivel de las dos colonias (datos censales de 1990 y 2000), se encontró que la colonia irregular tiende a presentar características más semejantes al municipio que la regular (Alta Vista).

Se observó también que los materiales de construcción de las viviendas en el caso de estudio, reflejan los ingresos percibidos por la PEA que las habita, ya que con ingresos bajos se tienen viviendas precarias y con ingresos medios- altos se tienen viviendas con materiales durables.

## VI. Infraestructura hidráulica (aspectos tecnológicos)

En el presente apartado se analizará la influencia del elemento tecnológico en la forma que han adoptado los servicios de alcantarillado y agua potable en los asentamientos estudiados (ver figura 37).

Figura 37. Factores de análisis del elemento tecnológico.



Fuente: Elaboración propia

La pregunta que conduce el análisis del elemento tecnológico es la siguiente: ¿Cómo influye el ingreso en las formas de conexión a la red del alcantarillado y el agua potable en los asentamientos de estudio?

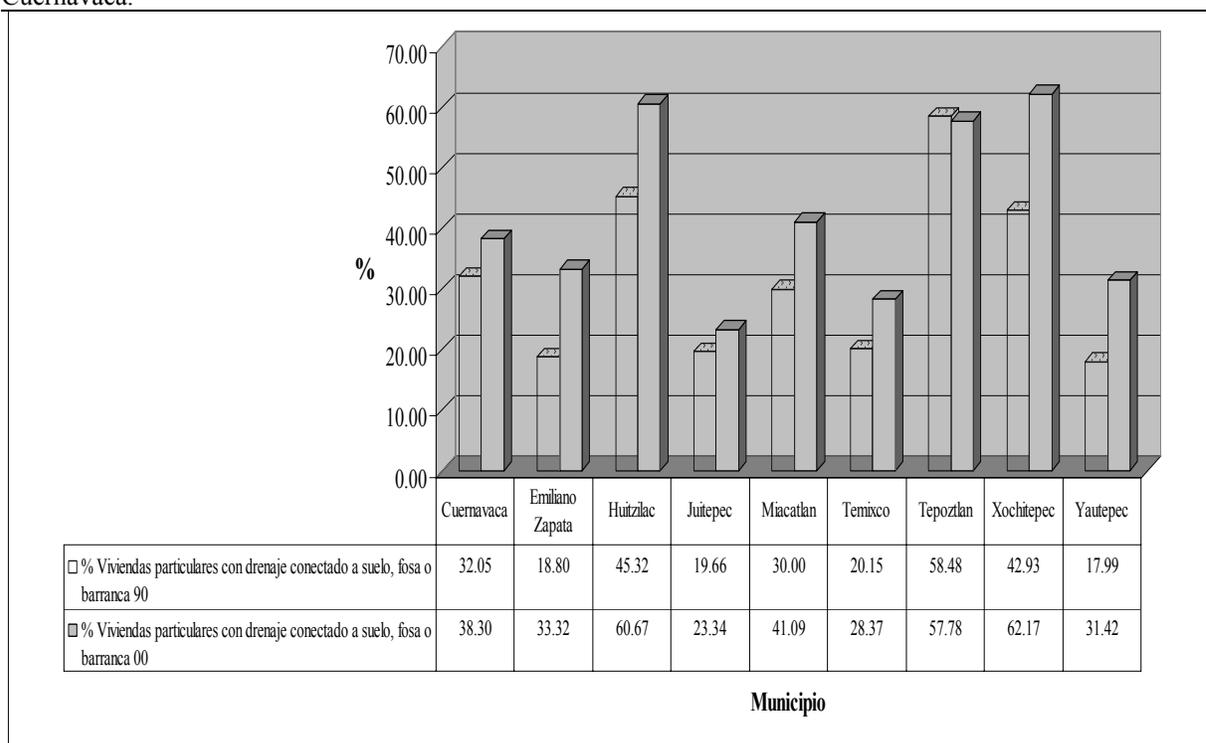
Para iniciar el análisis hay que hacer una aclaración: se estudiarán solamente los aspectos relacionados a las descargas del agua residual urbana específicamente de dos colonias, ello para profundizar en sus procesos de estructuración del espacio urbano en el apartado siguiente, considerando previamente que si los datos censales de los nueve municipios (Huitzilac,

Tepoztlan, Cuernavaca, Jiutepec, Temixco, Miacatlán, Xochitepec, Emiliano Zapata, Yautepec y Jiutepec) asentados sobre el acuífero presentan tendencias similares a las formas de conexión de drenaje, entonces posiblemente presenten contaminación del agua subterránea de forma similar a Cuernavaca, lo cual requiere ser estudiado fuera del alcance de la presente investigación.

### ***Acceso a drenaje***

Debido a la creciente necesidad de la población en materia de servicios urbanos y las condiciones geográficas, los servicios como el abastecimiento de agua potable y el drenaje han adoptado ciertas particularidades en la zona de estudio.

Figura 38. Porcentajes de viviendas conectadas a barrancas y cuerpos superficiales en 1990 y 2000 en el valle de Cuernavaca.



*Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)*

Para el caso del drenaje, a nivel intermunicipal se tiene que una “rápida solución” para deshacerse del agua residual urbana es la conexión del drenaje directamente a las barrancas y cuerpos de agua superficial.

La problemática tiene rasgos semejantes en los nueve municipios asentados en el acuífero, ya que de acuerdo con los datos de INEGI del 90 y de 2000, los porcentajes de dicha forma de conexión presentaron la tendencia a aumentar en el período.

En el municipio Emiliano Zapata el número pasa de 18 a 33%, Huitzilac de 45% a 60% y Yautepec pasa de 17% a 31%, dichos porcentajes indican que una de las causas de la contaminación del agua potable en los municipios del valle de Cuernavaca puede ser el manejo inadecuado del agua residual urbana (ver figura 38).

En el año 1980 la problemática del drenaje conectado a barrancas ya estaba contemplada como prioritaria a resolver en el Plan de Desarrollo Urbano de Cuernavaca (1980:39), presentando datos de los municipios de Xochitepec, Jiutepec, Huitzilac y Emiliano Zapata que no contaban con la infraestructura de drenaje necesaria para atender las necesidades de la población, por ello la opción adoptada fueron los pozos de absorción, aun conociendo la contaminación provocada por estos en el subsuelo.

Tabla 11. Formas de conexión de las viviendas por colonia.

	% Viviendas particulares con drenaje conectado a la calle	% Viviendas particulares con drenaje conectado a suelo, fosa	% Viviendas sin drenaje
<b>Altavista 1990</b>	60.36	28.64	10.99
<b>Cociente</b>	1.038	0.903	1.087
<b>Sacatierra</b>	57.23	36.69	6.08
<b>Cociente</b>	0.984	1.157	0.602
<b>Altavista 2000</b>	52.14	45.68	2.18
<b>Cociente</b>	0.885	1.196	0.747
<b>Sacatierra</b>	54.15	43.62	2.22
<b>Cociente</b>	0.920	1.142	0.762

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)

En el caso del municipio de Cuernavaca específicamente, la disponibilidad de drenaje tiene números bajos, ya que sólo 56.6% de las viviendas cuentan con el servicio conectado a la red pública y 28.8 % de las viviendas tienen drenaje que se vierte en fosas sépticas y 10.3% a las barrancas (Gobierno del Estado de Morelos; 2005). Ambas formas de drenaje se mezclan con la lluvia ya que el sistema de drenaje de Cuernavaca es mixto, siendo insuficiente para colectar el agua recibida en época de lluvia (Plan de Desarrollo Urbano de Cuernavaca, 1980: 40)

La situación en Cuernavaca se puede deber a la construcción desordenada y anárquica que ha buscado resolver problemas locales sin tener en cuenta un proyecto integral del área urbana, ya que la población resuelve la eliminación del agua residual canalizando a fosas sépticas cuya localización y uso no están reglamentadas, provocando la contaminación del acuífero debido al contacto del agua residual de las barrancas (PDUC, 1989: 31).

Lo anterior no ocurre solamente en San Antón sino también en otras barrancas como en Amanalco (ver foto 11) cuyos drenajes son conectados de la misma forma, tanto por viviendas tipo medio (ver foto 12) como residenciales.

A nivel de los asentamientos de estudio si vemos el valor de los cocientes (tabla 11) (anexo A-5) se tiene que para 1990 por cada vivienda con drenaje conectado a suelo, fosa o barranca en Cuernavaca, hay 0.903 en Alta Vista; para 2000 hay 1.196, *la proporción aumenta*.

Para 1990 por cada vivienda particular habitada con drenaje conectado a suelo, fosa o barranca en Cuernavaca, había 1.157 en Sacatierra y para 2000 1.142, lo que demuestra que la proporción no ha crecido a la misma velocidad (ver figuras 39 y 40).

A pesar de las diferencias en los ingresos en las colonias, estos parecen no influir en la forma adoptada para manejar el agua residual, pues en ambas predomina la conexión del drenaje a la barranca, lo cual indica que posiblemente la emisión puntual de agua de las viviendas sea una causa de la contaminación microbiológica del agua subterránea.

Cabría preguntarse por qué si el censo contabiliza a las viviendas con drenaje conectado a barranca y la tendencia aumenta tanto a nivel de los nueve municipios del valle de Cuernavaca, a nivel municipal en Cuernavaca y local, a diez años entre los censos no se han tomado en cuenta las repercusiones ambientales.

Considerando que los primeros asentamientos se ubicaron en Cuernavaca en los años cuarenta, en el transcurso de 60 años la barranca de San Antón sufrió fuerte deterioro.

Foto 11. Drenaje conectado a la barranca de Amanalco, en Cuernavaca.



*Fuente: Elaboración propia.*

Foto 12. Viviendas tipo medio asentadas en los márgenes de otras Barrancas.



*Fuente: Elaboración propia*

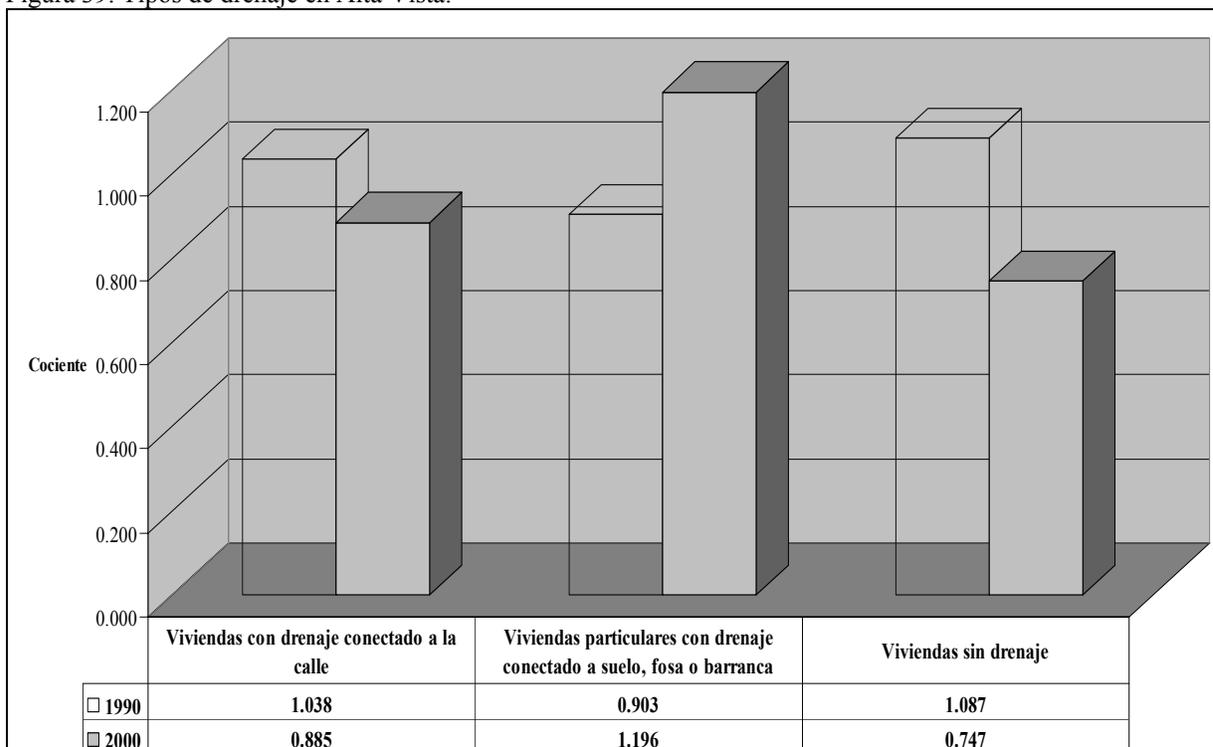
Otro ejemplo de la toma de decisiones a nivel local para solucionar la cobertura de alcantarillado se tiene en San Antón, donde los pobladores intentaron impermeabilizar con concreto en algunos tramos de la barranca (que no alcanzan los 400 metros) pero debido a los efectos posteriores la solución no se continuó.

A partir del testimonio de los pobladores, se puede ver que al aplicar el concreto para evitar la contaminación del subsuelo, se rompió el microclima de dicha parte de la Barranca de San Antón, ya que al talar la vegetación se impidió la infiltración del agua, favoreciendo el efecto invernadero al obstaculizar la libre circulación del aire; así el vapor de agua queda atrapado junto con el agua residual dando como resultado la elevación de la temperatura circundante, lo cual es un medio propicio para la proliferación microbiana.

De tal forma con los números presentados en los párrafos anteriores se puede ver que no hay coincidencia, en cuanto a la cobertura de alcantarillado entre los datos de CONAGUA (2005) a nivel regional (presentados en el apartado de la problemática local) y los encontrados por colonia (INEGI, 2000); aunque se discuta que ello se debe al manejo porcentual, la situación es que CONAGUA no señala qué porcentaje del drenaje a nivel regional se conecta a las barrancas y no se explican las medidas tomadas para contrarrestar los efectos de la contaminación en el acuífero.

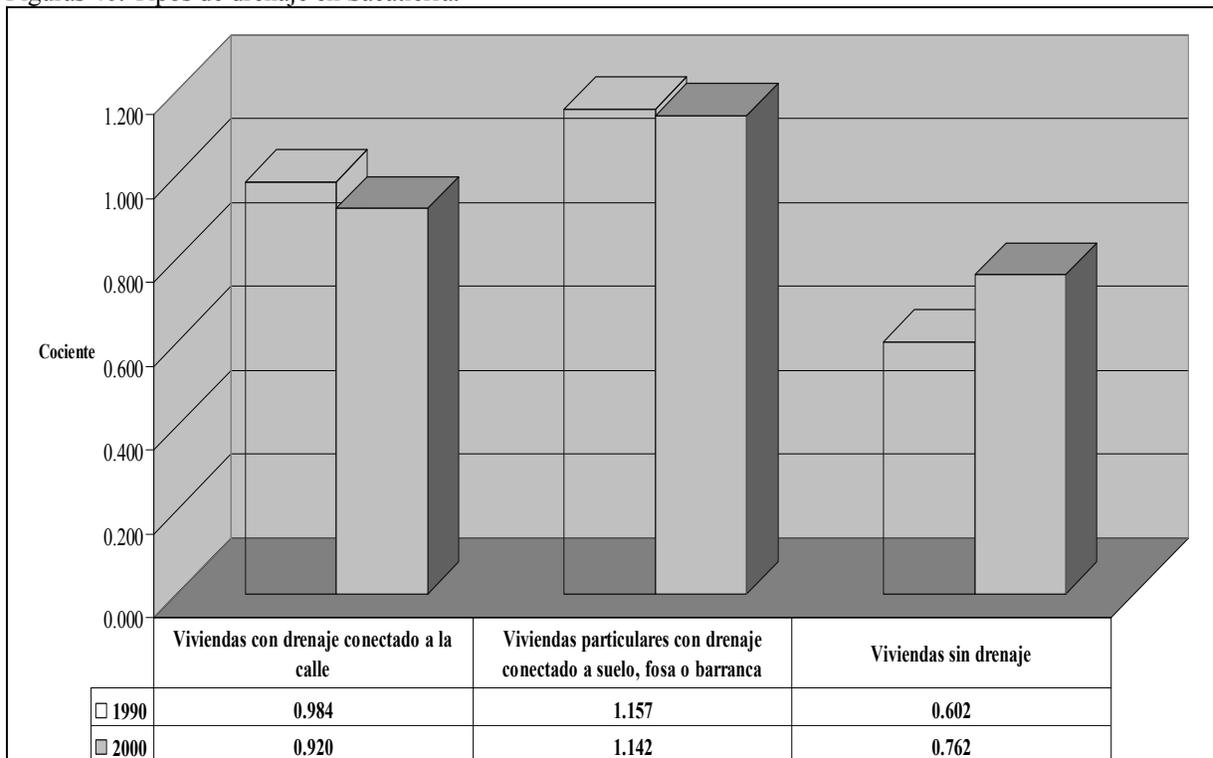
Además, como se aprecia en las foto 13 a nivel local (ver foto 14) los pobladores están expuestos de forma permanente con agua superficial que contiene basura y residuos líquidos contaminantes.

Figura 39. Tipos de drenaje en Alta Vista.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)

Figuras 40. Tipos de drenaje en Sacatierra.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)

Foto 13. Drenaje en Sacatierra conectado a la Barranca de San Antón.



*Fuente: Elaboración propia.*

Foto 14. Drenaje de la colonia Alta Vista conectado a la Barraca San Antón.



*Fuente: Elaboración propia.*

### ***Acceso a agua potable***

En Cuernavaca, de acuerdo al informe del gobierno Estatal (2005), la red de agua potable se encuentra en una situación privilegiada en Morelos: 91.5% de la población tiene acceso a agua entubada.

Al respecto cabe señalar que la totalidad de la red de agua potable no cubre con los requerimientos actuales debido a que en el centro aun se cuenta con la red antigua, la cual no ha sido sustituida con nuevos materiales y adaptada a las necesidades actuales (Plan de Desarrollo urbano de Cuernavaca, 1980:58).

A nivel local la tendencia indica (ver tabla 12) que:

- i) en Alta Vista predominan las viviendas con agua entubada en el predio y,
- ii) en Sacatierra predominan las viviendas con agua entubada en la vivienda (ver figuras 41 y 42).

Tabla 12. Conexión de agua potable de las viviendas por colonia.

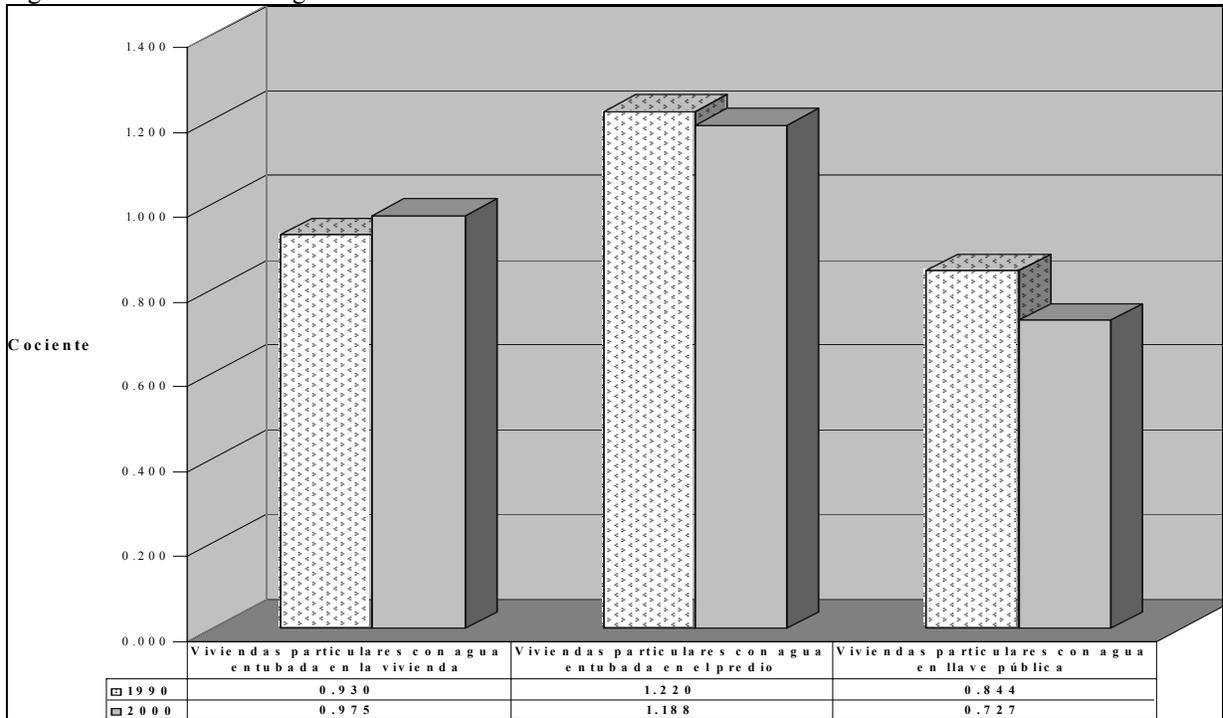
	<b>% Viviendas particulares con agua entubada en la vivienda</b>	<b>% Viviendas particulares con agua entubada en el predio</b>	<b>% Viviendas particulares con agua en llave pública</b>
<b>Altavista 1990</b>	60.23	32.60	2.12
<b>Cociente</b>	0.930	1.220	0.844
<b>Sacatierra</b>	66.04	30.09	0.68
<b>Cociente</b>	1.019	1.126	0.271
<b>Altavista 2000</b>	72.29	23.69	2.52
<b>Cociente</b>	0.975	1.188	0.727
<b>Sacatierra</b>	76.54	19.78	1.84
<b>Cociente</b>	1.032	0.992	0.531

*Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)*

A pesar de la cobertura reportada de agua potable, ello no garantiza la calidad de la misma, ya que hay que recordar los niveles de contaminación microbiológica presentes tanto en el acuífero como a nivel de Cuernavaca (ver tabla 13) a los cuales queda expuesta la población.

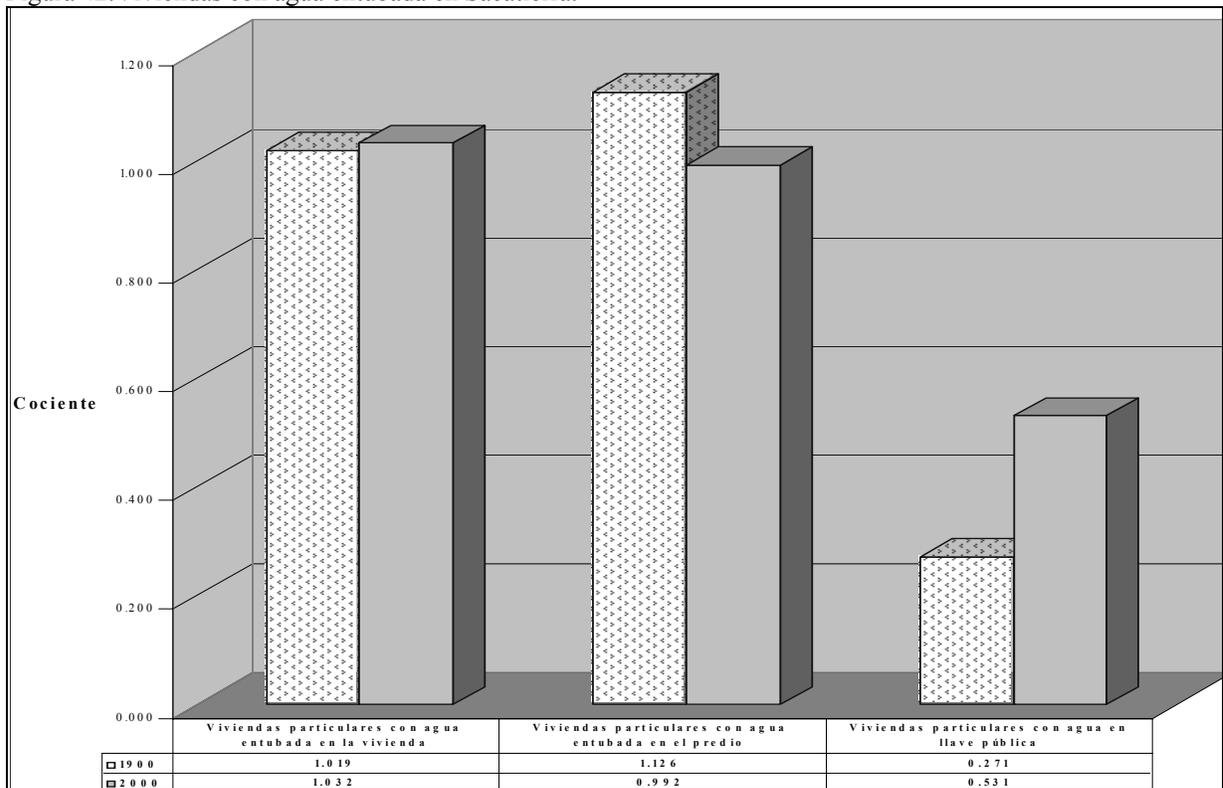
Además, hay que señalar que CONAGUA tiene como objetivo cubrir la República Mexicana de servicio de agua potable y alcantarillado en 97% para el 2025, pero no se especifica en que condiciones se tendrán ambos servicios.

Figura 41. Viviendas con agua entubada en Alta Vista.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)

Figura 42. Viviendas con agua entubada en Sacatierra.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)

Finalmente, hay que apuntar que al haber encontrado que no existe relación directa entre el ingreso y el tipo de conexión del drenaje a las barrancas, se puede suponer que los flujos migratorios que han llegado a Cuernavaca han influido en las particularidades adoptadas por los servicios, lo cual incide en la contaminación del agua subterránea.

Tabla 13. Cuenta de microorganismos en las muestras de los pozos y tomas domiciliarias de San Antón.

Pozo	Mesofilos UFC ml	Coliformes Totales UFC/100ml	Coliformes Fecales UFC/100 ml
Pozo San Antón	Presentes	Incontables	Negativo
T.D.	Presentes	1 incontable de 4	1 Positiva de 4
Pozo Alta Vista	Presentes	Presentes	Negativo
T.D.	Presentes	Incontables	Negativo
NOM-127-SSA	No considerado	2 UFC/100 ml	Negativo

Fuente: Elaboración propia con datos de Ramírez (1995)

## *Conclusiones*

Al analizar los coeficientes de los porcentajes de la conexión del drenaje a las barrancas y cuerpos de agua superficiales, se encontró que no existe una influencia directa de ingresos altos o bajos, ya que ambos asentamientos vierten sus desechos directamente a las barrancas.

También se encontró en cuanto al drenaje que existe una tendencia creciente en los municipios localizados en el valle de Cuernavaca a conectar su drenaje a las barrancas y cuerpos de agua del lugar, lo cual requiere un análisis en conjunto fuera del alcance de esta investigación.

De las fuentes de contaminación, tanto en el valle como en el municipio (de acuerdo a los datos anteriores) el agua residual urbana de las viviendas, es una de las principales causas de contaminación microbiológica; lo cual coincide con la distribución de las concentraciones de nitratos presentadas en el análisis ambiental.

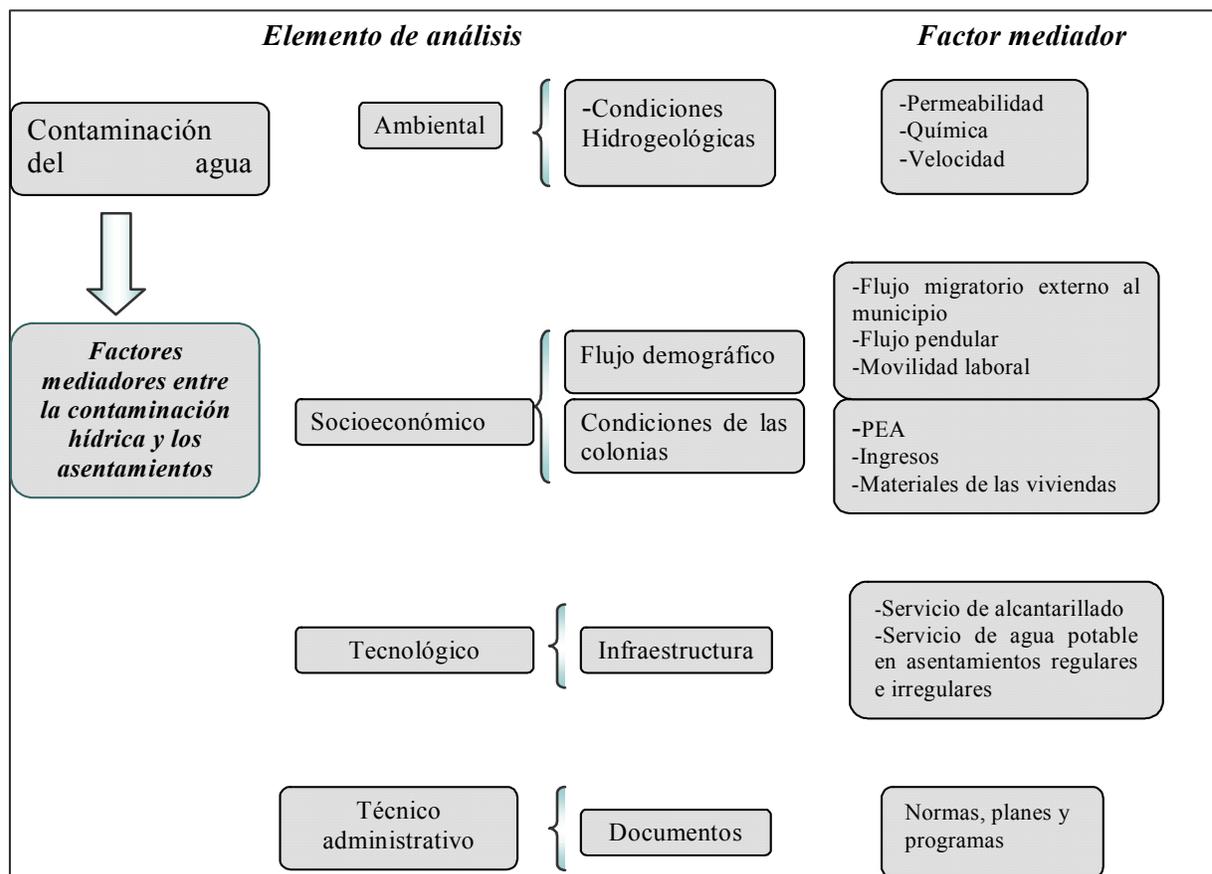
En cuanto al servicio de agua potable en las colonias se observa que a pesar de los altos porcentajes y cocientes de conexión a agua potable, el servicio no cuenta completamente con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos aceptables para consumo humano, ya que existen elevados niveles de nitratos y bacterias según los análisis de CONAGUA (2002) y Ramírez (1995).

Entonces, en este punto de la investigación se puede concluir que el elemento socioeconómico se relaciona con el impacto de los servicios públicos en los asentamientos humanos.

## VII. El proceso de urbanización (aspectos técnicos y administrativos)

En el presente apartado se analizará la influencia de la estructuración del espacio urbano y los aspectos administrativos en los servicios de alcantarillado y agua potable de los asentamientos estudiados (ver figura 43) y su vínculo con la contaminación del agua subterránea.

Figura 43. Factores de análisis del elemento político administrativo.



Fuente: *Elaboración propia*

La pregunta que guía el análisis aquí presentado es la siguiente: ¿cómo se ha dado el acceso a los servicios públicos en los asentamientos de estudio? pero para contestarla es necesario primeramente hacerse tres preguntas adicionales: ¿cómo se han desarrollado los asentamientos regulares e irregulares en Cuernavaca? ¿qué especificidades ha adquirido el desarrollo urbano en Cuernavaca? y ¿la contaminación del agua subterránea se debe al incumplimiento de la normatividad en el manejo del agua residual en los asentamientos regulares e irregulares en Cuernavaca?

Como estructura del capítulo se abordará en primer lugar la estrecha relación que guarda el ejido con la estructuración urbana de Cuernavaca, después se analizará como ha ocurrido el proceso de transformación del suelo rural a urbano, a partir del cual coexisten asentamientos regulares e irregulares y, finalmente, las formas en que se abastecen de infraestructura los habitantes de los asentamientos en el caso de estudio.

### ***El crecimiento urbano de Cuernavaca***

El arribo masivo de personas a Cuernavaca cuya demanda de vivienda y servicios públicos va en aumento, puede ser el factor explicativo de las carencias en la infraestructura de la red de alcantarillado, dando lugar a que las descargas se hagan a nivel local a la barranca agregándose al agua residual de la región y dando lugar a la contaminación en el agua subterránea.

Por un lado, con el desarrollo económico del Estado, centrado en el sector terciario y secundario, se ha incrementado el flujo migratorio de personas provenientes de Guerrero, Puebla, Estado de México y el DF, cuya llegada a Cuernavaca y municipios vecinos tiene como resultado la demanda creciente de vivienda para asentarse<sup>23</sup>.

En muchas ocasiones, grandes sectores de la población quedan fuera de los mecanismos estatales de oferta de vivienda, imposibilitando su acceso al desarrollo urbano regular, estableciéndose de forma ilegal en zonas no aptas, con los impactos ambientales que esto trae consigo<sup>24</sup>.

Por otro lado, la población pendular que ha buscado las condiciones ambientales de Morelos, ha promovido el desarrollo de grandes áreas (con viviendas tipo residencial) que terminan siendo ocupadas los fines de semana y periodos vacacionales. Aunque la movilidad pendular no contribuye al crecimiento demográfico, si es responsable del crecimiento urbano mediante la especulación inmobiliaria ocurrida tanto de forma regular como irregular.

---

<sup>23</sup> El alto precio del suelo en Cuernavaca ha tendido a desplazar la construcción de viviendas para los trabajadores inmigrados hacia los municipios de Huitzilac, Temixco y Jiutepec localizándose en las inmediaciones de sus lugares de trabajo.

<sup>24</sup> Durante uno de los recorridos realizados a la zona de estudio, se encontraron en la Sierra del Chichinautzin (zona de recarga del acuífero) asentamientos irregulares los cuales empiezan a formar un espacio continuo con el Estado de México y el Estado de Morelos, tal situación de no controlarse puede provocar una disminución considerable en la capacidad de recarga acuífera de la zona.

La administración pública frente a la dinámica demográfica que converge de forma acelerada ha respondido de forma lenta, no mostrando la capacidad de respuesta necesaria para satisfacer tal demanda de vivienda y servicios públicos urbanos tanto residenciales, de las industrias y de los servicios.

Como resultado del flujo migratorio y de la oferta de vivienda excluyente y limitada, la ocupación del territorio ha ocurrido de forma incontrolada y masiva, existiendo desfase entre el momento en que es ocupado de forma irregular y el momento en que se construyen las viviendas de forma regular. Cabe aclarar que la planeación para el crecimiento futuro es casi inexistente ya que se responde más a la necesidad actual de regularizar, que a planificar y ordenar el crecimiento urbano.

De forma general el proceso de estructuración del espacio urbano, que ha ocurrido en Cuernavaca y en los municipios del Valle, puede ser explicado en relación que en México existen dos fuerzas motoras que actúan en el desarrollo urbano: por un lado, los mecanismos legales que llevan a un crecimiento regulado y, por otro, los que están fuera del alcance gubernamental, de carácter espontáneo y sin control sobre su desarrollo y crecimiento.

Pero, antes de explicar las características de las fuerzas motoras, es conveniente explicar cómo la estructura ejidal ha dado particularidades a la urbanización en Morelos, estructura que se ha visto reflejada en los servicios públicos y con ello en sus diferentes impactos ambientales. (Para ello se siguen los textos de Rueda, 1998, 1999a, 1999b y 2000).

### ***La relación entre el ejido y la estructuración urbana de Cuernavaca***

En 1950 en el municipio de Cuernavaca la población urbana empezó a predominar sobre la rural (con un aumento poco significativo). A partir de dicho momento se ha acelerado el proceso de desarrollo urbano, que se ha ido incrementando por dos factores: i) el desarrollo económico que ha atraído migrantes en busca de mejores empleos y ii) la población pendular que ubica su residencia en Cuernavaca por el clima de la zona.

Dicho proceso de crecimiento urbano tanto en Cuernavaca como en los municipios del Valle de Cuernavaca (aunque no en el mismo momento), se ha dado tanto en asentamientos regulares como irregulares, ambos sobre terrenos ejidales.

Hasta 1992 el crecimiento sobre terrenos ejidales, ocurrido de manera informal fue ocasionado por la disponibilidad de suelo a bajo precio y por la escasez en la oferta de vivienda, condicionado por los ejidatarios, quienes frecuentemente acordaban las invasiones en sus terrenos por dinero y con un título de propiedad falsificado.

Un aspecto importante del tipo de tenencia ejidal es su condición de haber estado fuera del mercado de suelo, ya que al carecer de título de propiedad se garantizaba en el papel que no existiera compraventa de tierra. El apartado XVII del artículo 27 señalaba que la tierra era inalienable y solamente se podía repartir o heredarse.

Pero el reparto agrario obedeció a un contexto económico y social distinto al actual. Con el transcurso de los años y en una dinámica tendiente a la globalización económica, regulada por el mercado, México es inscrito al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) (Rueda, 1998 b: 29) lo cual fue determinante en las modificaciones al artículo 27 de la Constitución, debido a la disminución de la productividad agrícola.

Bajo el mandato del Presidente Carlos Salinas de Gortari (1988-1994) fue modificado el artículo 27 constitucional, cuya fracción VII señala el reconocimiento de “la personalidad jurídica de los núcleos ejidales y comunales y se protege su propiedad sobre la tierra, tanto para el asentamiento humano como para actividades productivas”. Por su parte, la Ley Agraria reconoce a los ejidatarios como los propietarios de cada ejido dejando de ser del Estado quedando legalmente estipulada su venta.

Con la reforma se otorgó a los ejidatarios la oportunidad del cambio de uso de suelo, auxiliándose del Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos (Procede) para certificar las parcelas, que al darse de baja en el Registro Agrario Nacional pasan al Registro de Propiedad, así el ejidatario puede actuar libremente con su propiedad (Rueda 1998: 82-100).

### *El escenario previo a las modificaciones del artículo 27*

En la realidad, el proceso de desarrollo urbano no ocurrió mediante los mecanismos estatales, ya que se urbanizaba no de una forma ordenada ni estructurada. La urbanización del ejido, anterior a las modificaciones constitucionales, se dió por dos procesos:

- Endógeno al ejido y,
- Exógeno.

Endógeno, debido a su desintegración al estar localizado cercano a las áreas urbanas, como las de Cuernavaca, agravándose por el abandono y descuido de las parcelas ejidales. Ello se observó en Jiutepec, Temixco, Emiliano Zapata y Xochitepec, que fueron afectados por la expansión urbana de Cuernavaca.

En cuanto al proceso exógeno:

- i) los grupos con ingresos medios y altos presionaron para construir residencias de fin de semana en suelo ejidal y complejos habitacionales de alto nivel y,
- ii) la población inmigrada con bajos ingresos que ejerció presión sobre los ejidos, al carecer de suelo y vivienda accesibles.

Por ello, es posible diferenciar a nivel social los grupos que han favorecido el proceso exógeno (con acceso a vivienda regular y aquellos que no), pero no espacialmente ya que en la periferia de los asentamientos de clase media y alta hay asentamientos espontáneos e irregulares; de tal forma no es posible generalizar acerca de un núcleo marginal o residencial.

Cuando existen condiciones de mercado de suelo, los promotores privados adoptan estrategias de urbanización tendientes a elevar el valor del suelo en el mercado. Pero en las condiciones previas a la modificación al artículo 27 y frente a la demanda exacerbada de vivienda en Cuernavaca, fue diferente: no podían arriesgarse a construir donde el Plan de Desarrollo lo establecía al no tener certeza del abastecimiento de los servicios, puesto que se tenían que atender primero a los asentamientos espontáneos cuyos pobladores ejercían fuerte presión.

En segundo lugar, la construcción ocurrió de forma ilegal, guiada por la posibilidad de encontrar un terreno cuyo ejidatario se prestara a la venta ilegal o pudiera ser despojado.

Así con el comportamiento descrito, las áreas cercanas a la zona central de Cuernavaca se produjeron mediante asentamientos espontáneos e irregulares.

Tal dinámica sobre los ejidos se puede observar en el área de estudio, la cual tiene áreas cercanas a las barrancas que de acuerdo a los datos censales son de ingresos altos, pero que coexisten con zonas marginadas con ingresos bajos.

Así, al margen de la ley, hasta 1992 la mancha urbana se extendió a costa de los ejidos formando un conjunto de viviendas de distinto tipo.

### ***El crecimiento regulado***

Una de las principales directrices del desarrollo regulado es el Plan de Desarrollo Urbano, que controla el desarrollo y crecimiento por medio de normas y reglamentos los nuevos asentamientos.

A nivel federal se tiene como responsabilidad el desarrollo de Planes y otorgar presupuestos en coordinación con los estados; por su parte a los municipios les compete la elaboración de reglamentos, como aquellos para controlar el uso de suelo, la dotación de servicios o el equipamiento de las zonas urbanizables previstas por el plan.

En el contenido del Plan de Desarrollo Urbano del Estado de Morelos, se tienen tres tipos de políticas que guían el desarrollo urbano de la entidad. Para el caso de estudio, la que ha regido es una política de consolidación<sup>25</sup> de los centros de la parte Norte del estado (Cuernavaca, Yautepec, Cuautla, etcétera).

En dicho plan para 1980 entre sus objetivos se contemplaba eliminar el déficit de dotación de los servicios urbanos en las colonias populares y la regularización de la tenencia de la tierra en las colonias populares y fraccionamientos de lujo (PDUC, 1980: 263).

---

<sup>25</sup> En el Plan Estatal de Desarrollo Urbano se tienen contempladas tres políticas para los centros urbanos:

1. De impulso: que concentra los recursos en un número reducido de centros de población con lo cual se asegura se crecimiento.
2. De consolidación: Aplicable a los subsistemas urbanos-rurales que por su nivel actual de desarrollo, sólo requieren un ordenamiento de su estructura básica.
3. De ordenamiento y regulación: Para disminuir el ritmo de crecimiento de los centros de Población (Plan de Desarrollo Urbano de Cuernavaca, 1980: 245).

Foto 15. Barranca de San Antón



*Fuente: Elaboración propia.*

Foto 16. Contaminación de la Barranca de San Antón con agua residual.



*Fuente: Elaboración propia.*

Entre los diferentes apartados que contempla el Plan de Desarrollo Urbano de Cuernavaca (1980) se tiene aquel referente al mejoramiento, el cual señala la reubicación de la vivienda de las partes bajas de las barrancas, además de controlar y vigilar las fuentes de contaminación.

Como solución se tenía convertirlas en andadores para el ciclismo debido a su extensión y como paso peatonal. En cuanto a la población cuyas viviendas se localizan en las barrancas se les reubicaría en viviendas terminadas (PDUC, 1980: 305) y se propuso un subprograma de barrancas dentro de área ambiental para formular las acciones de manera integrada.

Pero como se observó en el trabajo de campo, las barrancas no se han convertido en andadores ni paso para ciclistas, las viviendas de Sacatierra no se han reubicado. Para el caso de la Barranca de San Antón continua contaminada por el drenaje de las colonias (ver foto 15) y se ha convertido en un pozo de agua negra (ver foto 16).

Para 1980 el Plan de Desarrollo Urbano de Cuernavaca tenía contemplado mejorar la infraestructura mediante la construcción de drenaje profundo y la ampliación de plantas tratadoras. Ello no ha ocurrido (ver foto 17 en la cual se observa la barranca llena de basura) y además es utilizada como contenedor y patio trasero (ver foto 18).

Uno de los mecanismos mediante los cuales se tiene suelo urbanizable previsto en el Plan de Desarrollo Urbano es la expropiación.

La expropiación no actúa siempre antes de la existencia de los asentamientos, puesto que la ocupación irregular del suelo tiene lugar en primera instancia que el mecanismo, el cual se usa a posteriori para regularizar la tenencia de la tierra.

Cuando el mecanismo de la expropiación ocurre posterior al desarrollo de los asentamientos irregulares difícilmente se cumplirán las normas, especialmente en materia de servicios públicos y de orden ambiental.

Hacer una expropiación es un largo proceso que lleva tiempo considerable, en el cual los inmigrantes llegan y se apropian del suelo previsto para desarrollos futuros, por lo cual no se puede realizar de manera ordenada ni planificada.

Los datos de 1982, señalan que las tierras expropiadas en la zona Conurbada de Cuernavaca fueron de 63% para regularizar asentamientos ilegales, mientras que 36.24% para prever crecimientos regulares futuros (Rueda, 1999:104-105).

Además de la velocidad con que ocurre la ocupación irregular, la expropiación tiene más dificultades para operar, ya que el monto otorgado a los ejidatarios debe canalizarse primero al Fideicomiso del Fondo Nacional de Fomento Ejidal (FONAE), el cual después de varios años destinará el pago de indemnizaciones a los afectados, más un 20% de la ganancia obtenida si se trata de expropiaciones para ordenar el crecimiento urbano.

Ante la sospecha de que iba a producirse una expropiación, los ejidatarios impedidos de participar en los beneficios de la transacción, prefirieron vender ilegalmente su tierra o cederla a invasiones organizadas por sumas (en efectivo) que superan la reducida indemnización que tarda años en llegarles (Quadri, 1991 en Rueda, 1999:114-115). Así, los ejidatarios optaban por facilitar la invasión, mientras que los paracaidistas escogían de preferencia los lugares señalados al saber que iban a ser dotados de infraestructura.

### ***El crecimiento espontáneo***

El otro mecanismo mediante el cual se estructura el espacio urbano se encuentra fuera del alcance gubernamental. Se da sin un esquema previo y bajo el impulso directo de las iniciativas individuales. Dicho crecimiento urbano ocurre de forma espontánea y se caracteriza por la movilidad y la imprecisión de sus límites.

La espontaneidad de los asentamientos resulta en un proceso de urbanización caracterizado por graves desequilibrios territoriales y ambientales, además afecta los lugares de donde provienen los migrantes quedando las regiones de origen abandonadas.

Foto 17. Contaminación de la Barranca de San Antón con residuos sólidos.



*Fuente: Elaboración propia.*

Foto 18. Residuos sólidos de las colonias asentadas en la parte superior de la Barranca.



*Fuente: Elaboración propia.*

Dentro de los mecanismos que conducen a la aparición de asentamientos espontáneos se tienen tres formas (Rueda, 1999:116-117).

- i) Las invasiones de jornaleros sin tierra, o población de ingresos fijos necesitada de vivienda.
- ii) El despojo, mecanismo de apropiación del terreno mediante presión o amenaza, ocurre cuando personas con alto nivel económico, directamente o a través de una constructora presionan a los comuneros para vender sus terrenos.

Una vez ocurrido el despojo, los ejidatarios pactan con los líderes de las invasiones la ocupación de la tierra despojada con lo cual una parte de las tierras invadidas volverán a ser recuperadas por los ejidatarios.

- iii) Venta ilegal de tierra, que es una transacción de tierra por dinero en común acuerdo con el ejidatario.

Por cualquiera de las tres formas de invasión, una vez ocupado el terreno se debe seguir un mecanismo de negociación que lleve a la legalización del asentamiento.

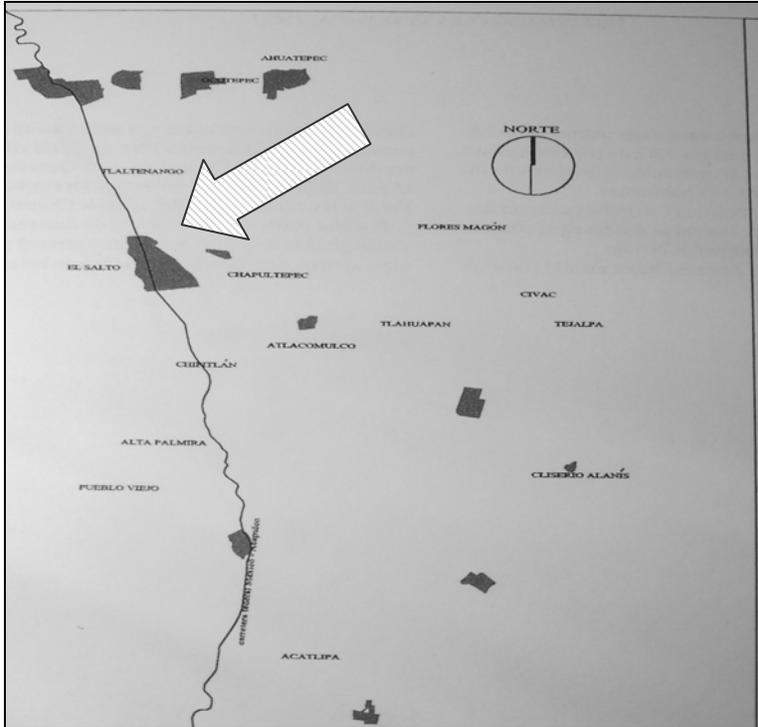
Los mecanismos legales conducen al crecimiento regulado, en el cual los organismos públicos o empresas promotoras privadas urbanizan sobre suelo programado en los Planes de ordenamiento urbano. Pero, dada la escasa capacidad económica de los poderes públicos, la dotación de infraestructura básica se tarda mucho tiempo, resultando en una demanda insatisfecha y la toma de liderazgo para abastecerse por parte de los pobladores de los asentamientos.

### ***El crecimiento en la zona de estudio***

El crecimiento económico disparó la demanda de segundas residencias en Cuernavaca, lo que se tradujo en el crecimiento hacia el este y norte de la ciudad en pocos años (ver figuras 44 y 45), lo cual afectó a los municipios del valle de Cuernavaca.

La crisis económica en 1980 frenó el desarrollo urbano, pero a partir de la recuperación económica la necesidad de vivienda se incrementó teniendo como momento clave el sismo de 1985. Con ello las viviendas construidas por el INFONAVIT se sumaron a los multifamiliares, más los asentamientos espontáneos y nuevas zonas residenciales, sin orden definido.

Figura 44. Asentamientos humanos localizados en Cuernavaca anteriores a 1940. La barranca de San Antón se indica con la flecha.



Fuente: Aguilar, et al, 2000:239.

Figura 45. Crecimiento urbano de Cuernavaca hasta 1960



Fuente: Aguilar, et al; 2000:243

De acuerdo a los testimonios recopilados en campo se tiene que a los ejidatarios se les despojó parte del ejido y ellos mismos coordinaron las invasiones tanto en Alta Vista (entre 1941 y 1970 regularizada por la SDUOP) y en Sacatierra (entre 1991 y 1995 regularizada por la SDUOP) (Rueda, 2001: 84).

Los ejidatarios argumentaron que las tierras al estar sobre y en las barrancas no producían nada y por ello las regalaban. Después recuperaron parte de ellas al haber hecho el trato con los líderes.

### ***Los servicios públicos en la zona de estudio***

El espacio urbano en el área de estudio puede ser explicado porque han llegado invasiones en primera instancia que previendo el desarrollo regular de tipo medio (unidades habitacionales) y zonas residenciales, les favorecería la rápida llegada de servicios públicos.

En las lomas y en las barrancas, el proceso de urbanización no ha sido controlado. La llegada de pobladores desde otros municipios y estados vecinos, principalmente Guerrero y Estado de México, presionados por la pobreza y su establecimiento en terrenos desprovistos de infraestructura urbana marcan el inicio de la urbanización influida por la organización vecinal.

Mientras los mecanismos gubernamentales para urbanizar la zona demoraban, los pobladores de las colonias adoptaron prácticas propias para resolver la demanda de agua y drenaje. De acuerdo a los testimonios de campo, los servicios se obtuvieron por medio de cooperaciones, puesto que iniciaron la solicitud de los servicios en las colonias y posteriormente al llegar las inmobiliarias ya tenían el abastecimiento de agua, drenaje y luz.

Los pobladores han ido al municipio a pedir los servicios al municipio y comentan que en pocas ocasiones ven las necesidades locales. Entre las entrevistas realizadas por Saraví (2004: 21) y los testimonios obtenidos durante la investigación se tiene coincidencia en que los ejidatarios prometieron terrenos a quienes participaran en las invasiones por lo que llegaron diversos pobladores desde otros lugares. Después de la invasión los ejidatarios al haber recuperado parte de sus terrenos, organizaron los servicios de agua y alcantarillado.

Foto 19. Drenajes de Alta Vista conectados a la barranca de San Antón (ver flechas).



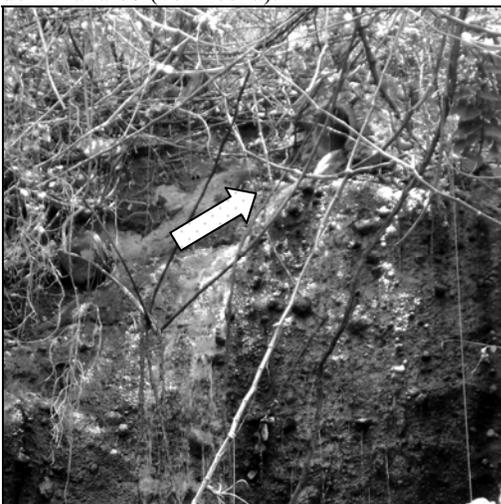
Fuente: Elaboración propia.

Foto 20. Drenajes de las viviendas de Sacatierra



Fuente: Elaboración propia.

Foto 21 Drenaje conectado a la Barranca de Amanalco (ver flecha).



Fuente: Elaboración propia.

La mayor parte de los servicios han sido logrados por medio de faenas que consisten en la participación de los vecinos, aportando su trabajo. Ellos se organizaron para obtener los materiales y hacer las obras necesarias, entre ellas la extensión de la red de agua entubada, la construcción de drenajes y andadores en las barrancas, iglesias y escuelas.

Los propios vecinos construyeron y reconstruyeron informalmente sus viviendas, teniendo mayor control sobre la urbanización del barrio que la administración local, caracterizándose por la participación comunitaria en la gestión, administración y realización de las obras. Al ser protagonistas del desarrollo urbano, han tenido que pagar un alto costo en su liderazgo: la contaminación del agua que estaba en las barrancas y que con el paso del tiempo se ha convertido en un grave problema.

La contaminación de las barrancas debido a la infraestructura del servicio público del drenaje se debe a que la organización de los vecinos para realizar faenas está guiada ya sea por un criterio de necesidad o de oportunidad (Saraví, 2004: 21).

Al ser necesidades prioritarias el agua y el drenaje tienden a formar parte de las primeras demandas cuya prontitud para resolver queda manifiesta. En cuanto a las oportunidades para resolverlas, en el caso del drenaje la solución rápida y al alcance de los pobladores son las barrancas utilizadas como pozos. Ambos criterios no han coincidido con el desarrollo urbano planificado y ordenado. Finalmente, la dotación de servicios e infraestructura ha generando diversas externalidades (Saraví, 2004: 22) que tiene que pagar la comunidad, siendo el drenaje el impacto negativo en el agua a la que se tiene acceso a nivel local.

Los vecinos de la parte superior de las barrancas han logrado construir sus drenajes (ver foto 19) pero gran parte de las viviendas del lugar no están conectadas a la red pública de drenaje, sino que se trata de drenajes que van a las barrancas o fosas sépticas (ver foto 20).

Otro problema que se relaciona con la contaminación del agua por el drenaje conectado a las barrancas es el manejo de la basura, que debido a la insuficiencia de contenedores y la dificultad para que el servicio llegue por la pendiente pronunciada de las calles localizadas en

el fondo de la barranca y la angostura de las mismas, propician que los vecinos utilicen las barrancas como basurero.

Lamentablemente en otras barrancas ocurre la misma forma de conexión del drenaje como es el caso de Amanalco (ver foto 21), cuyos habitantes vierten sus desechos de la misma forma que en San Antón.

El impacto ambiental por las descargas del drenaje ocurrido en Cuernavaca, específicamente en las colonias cercanas a las barrancas, no es desconocido por las autoridades quienes ya contemplaban soluciones que no se han llevado a cabo.

Entre los mecanismos de gestión para detener la contaminación están los reglamentos, pero tienen deficiencias y como lo señalan los pobladores no existe supervisión de las autoridades para que se hagan efectivos.

Algunos de los planes y reglamentos son los siguientes:

#### ***La normatividad del Plan de Desarrollo Urbano***

En el apartado de normatividad de la infraestructura del Plan de desarrollo urbano de 1989 se dice que al no existir la red de drenaje público, la recolección y eliminación del agua residual se realizará mediante sistemas de tratamiento (digestores, cámaras bióticas) para evitar la contaminación del agua potable (PDUC, 1989: 48-49).

En las fotografías tomadas en los asentamientos se observa que no hay tratamiento previo; además de acuerdo al testimonio de los habitantes de la colonia Alta Vista, las unidades habitacionales carecen de planta de tratamiento.

En materia de normas ambientales, se tiene como restricción del desarrollo urbano en zonas cercanas a las barrancas (PDUC, 1989: 136). Sin embargo, el propio Plan tiene como área urbanizable la parte superior de las Barrancas donde los servicios tendrán un costo más alto que en las áreas centrales de Cuernavaca.

Finalmente, el Plan señala que se deberán prohibir las descargas de agua negra domiciliaria directamente a los cuerpos de agua (PDUC, 1989: 139). Durante los recorridos a la zona de estudio y los testimonios no se tiene conocimiento de que exista verificación de las descargas ni sanciones a quienes las realizan.

### ***Los reglamentos***

Aquí se presenta una revisión general de los reglamentos que se relacionan con la contaminación debida al drenaje en las barrancas, se incluyen el referente a la construcción de asentamientos y los lineamientos ecologicos.

En el *Reglamento de Fraccionamientos, Condominios y Conjuntos Urbanos del Municipio*, en cuyo artículo 25 en la fracción V se solicita a los constructores la factibilidad y costos aproximados de los suministros y descargas de los servicios públicos. En la fracción XI el dictamen de impacto ambiental y en el XII el dictamen de impacto urbano. Aun con los requerimientos anteriores se pasa por alto que las descargas de agua residual estén dirigidas a las barrancas.

En el *Reglamento de construcción* en el artículo 58 se tiene como requisitos para obtener la licencia de construcción de una obra nueva la constancia de alineamiento y además que las plantas arquitectónicas tengan instalación sanitaria indicando la ubicación de la fosa séptica bioenzimática. A pesar de ello las viviendas residenciales y las unidades habitacionales de la barranca de San Antón, no tienen suficientes conexiones al drenaje ni plantas de tratamiento<sup>26</sup>. En el artículo 70 se especifica que una vez terminada la obra se ordenará una inspección pero no se especifica si se tendrán que terminar las deficiencias y si se reinspeccionarán antes de habitarlas.

En el *Reglamento interior del sistema de agua potable y alcantarillado* del municipio de Cuernavaca, en el artículo 23 en la fracción VI se tiene como responsabilidad denunciar ante la Comisión Nacional del Agua los casos de contaminación en cauces federales que ocasionen o

---

<sup>26</sup> Recientemente en la zona de estudio, en coordinación con el Centro de Investigación Regional de Morelos (CRIM), los pobladores de las colonias cercanas de San Antón y junto con el Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua (IMTA) en la Escuela Secundaria Alta Vista No.2 se instaló una planta de tratamiento residual, cuya tecnología se adaptó de un proyecto Canadiense para dar servicio a 1300 personas, se basa en el uso de biofiltros construidos con aserrín de árboles locales, su inauguración fue el 20 de Marzo de 2007.

puedan ocasionar daños a la salud. Aún contando con permiso federal para construir se está incurriendo en contaminación del antiguo cauce de agua localizado en ellas, entonces de acuerdo al artículo anterior ello amerita denuncia ante la CONAGUA.

Hay que mencionar que en el mismo Reglamento se establece que en la Secretaría de Servicios Públicos y Medio Ambiente quedan comprendidas las Direcciones de Aseo Urbano, la de Servicios Urbanos, la de Parques y Jardines y la Dirección de Ecología. La última tiene entre sus atribuciones la verificación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas para el agua residual en los sistemas de drenaje y alcantarillado.

No se especifica la periodicidad con la cual se verificará la calidad del agua ni las sanciones que se aplicarán al incurrir en incumplimiento de la norma.

En el mismo reglamento en la fracción XXIV del artículo 23 se especifica que se dictaminará previa supervisión sobre los proyectos de factibilidad de agua potable y saneamiento en los fraccionamientos, condominios, conjuntos habitacionales.

También se indica en el Reglamento que existe un *Sistema de Agua Potable y Alcantarillado* del municipio el cual es un organismo público descentralizado institucionalizado en 1995 (SAPAC, 2005:5-30), que depende de los gobiernos Federal, Estatal y Municipal a través de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP) y se encarga de la gestión del agua potable y los sistemas de saneamiento que incluyen alcantarillado, tratamiento de aguas residuales, reuso de las mismas y manejo de lodos.

Con lo anterior es posible ver la ingerencia de los diferentes niveles de gobierno implicados en la normatividad y reglamentación aplicable a los servicios de agua y drenaje. Lejos de hacer una función de complementariedad entre ellos, van quedando espacios en las reglas. Además la coordinación entre los niveles de gobierno en un problema local no ha sido efectiva.

En el *Reglamento de ecología y protección al ambiente del municipio se tienen las siguientes responsabilidades*: el saneamiento y mantenimiento de las barrancas, arroyos y cauces naturales del municipio; supervisar el adecuado funcionamiento de las plantas de tratamiento

de aguas residuales privadas y públicas; la preservación y control de la contaminación de aguas federales y la verificación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas para el vertido de aguas residuales entre otras. Aún con las atribuciones anteriores, la contaminación en las barrancas sigue siendo un problema latente.

En el *Reglamento Municipal de Aseo Urbano* el cual en el artículo 57 señala lo siguiente “*queda estrictamente prohibido acumular escombros y material de construcción en la vía pública (incluida la banqueteta),..., barrancas o cualquier otro sitio no autorizado por la autoridad municipal competente*”. Se observó en el trabajo en campo que hay escombros y basura en la barranca de San Antón sin aplicarse sanción alguna.

Finalmente, se tiene planeado en el Programa de Desarrollo Urbano de Cuernavaca (2006: 24) a mediano plazo entre 2012 y 2020, ocupar los terrenos del ejido de San Antón, con lo cual se requerirá dotar del equipamiento e infraestructura urbana de acuerdo al programa parcial de desarrollo urbano de la zona (PDUC, 2006:25).

## ***Conclusiones***

En el presente capítulo, se analizó la influencia que ha tenido el desarrollo urbano de Cuernavaca ocurrido en terrenos ejidales (influyendo a los municipios del valle) en la provisión de servicios públicos, entre ellos el agua y el drenaje.

Se observó mediante los trabajos de Rueda (1998, 1999 y 2000), Saraví (2004) y con la información de campo, que el desarrollo urbano se ha dado de forma desordenada coexistiendo asentamientos regulares e irregulares que mediante invasiones ocupan en primer lugar las áreas destinadas para el desarrollo controlado.

Al llegar en primer lugar las invasiones, sus habitantes demandan los servicios públicos a la administración, que termina por abastecer a los asentamientos irregulares y postergando aquellos destinados a la urbanización prevista en los planes de desarrollo urbano.

Al ejercer tal presión en la administración de los servicios públicos, los habitantes de las colonias irregulares gestionan la legalidad de las viviendas y toman el liderazgo de las formas que adoptan el abastecimiento del agua y el drenaje.

Se observó en el área de estudio, que los habitantes al tomar las decisiones en cuanto a los servicios, han tenido un alto costo por conectar el drenaje a los cuerpos de agua superficial, contaminando el agua subterránea que sirve de abastecimiento a la población, además del deterioro ambiental por la basura que es arrojada continuamente a las barrancas.

Los reglamentos existentes a nivel municipal tienen deficiencias y no son aplicados efectivamente con el fin de evitar el impacto que ocasiona el drenaje al estar conectado a las barrancas.

La coordinación entre los diferentes niveles gubernamentales para evitar tal contaminación no ha dado los resultados esperados.

Aún con lo anterior, se requiere profundizar en la influencia que el desarrollo urbano descontrolado ha tenido en los municipios del valle y agregar los resultados obtenidos en todo

el municipio de Cuernavaca (implicando analizar la totalidad de sus barrancas), los cuales presentan tendencia a conectar sus drenajes en la misma forma en la entidad.

También se requiere profundizar en el elemento político y la educación (y elemento cultural) lo que ya sale del alcance de la presente investigación.

Continuando con el esquema planteado inicialmente, en el siguiente y último capítulo se recapitularán los resultados obtenidos en los diferentes análisis realizados al elemento ambiental, socioeconómico y técnico administrativo y, finalmente se ofrecen algunas recomendaciones.

## VIII. Recapitulación, conclusiones y recomendaciones

### Recapitulación

A partir del modelo de Tudela (1991:47) se planteó que al abastecer los servicios públicos en los asentamientos regulares e irregulares, ocurren impactos ambientales que se encuentran influenciados por diferentes elementos.

Figura 46. Matriz con la integración de resultados.

<b>Factores mediadores entre la contaminación hídrica y los asentamientos humanos</b>					
	<b>Elemento</b>	<b>Factor</b>	<b>Indicador Utilizado</b>	<b>Indicador Ideal</b>	<b>Solución:</b>
<b>Contaminación Microbiológica Cuernavaca</b>	<i>Ambiental</i>	Condiciones hidrogeológicas	Índice Drastic		Estudios hidrogeológicos
		Contaminación	Análisis CONAGUA	Análisis Ampliado	Monitorear
	<i>Socioeconómico</i>	Demográficos	Flujo demográfico censal	Flujo demográfico censal	Ampliar de las variables censales
		Socioeconómicos	-PEA -Ocupación por sector -Ingreso	-PEA -Ocupación por sector -Ingreso	
			-Materiales de las viviendas	-Materiales de las viviendas	
	<i>Tecnológico</i>	Infraestructura	-Tipos de conexión por servicio -Cobertura de servicios	Mapa de red de agua potable -Cobertura de servicios	Utilizar otras tecnologías
	<i>Técnico administrativo</i>	-Desarrollo de asentamientos regulares e irregulares -Servicios en los asentamientos	-Bibliografía -Entrevistas -Planes -Normas -Reglamentos	-Cartografía -Cartografía -Planes -Normas -Reglamentos	-Incentivos para usar nuevas tecnologías -Aplicar sanciones -Coordinar PDU con PNH

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de la contaminación del agua subterránea del valle del acuífero de Cuernavaca se determinaron cuatro momentos importantes i) el entorno geográfico como elemento ambiental, ii) las condiciones socioeconómicas de la población habitante, iii) la infraestructura de los servicios públicos como elemento tecnológico y iv) la gestión del proceso de urbanización. A partir de las modificaciones realizadas al modelo, se propusieron diferentes factores por cada elemento de análisis con los indicadores específicos utilizados, a partir de los cuales se proponen soluciones e indicadores más apropiados (ver figura 46).

Al analizar el entorno geográfico se discutieron principalmente tres preguntas: ¿cuales son las fuentes de contaminación microbiológica del agua subterránea del valle de Cuernavaca? ¿Cómo influyen las condiciones hidrogeológicas en la distribución espacial y temporal de la contaminación microbiológica del agua subterránea? y ¿Cuáles son los niveles de esta contaminación? De este modo se planteó la primera de las tres hipótesis específicas que determinan la infiltración del agua residual de las fuentes de contaminación superficiales al agua subterránea.

Para responder a la hipótesis planteada se recurrió a una revisión bibliográfica. De toda la información encontrada se escogieron los estudios compilados por Oswald (2003), CONAGUA (2002) y Ramírez (1995), como mas representativos en la temática de contaminación del valle de Cuernavaca.

Los indicadores utilizados fueron: i) para las condiciones hidrogeológicas, el índice DRASTIC y ii) para los niveles de contaminación, los resultados de los análisis del agua de los pozos de extracción en el valle de Cuernavaca y del municipio.

A partir de la información analizada se encontró que hay tres características hidrogeológicas que pueden influir en los niveles de contaminación del agua subterránea de la zona de estudio:

- i) La permeabilidad diferenciada,
- ii) la química del subsuelo y,
- iii) la velocidad de transmisión del agua en el subsuelo.

A partir de las condiciones hidrogeológicas se observó que la edad del agua subterránea extraída en el acuífero del valle de Cuernavaca es relativamente joven y no excede los 42 años, que junto con la información de CONAGUA (2002) indican que el tipo de flujo de agua subterránea es de ciclo intermedio (Toth 2000) con valores de temperatura de 15-25°C y cloruros de 5 a 25 mg/l. Los valores de conductividad hidráulica horizontal son mayores que los de la vertical para el caso de la zona de recarga (cuyo rango de conductividad hidráulica va de  $5 \times 10^{-4}$  a  $5 \times 10^{-7}$ ), los resultados en conjunto indican que la contaminación del agua subterránea va de Norte a Sur y se encuentra estrechamente relacionada con las fuentes de agua superficial.

En el acuífero del valle de Cuernavaca se determinaron las siguientes fuentes principales de contaminación por las descargas de agua residual a los ríos y a las barrancas de origen: i) industrial, ii) de sector servicios, iii) agrícola y iv) de origen urbano.

Al respecto de las descargas de agua residual de origen urbano hay que decir que se encontraron altos niveles de contaminación microbiológica en el agua de los pozos que abastecen de agua potable a la población (CONAGUA, 2002). La contaminación microbiana se distribuye espacialmente en tres zonas a nivel regional: i) en el municipio de Cuernavaca, ii) en los municipios del centro del valle de Cuernavaca y iii) en los municipios asentados en la parte Sur del valle de Cuernavaca.

En particular, al haberse enfocado este trabajo al análisis de la contaminación microbiológica del municipio de Cuernavaca se encontraron elevados niveles de coliformes totales, coliformes fecales y bacterias oportunistas. Además, de acuerdo con el trabajo de Ramírez (1995), fueron detectados altos niveles de concentración de algunos cationes y aniones principales y algunos elementos traza. A pesar de esto, los análisis requieren ser ampliados para mostrar todo el espectro de elementos químicos orgánicos y microbiológicos presentes en el agua. También se requiere realizar un análisis exhaustivo de las pruebas del agua de otras fuentes de contaminación para poder determinar su influencia tanto a nivel local y regional.

Se cree que estos altos niveles de microorganismos encontrados en el agua de los pozos podían deberse a la infiltración del agua residual vertida en las corrientes superficiales, considerando que las condiciones hidrogeológicas facilitan la rápida infiltración de los contaminantes de la superficie al subsuelo, en esta zona del valle de Cuernavaca.

Para analizar las condiciones socioeconómicas de la población habitante se planteó la siguiente hipótesis: La conexión del drenaje a las barrancas y cuerpos de agua superficial del municipio no depende del ingreso percibido por los habitantes del lugar. Para responder al planteamiento se realizó el análisis en dos etapas: i) revisión de la influencia del ingreso de la población económicamente activa en los materiales de construcción de las viviendas y ii) el estudio de la relación entre el ingreso y la infraestructura hidráulica.

La pregunta de investigación que condujo esta parte de la investigación fue la siguiente: ¿Cómo influyen las condiciones sociales, demográficas y económicas de la población de Cuernavaca en los niveles de contaminación del agua subterránea?

Como casos específicos de estudio se escogieron dos asentamientos humanos dentro del municipio de Cuernavaca de distinta regularidad en su proceso de urbanización: Alta Vista (regular) y Sacatierra (irregular). Para el análisis del elemento socioeconómico fueron utilizados dos tipos de indicadores: i) *demográficos*, que incluye el flujo migratorio dentro del municipio y externo (por los datos censales de INEGI) y ii) *socioeconómicos*, que incluyeron la caracterización de la PEA, la ocupación por sector económico, los rangos de ingreso y los materiales de construcción de las viviendas.

Por medio de la revisión de los censos de INEGI se observó que existen dos tipos de flujo migratorio hacia el municipio de Cuernavaca:

- i) *externo* que llega al municipio buscando mejores oportunidades de empleo y condiciones de vida (provenientes de los estados de Guerrero, Puebla, Estado de México y DF), básicamente en el sector secundario y terciario y,
- ii) *pendular*, de la población que llega en fines de semana y periodos vacacionales al municipio de Cuernavaca. Ambos tipos de flujo debido a la necesidad de vivienda y servicios públicos han ejercido presión sobre el desarrollo de los asentamientos regulares e irregulares.

En los asentamientos estudiados existe movilidad laboral de la población para trabajar en el sector secundario principalmente en el parque industrial CIVAC y en el sector terciario en el centro de Cuernavaca, con enfoque en el turismo. Lo que se reflejó en que la PEA de los asentamientos de estudio trabaja en su mayoría en los sectores secundario (como en Alta Vista) y terciario (como es el caso de Sacatierra).

En ambos asentamientos los rangos de ingresos van de menos de un salario hasta cinco o más salarios mínimos establecidos (s.m.e) a nivel nacional. En el asentamiento regular (Alta Vista) se encontró que en general la PEA recibe ingresos menores a cinco s.m.e. y en el asentamiento irregular que la PEA tiene ingresos promedio desde cinco hasta más s.m.e.

En cuanto a los materiales de construcción de las viviendas en los asentamientos estudiados, se observó una relación directa con los ingresos percibidos por la PEA, ya que en las zonas con ingresos bajos hay mayor presencia de viviendas precarias (madera, plástico, lamina, etcétera) y con los ingresos medios y altos se caracterizan viviendas con materiales de tipo cemento, ladrillo, mármol, etcétera.

Después se procedió a la tercera fase del análisis (el elemento tecnológico).

Para analizar este elemento se decidió utilizar como indicador la infraestructura hidráulica. La pregunta de investigación fue la siguiente: ¿Cómo influye el ingreso en las formas de conexión de la red de alcantarillado y del agua potable en los asentamientos de estudio?

A partir del análisis de la información de los Censos del 1990 y del 2000 de INEGI y trabajo de campo se encontró lo siguiente:

i) En cuanto al servicio de alcantarillado por los porcentajes de la conexión del drenaje a las barrancas y cuerpos de agua superficial (calculados según la fórmula 1) se observó que entre ellos no existe interrelación directa, ya que ambos asentamientos vierten sus desechos directamente a la barranca de San Antón, en forma independiente del tipo de vivienda (precarias, populares y residenciales). Esta tendencia es igual a lo que sucede en los municipios vecinos, provocando un efecto regional de la forma indicada de conexión de drenaje.

ii) En cuanto al servicio de agua potable a pesar de los altos porcentajes de conexión a la red de agua potable, el servicio no cubre a toda la población y tampoco cumple con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos aceptables para consumo humano.

Con lo anterior se comprueba la hipótesis planteada ya que el ingreso no condiciona las formas de conexión del alcantarillado.

Al analizar proceso de urbanización se planteó la siguiente hipótesis:

La conexión del drenaje a las barrancas y cuerpos de agua superficial, está relacionada con las dificultades para obtener acceso a la red de servicios públicos en los asentamientos humanos y con la falta de cumplimiento de las normas y reglamentos de desarrollo urbano. Las preguntas

de investigación que condujeron esta parte del análisis fueron las siguientes: ¿cómo se ha dado el abastecimiento de los servicios públicos en los asentamientos de estudio? y ¿qué causa esta forma particular de desarrollo?

Para responder al planteamiento se recurrió a la información de los estudios publicados por Rueda (1998, 1999 y 2000) y entrevistas presentadas por Saraví (2004), igual que a los planes, normas y reglamentos locales y federales, que fueron complementados con observaciones en el trabajo de campo.

Se observó que el desarrollo urbano en Cuernavaca se ha dado en forma desordenada favoreciendo la coexistencia de los asentamientos irregulares con los regulares, mediante las invasiones para ocupar los territorios destinados en los planes estatales para el desarrollo controlado. Ello provocó el desfase en la ocupación territorial y también la presión sobre la provisión de los servicios públicos.

Además de esto, los habitantes de las colonias irregulares gestionan la legalidad de las viviendas y toman el liderazgo de las formas de conexión a la red de abastecimiento del agua potable y el drenaje. Para el caso de la zona de estudio hay que comentar que los habitantes han tomado las decisiones ambientalmente incorrectas en cuanto a conectar el servicio del drenaje directamente al río de la Barranca San Antón. Esto ha propiciado la contaminación no solamente del agua superficial sino también del agua subterránea, además del deterioro ambiental por la basura tirada a la misma barranca.

Al analizar los reglamentos de desarrollo urbano del municipio y del estado de Morelos, se encontraron deficiencias en sus contenidos, además de observar que no han sido aplicados en forma eficiente, ni han cumplido con su seguimiento. Tampoco se tienen sanciones para quienes las utilizan como basureros. Se encontró además que la coordinación entre los diferentes niveles: federal, estatal y municipal para evitar la contaminación no ha dado los resultados esperados ya que con el paso del tiempo la conexión del drenaje ha ido en aumento.

Las dificultades en la aplicación de la normatividad referente a la contaminación de las barrancas en Cuernavaca pueden ser explicadas (entre otras causas) (Ugalde, 2007:1-16) por la

cantidad de normas y reglas es tal que se entrecruzan, superponen y combinan volviendo difícil su aplicación.

En este sentido se concuerda con la determinación de los elementos planteados en el modelo de Tudela (1991:41-55) para analizar el impacto de los servicios públicos, el cual fue modificado al concretarse con factores e indicadores específicos para el caso de estudio.

Partiendo de las observaciones obtenidas a lo largo del trabajo empírico, se concuerda con el planteamiento de Tudela al señalar que el desarrollo de los asentamientos irregulares se ha dado últimamente en los márgenes de las barrancas y áreas inundables (entre otras zonas de riesgo para la construcción de áreas urbanas) caracterizados por el equipamiento de servicios públicos deficientes y que son ocupados en su mayoría por personas con bajos ingresos.

Cabe decir que, en las colonias de estudio si bien hay personas con bajos ingresos, también hay ocupación irregular por personas con altos ingresos y quienes también influyen en el impacto ambiental por contaminar la barranca.

En cuanto a la definición de Schteingart (1997: 24) de la irregularidad de la ocupación territorial, a partir del trabajo empírico se concuerda con que el término implica un cambio de uso de suelo de no urbano a habitacional, sin embargo en ciertos espacios geográficos como las barrancas las condiciones del entorno no son aptas ni recomendables para la ocupación habitacional.

Es cierto que un asentamiento irregular no cumple con la normatividad de desarrollo urbano ya que como se vio, en la zona de estudio no hay seguimiento del Plan de Desarrollo Urbano de Morelos ni de los reglamentos municipales de construcción y de carácter ambiental. Además hay que comentar que en el trabajo no se ha encontrado un núcleo definido claramente de los asentamientos irregulares o regulares como se mencionaba en el trabajo de Rueda (1999).

Montgomery (1998: 89-111) señala en cuanto a la informalidad del acceso a los servicios públicos, el caso del agua potable se considera supuestamente como más sencillo y eficiente. En este sentido las colonias observadas presentan incumplimiento en la continuidad y la

calidad del servicio ofrecido. En cuanto al servicio del alcantarillado, se concuerda con el autor en que la conexión ilegal es menos eficiente.

### ***Conclusiones***

1. Existen diferentes elementos mediadores entre la contaminación del agua subterránea y la forma del desarrollo urbano de los asentamientos humanos. Para el caso analizado son: i) ambiental (condiciones hidrogeológicas del acuífero), ii) socioeconómico (demográfico y condiciones de vivienda), iii) tecnológico (red de infraestructura), iv) administrativo (reglamentos y planes de desarrollo urbano).

2. Hay altos niveles de contaminación microbiológica en el agua subterránea del acuífero de Cuernavaca. No solamente a nivel local, sino regional y que posiblemente puede tener impacto en la salud de la población, por los parámetros de infiltración del agua al subsuelo. Para el caso de la contaminación del agua subterránea con microorganismos el origen está en las formas adoptadas por los servicios públicos, en el caso aquí analizado del drenaje que va directamente a las fuentes de agua superficial.

3. Al mezclarse la ocupación regular con la irregular no existe diferencia en la forma de acceso a los servicios públicos y en particular del alcantarillado reflejándose en las zonas de estudio en la conexión al río de la Barranca de San Antón.

4. La conexión al drenaje en las zonas de estudio no tiene relación directa con el ingreso. Además es una situación generalizada en los asentamientos regulares e irregulares.

5. En cuanto al agua potable, la colonia regular cuenta en su mayoría con el servicio en el predio y contrariamente en la colonia irregular en la vivienda. Lo anterior no implica acceso constante ni calidad apropiada.

### ***Recomendaciones***

1. En este trabajo la atención se centró en el análisis microbiológico de la zona de estudio, pero no hay que perder de vista la contaminación que se debe a la presencia de otros contaminantes como metales pesados, elementos traza y compuestos orgánicos que requieren

ser analizados para complementar los datos anteriores. Para lo cual se necesitaría contar con estudios específicos y en caso ideal con el sistema de monitoreo.

2. Para determinar la influencia de las condiciones hidrogeológicas, para la distribución de los contaminantes tanto espacial como temporalmente se requiere realizar estudios hidrogeológicos más profundos en Cuernavaca e implementar un sistema de monitoreo en la calidad y cantidad del agua subterránea a nivel regional.

3. Para ver la relación entre los factores socioeconómicos con los servicios públicos se piensa incluir otras variables censales en el análisis, así como es necesario abarcar otras cuestiones como culturales y de la educación que también influyen en los patrones de consumo del agua potable, de la forma de conexión al drenaje y disposición de basura.

4. Para que no haya tanto deterioro ambiental se cree indispensable utilizar tecnologías desarrolladas de tratamiento de aguas residuales de distinto origen antes de verterlas en los cuerpos del agua e invertir en la construcción de las plantas de tratamiento con los procedimientos usuales.

5. Se requiere aplicar sanciones para los que no cumplan con los reglamentos establecidos en el Plan de Desarrollo Urbano de Cuernavaca y tener mayor control en la forma de la ocupación territorial; además, se necesita elaborar los mecanismos eficientes de supervisión de los permisos para la construcción de las viviendas.

6. Finalmente se requiere dar seguimiento estricto y continuo al Programa de Desarrollo Urbano de Cuernavaca y coordinarlo con el Plan Hidráulico Nacional.

### Referencias bibliográficas:

Aldama A. y F. Arreguín (2003), “Desarrollo Sustentable, el agua y la tecnología en el Estado de Morelos” en Ursula Oswald (coord.), *El recurso agua en el alto balsas*, México, Universidad Nacional Autónoma de México y Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, pp. 111-128.

Bautista C. y P. Rincón (2003), “Geohidrología del Alto Apatlaco” en Ursula Oswald (coord.), *El recurso agua en el alto balsas*, México, Universidad Nacional Autónoma de México y Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, pp. 195-221.

Arreguín F. y V. Alcocer (2003), “Uso eficiente del agua en la ciudad de Cuernavaca” en Ursula Oswald (coord.), *El recurso agua en el alto balsas*, México, Universidad Nacional Autónoma de México y Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, pp. 165-194.

Carabias J. y R. Landa (2005), *Agua, medio ambiente y sociedad. Hacia una gestión integral de los recursos hídricos en México*, México, UNAM, El Colegio de México, Fundación Gonzalo Río Arronte.

Bending G. (2003), “Susceptibilidad Regional de la contaminación y estrategias de su protección en el valle de Cuernavaca” en Ursula Oswald (coord.), *El recurso agua en el alto balsas*, México, Universidad Nacional Autónoma de México y Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, pp. 239-253.

Davis B., R. Dulbeco, H. Eisen y H. Ginsberg (1996), *Tratado de Microbiología*, España, Masson.

De la Cruz Almaraz, B. (2004), *Servicios de agua potable y drenaje en asentamientos irregulares de la ciudad de México. Tres casos de estudio en suelo de conservación*, Tesis para optar por el grado de Maestra en Estudios Urbanos, México, El Colegio de México.

Graizbord B. y J. Arroyo (comps) (2004) *El futuro del agua en México*, México, El Colegio de México, Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales, Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas.

Garza G. (1985), *El proceso de industrialización en la Ciudad de México, 1821-1970*, México, El Colegio de México, Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano.

Gobierno del Estado de Morelos (1989), *Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Cuernavaca” anexo estadístico y de normas para el Desarrollo Urbano*, México.

Haughton, G. y C. Hunter (1994), *Sustainable Cities*, Inglaterra, Jessica Kinsley, pp. 208.

Instituto Nacional de Geografía e Informática (1990), *XI Censo Nacional de Población y Vivienda*, México.

Instituto Nacional de Geografía e Informática (2000), *Sistema para la consulta de información censal 2000*, México.

Lisson, C. (1962) *Curso de Geología*, Librería Francesa y Casa Editorial, Lima.

Mazari M., B. Jiménez y Y. López, (2005), *El agua y su impacto en la salud pública*, México, El Colegio de México, Programa Agua, Medio Ambiente y Sociedad Universidad Nacional Autónoma de México y Fundación Gonzalo Río Arronte.

Montgomery J. (1988) "The informal service sector as an administrative Resource", en Rondinelli D. y S. Chema *Urban services in developing countries public and private roles in urban development*, Inglaterra, MacMillan pp. 89-111.

Ortega V., García A. y Pelayo R. (2003), "Aspectos geohidrogeológicos de los acuíferos del Estado de Morelos" en Ursula Oswald (coord.), *El recurso agua en el alto balsas*, México, Universidad Nacional Autónoma de México y Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. Morelos, pp. 93-107.

*Programa Municipal de desarrollo urbano del centro de Población de Cuernavaca*, (2006), Periódico Oficial de la Federación, México.

*Plan de desarrollo urbano de Cuernavaca* (1980), Gobierno del Estado de Morelos, Secretaría de Desarrollo Social, México.

*Programa de desarrollo urbano de centro de población de Cuernavaca* (1989), Gobierno del Estado de Morelos, Secretaría de Desarrollo Social, México.

Quadri, G. y L. Martínez (coord.) (2006), *Análisis comparativo de políticas relacionadas con el sector agua*, México, Banco Mundial.

Ramírez M. (1995), "Caracterización química y bacteriológica del agua de consumo doméstico en el municipio de Cuernavaca Morelos. Identificación de microorganismos por sus características serológicas" en *Perspectivas para el desarrollo social de la microcuenca del río Apatlaco*, Universidad autónoma del Estado de Morelos, Unidad central de estudios para el desarrollo social pp.129-173.

Ramos J., S. Cortés, R. Guzmán y L. Barrón (2003), "Relaciones hidrogeoquímicas y sistemas de flujo entre las cuencas de México y Amacuzac" en Ursula Oswald (coord.), *El recurso agua en el alto balsas*, México, Universidad Nacional Autónoma de México y Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, pp. 49-72.

Restrepo, I. (1995), *Agua, salud y derechos humanos*, México, Comisión Nacional de Derechos Humanos.

Rodríguez A. y E. Oviedo (2001), *Gestión urbana y gobierno de áreas metropolitanas*, Santiago de Chile, Naciones Unidas, Economic studies for Latin America and the Caribbean, División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos.

Rueda R. (1998a), *Antecedentes de la tenencia de la tierra*, México, Praxis, pp. 78-100.

Rueda R. (1998b), *El reparto agrario en el proceso de desarrollo económico en Morelos*, México, Praxis, pp. 48-60

Rueda R. (1999), *Mecanismos de crecimiento urbano en el valle de Cuernavaca*, México, Praxis.

Rueda R. (2001), *Sistema Urbano de Cuernavaca*, México, Praxis.

Saraví G. (2004), *Los barrios pobres en 31 ciudades Mexicanas Barrio Plan de Ayala Cuernavaca Morelos*, México, Secretaria de Desarrollo Social, Centro de Investigación y Estudios Superiores de Antropología Social.

Schteingart M. (1991), “Producción habitacional de la zona Metropolitana de la ciudad de México (1960-1987)” en Schteingart M. (coord.) *Espacio y vivienda en la ciudad de México*, México, El Colegio de México Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano, pp. 225-250.

Schteingart M. (1997), *Pobreza, condiciones de vida y salud en la ciudad de México*, México, El Colegio de México, Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano.

Schteingart M. y B. Graizbord (1998), *Vivienda y vida urbana en la ciudad de México. La acción del infonavit*, México, El Colegio de México, Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano.

Subsecretaría de Asentamientos Humanos (1980), *Plan de Desarrollo Urbano de Cuernavaca Morelos*, México.

Tebbutt T. (1993), *Fundamentos de la calidad del agua*, México, Limusa.

Terradas J. (2001), *Ecología Urbana*, España, Rubes, pp. 60-123.

Toth, Joseph (2000) “Las aguas subterráneas como agente geológico: causas, procesos y manifestaciones” *Boletín Geológico y Minero* 111 (4), pp.9-26.

Tudela F. (1991), “El laberinto de la Complejidad. Hacia un enfoque sistémico del medio ambiente y la gestión de los servicios urbanos en América Latina” en Schteingart M. y D’ Andrea L. (comp.), *Servicios urbanos, gestión local y medio ambiente*, México, El Colegio de México, Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano, pp. 41-55.

Ugalde,V. (2007), “La judicialización del Medio ambiente en México”, *XXVI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología: “Latinoamérica en y desde el Mundo. Sociología y Ciencias Sociales ante el cambio de Época: Legitimidades en Debate”*Mesa de Trabajo 16. Medio ambiente, sociedad y desarrollo sustentable, pp. 1-16.

Zepeda M. y A. Mohar (1993), *Vivienda para pobladores de bajos ingresos. Políticas e instituciones*, México, El Nacional.

### **Referencias electrónicas**

Asociación de Propietarios de la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (2007) *Procivac, 30 años al servicio de la industria local* (DE, <http://www.procivac.com/ProCIVAC.htm>; 2007)

Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente (2007) *Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas. Características abióticas* (DE, [http://www.ceamamorelos.gob.mx/secciones/ambiente/a\\_nat\\_protegidas/aprotegidas/Pagi...20/06/2007](http://www.ceamamorelos.gob.mx/secciones/ambiente/a_nat_protegidas/aprotegidas/Pagi...20/06/2007))

Comisión Nacional de Agua (2001) *Programa Nacional Hidráulico 2001-2006* (DE, [http://www.CONAGUA.gob.mx/eCONAGUA/Espaniol/Organismos/Central/Publicaciones/ProgNacHid\\_01\\_06\\_CONAGUA.htm](http://www.CONAGUA.gob.mx/eCONAGUA/Espaniol/Organismos/Central/Publicaciones/ProgNacHid_01_06_CONAGUA.htm) 2007)

Comisión Nacional de Agua (2002), *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Cuernavaca, Estado de Morelos*, (DE, <http://www.CONAGUA.gob.mx/eCONAGUA/Espaniol/Publicaciones> 2007)

Comisión Nacional de Agua (2005), *Estadísticas de agua en México*, (DE, <http://www.CONAGUA.gob.mx/eCONAGUA/Espaniol/Directorio/Default.aspx> ; 2006)

Comisión Nacional de Agua (2006), *Situación del Subsector agua* (DE, [http://www.CONAGUA.gob.mx/eCONAGUA/Espaniol/Organismos/Central/Publicaciones/Subsector2002\\_CONAGUA.htm](http://www.CONAGUA.gob.mx/eCONAGUA/Espaniol/Organismos/Central/Publicaciones/Subsector2002_CONAGUA.htm) 2006)

Comisión Nacional de Agua (2007) (DE, <http://www.cna.gob.mx/eCNA/Espaniol/Directorio/Default.aspx>; 2007)

IV Foro mundial del agua (2006), Documento Temático eje 3, Agua y saneamiento para todos, (DE, <http://www.gwpforum.org>, 2006)

Enciclopedia y Biblioteca virtual de las Ciencias Sociales, Económicas y Jurídicas (2006), *Los polos de desarrollo* (DE, <http://www.eumed.net/tesis/ata/d8.htm> 2007)

Gobierno del Estado de Morelos (2005), *Enciclopedia de los municipios de México* (DE, <http://www.e-gobmorelos.mx> 2007)

Gobierno del Estado de Morelos (2006), *Reglamento interior de la secretaría de desarrollo urbano y obras públicas del ayuntamiento de Cuernavaca* (DE, <http://borrador.e-morelos.gob.mx/e-gobierno/DirSDUOP/PROEDU.htm> 2007)

Gobierno del Estado de Morelos (1999), *Reglamento de construcción del municipio de Cuernavaca, Morelos* (DE, [http://www.morelos.gob.mx/10consejeria/index.php?action=view&art\\_id=499](http://www.morelos.gob.mx/10consejeria/index.php?action=view&art_id=499) 2007)

Gobierno del Estado de Morelos (1999), *Reglamento de ecología y protección al ambiente del municipio de Cuernavaca, Morelos* (DE, [http://www.morelos.gob.mx/10consejeria/index.php?action=view&art\\_id=499](http://www.morelos.gob.mx/10consejeria/index.php?action=view&art_id=499) 2007)

Gobierno del Estado de Morelos (2001), *Reglamento fraccionamientos, condominios y conjuntos urbanos del municipio de Cuernavaca, Morelos* (DE, [http://www.morelos.gob.mx/10consejeria/index.php?action=view&art\\_id=499](http://www.morelos.gob.mx/10consejeria/index.php?action=view&art_id=499) 2007)

Gobierno del Estado de Morelos (2001), *Reglamento interior del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del municipio de Cuernavaca, Morelos* (DE, [http://www.morelos.gob.mx/10consejeria/index.php?action=view&art\\_id=499](http://www.morelos.gob.mx/10consejeria/index.php?action=view&art_id=499) 2007)

Gobierno del Estado de Morelos (2005), *Reglamento de aseo urbano del municipio de Cuernavaca, Morelos* (DE, [http://www.morelos.gob.mx/10consejeria/index.php?action=view&art\\_id=499](http://www.morelos.gob.mx/10consejeria/index.php?action=view&art_id=499) 2007)

Instituto Nacional de Geografía y Estadística (1999), *Censo de captación y tratamiento* (DE, [http://www.inegi.gob.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/economicos/1999/su\\_ministro\\_de\\_agua/rdagua.pdf](http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/economicos/1999/su_ministro_de_agua/rdagua.pdf) 2006)

Instituto Nacional de Geografía y Estadística (2000), *XII Censo Nacional de Población* (DE, <http://www.inegi.gob.mx/est/default.aspx?c=703> 2007)

Instituto Nacional de Geografía y Estadística (2006), *A propósito del día mundial del agua, datos nacionales* (DE, <http://www.inegi.gob.mx/contenidos/prensa/contenidos/estadisticas/2005/agua05.pdf> 2006)

Mendoza, A. (2007), *Bases constitucionales y legales para la expedición de reglamentos para la extracción y distribución de aguas nacionales y de decretos de veda* (DE, <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/444/cap2.html> 2007)

Organización de Naciones Unidas (2005), *Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Agua* (DE, [www.pnuma.org/ciudadania/manuales/recientes/agua.pdf](http://www.pnuma.org/ciudadania/manuales/recientes/agua.pdf); 2006)

Rijsberman, F. y Ch. Scott (2005), *Agua para la alimentación y el medio ambiente IV Foro Mundial del agua* (DE, <http://www.gwpforum.org>, 2006)

Secretaría de Salud (1994), *Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos que ha de someterse el agua para su potabilización* (DE, <http://www.salud.gob.mx>; 2007)

Thwaites J. (2002), *Metrópolis, Mejora y mantenimiento de la calidad del agua en las metrópolis* (DE, [http://www.metropolis.org/Data/Files/143\\_COMISION\\_3\\_CASTELLANO\\_6\\_may.pdf](http://www.metropolis.org/Data/Files/143_COMISION_3_CASTELLANO_6_may.pdf), 2006)

Toledo A. (2006), *La Cuenca del Río Atoyac* (DE, [http://www.ine.gob.mx/publicaciones/descarga.html?cv\\_pub=376&tipo\\_file=pdf&filename=376](http://www.ine.gob.mx/publicaciones/descarga.html?cv_pub=376&tipo_file=pdf&filename=376) 2006)

United Nations Environment Program (2005), *Millenium Ecosystem Assesment* (DE, <http://www.milleniumasessment.org/en/Products.Synthesis.aspx> 2006)

# **ANEXOS**

## Anexo A-1

### NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, "SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO-LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION"

Límites permisibles

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	2 NMP/100 ml 2 UFC/100 ml
Organismos coliformes fecales	No detectable NMP/100 ml Cero UFC/100 ml

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	2 NMP/100 ml 2 UFC/100 ml
Organismos coliformes fecales	No detectable NMP/100 ml Cero UFC/100 ml

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Aluminio	0.20
Arsénico	0.05
Bario	0.70
Cadmio	0.005
Cianuros (como CN-)	0.07
Cloro residual libre	0.2-1.50
Cloruros (como Cl-)	250.00
Cobre	2.00
Cromo total	0.05
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	500.00
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001
Fierro	0.30
Fluoruros (como F-)	1.50
Manganeso	0.15
Mercurio	0.001
Nitratos (como N)	10.00
Nitritos (como N)	0.05
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.50
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6.5-8.5

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994	
CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Plaguicidas en microgramos/l: Aldrín y dieldrín (separados o combinados)	0.03
Clordano (total de isómeros)	0.30
DDT (total de isómeros)	1.00
Gamma-HCH (lindano)	2.00
Hexaclorobenceno	0.01
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03
Metoxicloro	20.00
2,4 - D	50.00
Plomo	0.025
Sodio	200.00
Sólidos disueltos totales	1000.00
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> =)	400.00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.50
Trihalometanos totales	0.20
Zinc	5.00

## Anexo A-2.1 Resultados de los análisis realizados a los pozos localizados en el acuífero del Valle de Cuernavaca

No. Pozo		Nombre	Temperatura	pH	Conductividad	Cl-	SO4	HCO3-	Ca2+	Mg2+	Na+	K+
		Unidades	°C		Microohms /cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1	M.	Sta. María	14.00	6.6	100	8.2	6.4	25.2	6.0	0.64	10	3
2	P	La Herradura	n.a	8.0	86	3.9	5.2	26.4	4.4	0.79	10	1
3	P	Jacarandas	n.a	6.4	95	4.3	3.3	47.4	4.0	1.64	10	1
4	M	Melchor Ocampo	n.a	6.5	219	15.6	19.0	80.4	13.6	2.38	19	4
5	N	Chapultepec II	n.a	6.5	126	8.2	6.9	54.0	6.0	1.79	11	2
6	P	Club del Lago	n.a	6.5	122	5.0	5.0	39.0	6.4	1.17	12	0
7	M	El salto	18.00	6.6	357	20.7	35.1	95.4	30.0	2.00	22	5
8	P	F. Copa de Oro	21.00	7.2	233	12.5	12.4	65.4	14.4	1.74	13	3
9	M	Chapultepec	n.a	6.6	118	8.2	6.1	51.6	6.0	1.69	10	1
10	P	Fidel Velázquez	n.a	7.0	97	3.0	3.0	39.0	9.6	0.98	10	1
11	P	Baxter	n.a	7.2	96	4.0	3.0	41.4	8.0	1.17	11	1
12	P	Las Quintas I	19.00	6.9	298	15.9	31.1	90.0	21.6	2.29	20	3
13	P	Mexama III	n.a	7.2	90	3.0	2.0	45.0	7.2	1.36	10	1
14	P	Tabachines	18.00	6.9	241	17.3	4.6	60.0	10.8	1.74	23	2
15	P	Sumiya	n.a	7.0	199	6.0	8.0	79.2	15.6	2.21	16	2
16	P	Rinconada	n.a	7.0	104	5.0	3.0	43.8	8.0	1.26	11	1
17	P	Villas del Descanso	n.a	6.4	322	19.0	30.0	100.8	23.6	2.60	18	3
18	P	El Texcal	n.a	6.6	255	3.0	6.0	85.2	30.8	1.55	14	2
19	P	Los Sabinos	n.a	6.7	567	35.4	1.0	181.8	52.0	4.12	33	3
20	P	U.H.La Joya	n.a	6.7	398	17.0	39.0	120.0	38.8	2.45	27	3
21	P	Las Fuentes	n.a	7.0	138	4.0	8.0	51.0	10.4	1.40	13	2
22	P	F. Burgos	17.00	7.5	319	14.6	13.8	87.0	19.8	2.86	19	1
23	P	Las Moras	n.a	6.4	325	15.0	34.0	90.0	23.6	2.17	20	3
24	P	Jardín Juárez	n.a	6.5	317	12.0	38.0	87.6	26.0	1.93	21	3
25	P	DIF Temixco	18.00	7.1	360	15.6	18.3	97.2	26.5	3.14	19	2
26	P	Acatlipa	19.00	7.0	551	23.6	47.8	150.0	44.1	4.38	24	5
27	P	Xochitepec	18.00	7.3	842	27.7	139.0	259.8	121.6	60.20	24	2
28	M	San Ramón	16.00	6.9	1192	17.1	383.0	421.8	211.2	6.69	13	2
29	P	Crucero Alpuyeca	21.00	7.1	1210	60.4	216.0	372.6	180.8	7.00	38	7
30	P	Emiliano Zapata	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
31	M	Palo Bolero	n.a	7.5	2131	21.2	994.3	174.0	90.4	7.40	18	3

M: Manantial P: pozo

Anexo A-2.1 continuación.

No. Pozo	Dureza total	Alcalinidad	PO4	OD	DQO	DBO	NO3	N-NH3	N-org	N-NO2	SAA M	Cr+6	Fe2+
U.	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1	42	48.0	0.05	8.90	1.60	<0.01	3.37	<0.05	0.42	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02
2	44	53.0	0.10	2.63	0.80	<0.01	1.70	<0.05	0.42	<0.01	<0.02	<0.01	0.135
3	79	55.0	0.12	7.90	<1	<0.01	3.00	<0.05	0.24	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02
4	134	76.0	0.37	6.28	1.60	<0.01	8.51	<0.05	0.42	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02
5	90	55.0	0.17	7.49	1.60	<0.01	6.09	<0.05	0.30	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02
6	65	55.9	n.a	8.22	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a.	n.a
7	159	131.0	0.07	6.08	0.80	<0.01	14.32	<0.05	0.30	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02
8	109	92.0	0.07	7.09	<1	<0.01	11.40	<0.05	0.83	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02
9	86	55.0	0.13	7.69	<1	<0.01	5.40	<0.05	0.30	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02
10	65	48.0	n.a	7.61	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a.	n.a
11	69	48.0	0.05	7.61	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a.	n.a
12	150	110.0	n.a	6.08	0.40	<0.01	9.66	<0.05	0.53	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02
13	75	43.5	0.13	8.03	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a.	n.a
14	100	112.0	n.a	5.47	9.20	<0.01	n.a	<0.05	0.65	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02
15	132	98.5	n.a	5.34	n.a	n.a	2.71	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a.	n.a
16	73	53.8	n.a	8.12	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a.	n.a
17	168	10.5	n.a	5.35	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a.	n.a
18	142	139.7	n.a	5.14	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a.	n.a
19	303	197.0	0.04	5.47	2.80	<0.01	n.a	<0.05	0.18	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02
20	200	145.4	n.a	5.55	n.a	n.a	43.40	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a.	n.a
21	85	61.80	n.a	6.99	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a.	n.a
22	135	120.0	0.04	n.a	3.40	<0.01	n.a	<0.05	<0.05	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02
23	150	109.9	n.a	5.75	n.a	n.a	14.70	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a.	n.a
24	146	100.8	n.a	8.84	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a.	n.a
25	162	132.0	0.01	4.20	<1	<0.01	n.a	<0.05	0.11	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02
26	250	184.0	0.10	4.70	<1	<0.01	24.50	<0.05	<0.05	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02
27	433	253.0	0.01	6.10	5.10	<0.01	2.50	<0.05	0.35	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02
28	703	281.0	0.01	0.60	0.79	<0.01	0.05	<0.05	0.20	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02
29	574	305.0	0.11	2.10	2.30	<0.01	44.60	<0.05	0.23	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02
30	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a.	n.a
31	291	311.0	<0.01	1.80	<1	0.21	0.07	<0.05	0.29	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02

Fuente: CONAGUA (2002)

## Anexo A-2.2 Resultados microbiológicos

No. Pozo		Nombre	coliformes totales	coliformes fecales	mesofilos aerobios
			ufc/100 ml	ufc/100 ml	ufc/100 ml
1	M.	Sta. María	0	0	INCONTABLE
2	P	La Herradura	62	62	150
3	P	Jacarandas	40	40	INCONTABLE
4	M	Melchor Ocampo	INCONTABLE	INCONTABLE	101
5	N	Chapultepec II	40	0	N.A.
6	P	Club del Lago	N.A.	N.A.	250
7	M	El salto	450	450	150
8	P	F. Copa de Oro	0	0	180
9	M	Chapultepec	30	30	N.A.
10	P	Fidel Velázquez	N.A.	N.A.	N.A.
11	P	Baxter	N.A.	N.A.	INCONTABLE
12	P	Las Quintas 1	850	850	N.A.
13	P	Mexama III	N.A.	N.A.	310
14	P	Tabachines	15	15	N.A.
15	P	Sumiya	N.A.	N.A.	N.A.
16	P	Rinconada	N.A.	N.A.	N.A.
17	P	Villas del Descanso	N.A.	N.A.	N.A.
18	P	El Texcal	N.A.	N.A.	N.A.
19	P	Los Sabinos	20	8	N.A.
20	P	U.H.La Joya	N.A.	N.A.	N.A.
21	P	Las Fuentes	N.A.	N.A.	N.A.
22	P	F. Burgos	5	3	9
23	P	Las Moras	N.A.	N.A.	N.A.
24	P	Jardín Juárez	N.A.	N.A.	N.A.
25	P	DIF Temixco	10	1	15
26	P	Acatlipa	6	2	180
27	P	Xochitepec	INCONTABLE	INCONTABLE	INCONTABLE
28	M	San Ramón	54	0	60
29	P	Crucero Alpuyeca	2	1	4
30	P	Emiliano Zapata	INCONTABLE	INCONTABLE	N.A.
31	M	Palo Bolero	920	20	INCONTABLE

M: Manantial P:pozo

*Fuente: CONAGUA (2002)*

**Anexo A-3.1** Resultados de los análisis efectuados a los pozos del municipio de Cuernavaca

No.	Pozo	Ph	Temperatura	Color	Alcalinidad total	Cloro libre	Cromo hexavalente	Dureza total	Nitrogeno amoniacal	Nitratos
	Límite de la norma	6,5 a 8,5		20	400 mg/l	0.2 mg/l	0.05 mg/l	300 mg/l	0.50 mg/l	5 mg/l
1	ocoatepec 1	8.3	ND	5	65.00	24.82	MLD	32.7	MLD	MLD
2	ocoatepec 2	7.0	10.0	5	55.00	MLD	MLD	35.8	MLD	MLD
3	amate	6.7	10.0	5	72.50	MLD	MLD	38.7	MLD	MLD
4	bugambilias	7.8	ND	5	50.00	MLD	MLD	36.6	MLD	MLD
5	pedro de alvarado	7.3	19.5	5	52.50	MLD	MLD	40.3	MLD	0.14
6	J. Ventura Ferreira	7.4	19.5	5	62.50	MLD	0.005	34.7	MLD	MLD
7	Reforma	6.7	19.5	5	2.50	MLD	MLD	48.2	MLD	MLD
8	Melchor ocampo	7.4	20.5	5	107.50	MLD	MLD	98.7	MLD	MLD
9	Loma Bonita	6.7	19.0	5	110.00	MLD	MLD	57.9	MLD	MLD
10	Antonio Barona 2	7.8	17.0	5	45.00	MLD	MLD	36.1	MLD	MLD
11	Antonio Barona 1	6.5	18.0	5	72.50	MLD	MLD	43.4	MLD	MLD
12	delicias 1	6.5	10.0	5	52.50	MLD	MLD	40.2	MLD	0.16
13	delicias 2	7.3	18.0	5	62.50	MLD	MLD	39.4	MLD	0.19
14	Chapultepec	7.5	17.5	5	60.00	MLD	MLD	40.2	MLD	MLD
15	Los Volcanes	6.8	21.0	5	57.50	MLD	MLD	45.6	MLD	0.22
16	Jardines de Cuernavaca	7.4	18.0	5	42.50	MLD	MLD	42.2	MLD	0.11
17	Vista Hermosa	6.7	18.0	5	70.00	MLD	MLD	38.1	MLD	MLD
18	El Mogote	7.8	21.0	5	90.00	MLD	MLD	56.6	MLD	MLD
19	Lienzo Charro	6.8	18.0	5	55.00	MLD	MLD	31.4	MLD	MLD
20	Loma Linda	7.7	20.0	5	62.50	MLD	MLD	49.4	MLD	MLD
21	El Mirador	7.5	ND	MLD	55.00	MLD	MLD	38.9	MLD	1.52
22	Pozo Rancho Cortés	7.8	ND	5	50.00	MLD	MLD	48	MLD	MLD
23	Tetela	7.3	ND	5	82.50	MLD	MLD	52.1	MLD	MLD
24	Del Bosque	7.5	19.0	MLD	70.00	MLD	MLD	55.9	MLD	0.16
25	Emiliano Zapata	7.5	19.0	5	52.50	MLD	MLD	70.9	MLD	MLD
26	Satelite IV Sección	7.2	18.0	5	65.00	MLD	MLD	41.5	1.29	MLD
27	Revolución	7.1	20.5	5	77.50	MLD	MLD	42.5	MLD	MLD
28	El Rastro	7.2	19.0	5	57.50	MLD	MLD	97.4	MLD	0.11
29	Lomas del pinar	14.2	16.0	5	72.50	MLD	MLD	41.8	MLD	MLD
30	Lomas Tetela	7.8	20.8	5	110.00	MLD	MLD	44	MLD	MLD
31	Hacienda de Tetela	7.8	19.0	MLD	125.00	MLD	MLD	49	MLD	MLD
32	Atzingo	7.3	19.0	MLD	62.50	MLD	MLD	49.9	0.07	MLD
33	Lomas de San Antón	9.5	20.0	5	537.50	1.77	0.005	161.6	MLD	MLD
34	Club de Golf	7.0	19.0	5	32.50	MLD	MLD	120.8	MLD	MLD
35	La Lagunilla	6.8	19.0	5	40.00	MLD	MLD	60.5	0.14	MLD
36	Alta Vista	6.9	19.0	5	52.50	MLD	MLD	69.8	MLD	MLD
37	La Soledad	7.3	18.0	5	20.00	MLD	MLD	64.7	1.92	MLD
38	Sompancle	7.0	18.0	5	65.00	MLD	MLD	47.1	MLD	0.49
39	Unidad Morelos	8.7	21.0	MLD	7.50	MLD	MLD	54.8	MLD	0.79
40	Tanque Flores Magon	8.7	19.0	5	32.50	MLD	MLD	44.9	MLD	0.68
41	Palmira	8.9	20.0	5	87.50	MLD	MLD	106.8	0.9	0.71
42	Jardines de Acatzingo	7.5	20.0	5	92.50	MLD	MLD	95.1	MLD	MLD
43	Amatlan	7.8	20.0	MLD	92.50	MLD	MLD	100.5	MLD	1.29
44	Maravillas	14.0	18.0	5	50.00	MLD	MLD	48.5	MLD	0.63

**Anexo A-3.1** continuación.

No.	Pozo	Ph	Temperatura	Color	Alcalinidad total	Cloro libre	Cromo hexavalente	Dureza total	Nitrogeno amoniacal	Nitratos
45	Túnel Cuauhtemoc	7.5	17.0	5	47.50	MLD	MLD	64.2	MLD	0.69
46	Chapultepec 2 Noria	7.2	17.0	5	60.00	MLD	MLD	54.5	MLD	0.99
47	Chipitlan la mina	6.6	20.0	20	80.00	MLD	MLD	93.6	MLD	MLD
48	Investigaciones electricas	5.4	21.0	5	137.50	MLD	0.005	115.1	MLD	0.71
49	Chamilpa Universidad 1	6.9	17.0	5	120.00	MLD	0.005	97.3	MLD	0.37
50	Chamilpa Universidad2	9.8	16.0	5	42.50	MLD	0.006	45.1	MLD	1.12
51	Túnel Santa María	7.7	12.0	MLD	10.00	MLD	MLD	35.9	MLD	1
52	Cuarteles	7.4	16.0	5	32.50	MLD	MLD	38.5	0.14	1.48
53	Insurgentes	6.9	18.0	5	47.50	MLD	MLD	30.5	MLD	0.69

Anexo A-3.1 continuación.

Pozo	Nombre del pozo	Oxígeno disuelto en medio ácido	Sulfatos	SAAM	Fenoles	Fluoruros	Fosfatos	Sólidos Totales	Cianuros
	Norma	3 mg/L	250 mg/l	0.5 mg/L	0.001 mg/l	1.5 mg/l	0.1 mg/l	1000 mg/l	0.05 mg/l
1	ocoatepec 1	MLD	MLD	MLD	MLD	0.30	0.13	124	MLD
2	ocoatepec 2	16.96	4.98	0.22	MLD	0.40	0.13	80	MLD
3	Amate	MLD	MLD	MLD	MLD	0.30	0.08	188	MLD
4	bugambilias	MLD	4.98	MLD	0.43	MLD	0.08	193	MLD
5	pedro de Alvarado	MLD	6.14	MLD	MLD	0.40	0.04	204	MLD
6	J. Ventura Ferreira	MLD	4.81	MLD	MLD	0.40	0.08	172	MLD
7	Reforma	MLD	4.32	MLD	0.76	0.38	0.1	288	MLD
8	Melchor ocampo	MLD	6.14	0.02	MLD	0.31	0.23	262	MLD
9	Loma Bonita	MLD	4.98	3.38	MLD	0.35	0.23	236	MLD
10	Antonio Barona 2	MLD	MLD	MLD	0.2	0.31	MLD	218	MLD
11	Antonio Barona 1	MLD	4.98	0.04	0.22	0.35	0.2	216	MLD
12	delicias 1	MLD	4.98	0.08	MLD	0.31	0.23	198	MLD
13	delicias 2	MLD	MLD	0.3	MLD	0.39	MLD	212	MLD
14	Chapultepec	MLD	0.14	MLD	MLD	0.31	0.13	238	MLD
15	Los Volcanes	MLD	MLD	MLD	MLD	0.32	0.29	134	MLD
16	Jardines de Cuernavaca	16	MLD	0.01	MLD	0.32	0.1	80	MLD
17	Vista Hermosa	MLD	MLD	0.06	0.25	0.32	0.1	130	MLD
18	El Mogote	MLD	6.14	MLD	MLD	0.31	0.23	266	MLD
19	Lienzo Charro	4.99	MLD	MLD	MLD	0.30	9.14	314	MLD
20	Loma Linda	4.99	3.62	MLD	0.17	0.30	0.13	248	MLD
21	El Mirador	MLD	MLD	MLD	MLD	0.29	0.13	224	MLD
22	Pozo Rancho Cortés	MLD	4.48	MLD	MLD	0.30	0.1	120	MLD
23	Tetela	MLD	3.99	MLD	MLD	0.29	0.1	252	MLD
24	Del Bosque	8.61	6.4	MLD	MLD	0.40	0.27	252	MLD
25	Emiliano Zapata	MLD	6.14	MLD	MLD	0.33	0.25	304	MLD
26	Satelite IV Sección	MLD	4.98	MLD	9.17	0.40	9.25	203	MLD
27	Revolución	MLD	4.99	MLD	9.25	0.35	0.16	292	MLD
28	El Rastro	MLD	3.48	0.01	MLD	0.39	MLD	72	MLD
29	Lomas del pinar	MLD	MLD	0.01	MLD	MLD	0.1	32.8	MLD
30	Lomas Tetela	MLD	MLD	MLD	MLD	MLD	0.08	252	MLD
31	Hacienda de Tetela	MLD	3.48	MLD	MLD	MLD	0.1	134	MLD
32	Atzingo	MLD	MLD	MLD	MLD	0.10	0.03	160	MLD
33	Lomas de San Antón	MLD	MLD	MLD	MLD	0.35	0.08	124	MLD
34	Club de Golf	MLD	MLD	MLD	0.17	MLD	0.23	330	MLD
35	La Lagunilla	MLD	MLD	0.02	MLD	MLD	0.3	190	MLD
36	Alta Vista	MLD	MLD	MLD	MLD	0.20	0.81	206	MLD
37	La Soledad	2.59	MLD	MLD	MLD	MLD	0.23	298	MLD
38	Sompancle	4.63	MLD	0.18	MLD	MLD	0.13	168	MLD
39	Unidad Morelos	9.26	MLD	0.07	MLD	MLD	0.23	228	MLD
40	Tanque Flores Magon	13.88	MLD	MLD	MLD	MLD	0.13	162	MLD
41	Palmira	MLD	MLD	MLD	MLD	MLD	0.16	24	MLD
42	Jardines de Acapatzingo	MLD	6.14	MLD	0.68	0.10	0.15	248	MLD

**Anexo A-3.1** continuación.

Pozo	Nombre del pozo	Oxígeno disuelto en medio ácido	Sulfatos	SAAM	Fenoles	Fluoruros	Fosfatos	Sólidos Totales	Cianuros
43	Amatlan	MLD	8.63	MLD	MLD	MLD	0.13	200	MLD
44	Maravillas	MLD	6.14	MLD	MLD	0.10	0.29	98	MLD
45	Túnel Cuauhtemoc	MLD	10	MLD	MLD	MLD	0.29	200	MLD
46	Chapultepec 2 Noria	11.17	2.3	0.14	MLD	MLD	0.23	90	MLD
47	Chipitlan la mina	MLD	2.3	0.04	MLD	0.15	0.23	100	MLD
48	Investigaciones electricas	MLD	MLD	MLD	MLD	0.10	0.16	68	MLD
49	Chamilpa Universidad 1	9.26	MLD	0.15	MLD	0.10	0.13	114	MLD
50	Chamilpa Universidad2	MLD	MLD	0.01	0.42	0.01	0.1	154	MLD
51	Túnel Santa María	5.74	MLD	MLD	MLD	0.30	0.1	88	MLD
52	Cuarteles	MLD	6.14	MLD	MLD	MLD	0.08	104	MLD
53	Insurgentes	6.89	6.14	MLD	MLD	0.28	0.1	90	MLD

MLD: Menor al límite de detección

*Fuente: Ramírez (1995)*

### Anexo A-3.2. Resultados microbiológicos

Procedencia de la muestra	Nombre:	Mesofilos aerobios MF TGE UFC ml	Coliformes totales MF ENDO UFC 100 ml	Coliformes fecales MF FC UFC 100 ml
1	Pozo ocotepec no. 1	0	0	Negativo
	1a t.d.	11	2	Negativo
2	Pozo ocotepec no. 2	21	0	Negativo
	2a t.d.	0	4	Negativo
3	Pozo el amate	Incontables	Incontables	Negativo
	3a Depósito Pozo el amate	6	0	Negativo
4	Pozo bugambilias	31	30	Positivo
	4a t.d.	23	70	Negativo
	4b t.d.	54	Incontables	Positivo
	4c cisterna t.d.	0	7	Positivo
5	Pozo Pedro de Alvarado	Incontables	Incontables	Positivo
	5a t.d.	Incontables	Incontables	Negativo
6	Pozo J. Ventura Ferreiro SEP	13	Incontables	Negativo
	6a t.d.	2	6	Negativo
7	Pozo Reforma	20	Incontables	Positivo
	7a t.d.	Incontables	56	Positivo
8	Pozo Melchor Ocampo	8	19	Negativo
	8a t.d.	23	Incontables	Negativo
	8b t.d.	1	Incontables	Positivo
9	Pozo Loma Bonita	6	18	Negativo
	9a t.d.	Incontables	Incontables	Positivo
10	Pozo Antonio Barona no.1	1	Incontables	Positivo
	10a t.d.	Incontables	Incontables	Positivo
11	Pozo Antonio Barona no.2	0	16	Negativo
	11a Depósito Antonio Barona no.2	0	0	Negativo
	11a t.d.	0	Incontables	Negativo
12	Pozo Delicias no.1	0	3	Negativo
	12a t.d.	0	0	Negativo
13	Pozo Delicias no.2	Incontables	Incontables	Positivo
	13a t.d.	0	0	Negativo
	13b Pozo Delicias 1y2	0	0	Negativo
14	Pozo Chapultepec	Incontables	Incontables	Positivo
	14a t.d.	0	Incontables	Positivo
15	Pozo los volcanes	6	Incontables	Positivo
	15a t.d.	Incontables	13	Positivo
16	Pozo Jardines de Cuernavaca	Incontables	Incontables	Positivo
	16a t.d.	2	9	Negativo
	16b t.d. (Filtro Instapura)	0	2	Negativo
	16c t.d.	0	Incontables	Positivo
17	Pozo Vista Hermosa	1	Incontables	Negativo
	17a t.d.	6	Incontables	Positivo
	17b t.d.	3	16	Negativo
18	Pozo el mogote	Incontables	Incontables	Negativo
	18a t.d.	0	133	Positivo
19	Pozo Lienzo Charro	3	Incontables	Positivo
	19a t.d.	3	0	Negativo
20	Pozo Loma Linda	8	Incontables	Positivo
21	Pozo el Mirador Rancho Tetela	5	Incontables	Positivo

Anexo A-3.2 continuación.

Procedencia de la muestra	Nombre:	Mesofilos aerobios MF TGE UFC ml	Coliformes totales MF ENDO UFC 100 ml	Coliformes fecales MF FC UFC 100 ml
	21 a Depósito Pozo el Mirador Rancho T.	0	0	Negativo
22	Pozo Rancho Cortés no.2 Barranca	Incontables	Incontables	Positivo
	22a t.d.	27	Incontables	Positivo
	22b t.d.	Incontables	6	Negativo
23	Pozo Tetela	Incontables	Incontables	Positivo
	23a t.d.	Incontables	Incontables	Positivo
24	Pozo del Bosque Satelite	Incontables	Incontables	Positivo
	24a t.d.	7	0	Negativo
25	Pozo Emiliano Zapata	Incontables	Incontables	Positivo
	25a t.d.	0	0	Negativo
26	Pozo Satelite IV Sección	7	33	Positivo
	26a t.d.	Incontables	Incontables	Negativo
27	Pozo Revolución col. Revolución	9	Incontables	Positivo
	27a t.d.	0	0	Negativo
28	Pozo El Rastro	149	2	Negativo
	28a t.d.	Incontables	3	Negativo
29	Pozo Fracc. Lomas Pinar	18	Incontables	Negativo
	29a t.d.	33	Incontables	Negativo
	29b t.d.	Incontables	Incontables	Negativo
30	Pozo Lomas Tetela	3	2	Negativo
31	Pozo Hacienda Tetela	0	18	Negativo
32	Pozo Atzingo	Incontables	Incontables	Negativo
	32a t.d.	Incontables	Incontables	Negativo
33	Pozo San Anton	47	Incontables	Negativo
	33a t.d.	2	3	Negativo
	33b t.d.	0	122	Positivo
	33c t.d. filtro Turmix	2	6	Negativo
	33d t.d.	Incontables	Incontables	Positivo
34	Pozo Club de Golf	Incontables	100	Negativo
	34a t.d.	Incontables	Incontables	Negativo
35	Pozo la Lagunilla	Incontables	0	Negativo
	35a Depósito la Lagunilla	Incontables	Incontables	Negativo
	35 b T.D.	15	Incontables	Negativo
	35 c T.D.	Incontables	Incontables	Negativo
36	Pozo Alta vista	3	5	Negativo
	36 a T.D.	11	Incontables	Negativo
37	Pozo La soledad	4	8	Negativo
	37 a T.D.	Incontables	Incontables	Positivo
	37b T.D.	20	4	Positivo
38	Sompancle	7	Incontables	Negativo
	38 a Depósito Rancho Tetela	52	Incontables	Negativo
	38 b T.D.	32	0	Negativo
39	Depósito Mor./ Pozo Unidad Mor.	No se realizó	Análisis	Microbiológico
40	Pozo tanque Flores Magon	Incontables	Incontables	Positivo
	40a T.D.	Incontables	Incontables	Negativo
	40 b T.D. (Filtro hidrofílo)	0	5	Negativo
	40 c T.D.	0	3	Negativo
41	Pozo Palmira	0	Incontables	Negativo

Anexo A-3.2 continuación.

Procedencia de la muestra	Nombre:	Mesofilos aerobios MF TGE UFC ml	Coliformes totales MF ENDO UFC 100 ml	Coliformes fecales MF FC UFC 100 ml
	41 a T.D.	Incontables	Incontables	Positivo
42	Pozo Jardines de Acatzingo	Incontables	Incontables	Negativo
	42a T.D.	Incontables	6	Positivo
43	Pozo Amatitlan	14	Incontables	Negativo
	43a T.D.	41	0	Positivo
44	Pozo Maravillas	Incontables	Incontables	Negativo
	44a T.D.	27	Incontables	Positivo
45	Pozo Carcamo/Tunel 2a Priv. Cuauht	Incontables	Incontables	Positivo
	45a T.D.	5	4	Negativo
	45 b T.D.	Incontables	Incontables	Negativo
	45c T.D. Agua electropura	0	1	Negativo
	45d T.D.	Incontables	Incontables	Negativo
	45e T.D.	0	116	Negativo
	45f T.D.	2	1	Negativo
	45g T.D./Sistema de filtrado INNOVA	12	1	Positivo
46	Pozo Chapultepec no. 2	Incontables	Incontables	Positivo
47	Pozo Chipitlan /la mina	Incontables	Incontables	Negativo
	47a T.D.	6	5	Negativo
	47b T.D.	Incontables	70	Negativo
48	Pozo Inst. Investigaciones Electricas	5	0	Negativo
	48a T.D.	Incontables	0	Negativo
49	Pozo Chamilpa Universidad no.1	Incontables	12	Positivo
	49a T.D.	44	Incontables	Negativo
50	Pozo Chamilpa Universidad no.2	Incontables	Incontables	Negativo
	50a. T.D.	7	8	Negativo
51	Pozo Túnel/ Carcamo Santa María	1	34	Negativo
	51a T.D.	9	5	Positivo
52	Pozo Cuarteles	6	Incontables	Negativo
	52a T.D.	Incontables	Incontables	Positivo
53	Pozo Insurgentes	98	3	Negativo
	53 a T.D.	Incontables	257	Negativo
	53b (Viene de Pozo particular)	0	50	Negativo

Fuente: Ramírez (1995)

**Anexo A-4. 1 Migración.** Valores absolutos y porcentajes por categoría censal.

1990	Población	Población nacida en la entidad	Población nacida fuera de la entidad	Población de 5 años y más residente fuera de la entidad	% Población nacida en la entidad	% Población nacida fuera de la entidad
<b>Altavista 013-4</b>	11603	7041	4487	941	60.13	<b>39.22</b>
<b>049-2</b>	508	247	258	142		
<b>097-1</b>	3103	1860	1222	295		
<b>Total Altavista</b>	15,214	9,148	5,967	1,378		
<b>Sacatierra 014-9</b>	9488	6471	2940	619	66.22	<b>32.97</b>
<b>050-5</b>	654	181	470	192		
<b>099-0</b>	4846	3273	1532	301		
<b>Total Sacatierra</b>	14,988	9,925	4,942	1,112		
<b>Total Cuernavaca</b>	279,187	160,729	116,446	32,141		
<b>Altavista 097-1</b>	3,610	2,250	1,179	665	64.65	<b>31.84</b>
<b>116-6</b>	4,892	3,035	1,697	1,026		
<b>137-8</b>	5,630	3,851	1,623	898		
<b>Total Altavista</b>	14,132	9,136	4,499	2,589		
<b>Sacatierra 098-6</b>	4,464	2,984	1,324	720	63.20	<b>33.22</b>
<b>099-0</b>	4,097	2,703	1,229	856		
<b>100-5</b>	5,277	3,058	2,044	1,095		
<b>Total Sacatierra</b>	13,838	8,745	4,597	2,671		
Total Cuernavaca	<b>327,162</b>	<b>187,149</b>	<b>127,113</b>	<b>67,624</b>		

*Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)*

**Anexo A-4.2 Migración.** Cocientes por categoría censal.

	Población nacida en la entidad	Población nacida fuera de la entidad	Población de 5 años y más residente fuera de la entidad
<b>1990 Altavista</b>	1.044	0.940	<b>0.787</b>
<b>Sacatierra</b>	1.150	0.791	<b>0.644</b>
<b>2000 Altavista</b>	1.130	0.819	<b>0.886</b>
Sacatierra	<b>1.105</b>	<b>0.855</b>	<b>0.934</b>

*Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)*

**Anexo A-4.3 PEA ocupada.** Valores absolutos por categoría censal.

Altavista 1990	PEAO. 1°	PEAO. 2°	PEAO. 3°
013-4	3,770	1,332	2,321
049-2	186	30	154
097-1	996	308	659
<b>Total Altavista</b>	<b>4,952</b>	<b>1,670</b>	<b>3,134</b>
Sacatierra	3,380	788	2,468
014-9			
050-5	246	40	201
099-0	1,748	491	1,208
<b>Total Sacatierra</b>	<b>5,374</b>	<b>1,319</b>	<b>3,877</b>
<b>Total Cuernavaca</b>	<b>95,492</b>	<b>27,097</b>	<b>63,806</b>
Altavista 2000	1,334	330	945
097-1			
116-6	1,995	548	1,353
137-8	2,300	617	1,566
<b>Total Altavista</b>	<b>5,629</b>	<b>1,495</b>	<b>3,864</b>
Sacatierra	1,892	391	1,413
098-6			
099-0	1,779	373	1,334
100-5	2,275	504	1,677
<b>Total Sacatierra</b>	<b>5,946</b>	<b>1,268</b>	<b>4,424</b>
<b>Total Cuernavaca</b>	<b>134,149</b>	<b>30,151</b>	<b>96,095</b>

*Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)*

**Anexo A-4.4 PEA ocupada.** Porcentajes y cocientes por categoría censal.

1990	% PEA ocupada en el sector secundario	% PEA ocupada en el sector terciario	Cociente de especialización	
			Participación de Altavista en el sector secundario	Participación de Altavista en el sector terciario
Altavista	33.72	63.29	1.188	0.947
Sacatierra	24.54	72.14	0.865	1.080
2000 Altavista	26.56	68.64	1.182	0.958
Sacatierra	21.33	74.40	0.949	1.039

*Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)*

**Anexo A-4.5 Rangos de ingresos.** Valores absolutos por categoría censal.

Altavista Agebs 1990	Población económicamente activa ocupada	Población ocupada con menos de un salario mínimo mensual de ingreso	Población ocupada con un salario mínimo mensual de ingreso y hasta dos salarios mínimos de ingreso	Población ocupada con más de 2 salarios mínimos mensuales de ingreso y hasta 5 salarios mínimos de ingreso
<b>013-4</b>	3,770	531	1,509	1,323
<b>049-2</b>	186	15	53	74
<b>097-1</b>	996	99	349	434
<b>Total Altavista</b>	<b>4,952</b>	<b>645</b>	<b>1,911</b>	<b>1,831</b>
<b>014-9</b>	3,380	459	1,340	1,236
<b>050-5</b>	246	23	74	67
<b>099-0</b>	1,748	235	712	580
<b>Total Sacatierra</b>	<b>5,374</b>	<b>717</b>	<b>2,126</b>	<b>1,883</b>
<b>Total Cuernavaca</b>	<b>95,492</b>	<b>11,852</b>	<b>37,810</b>	<b>33,082</b>
<b>Altavista 2000 097-1</b>	1,334	87	384	558
<b>116-6</b>	1,995	192	695	695
<b>137-8</b>	2,300	228	776	860
<b>Total Altavista</b>	<b>5,629</b>	<b>507</b>	<b>1,855</b>	<b>2,113</b>
<b>Sacatierra 098-6</b>	1,892	182	517	742
<b>099-0</b>	1,779	146	541	661
<b>100-5</b>	2,275	144	633	761
<b>Total Sacatierra</b>	<b>5,946</b>	<b>472</b>	<b>1,691</b>	<b>2,164</b>
<b>Total Cuernavaca</b>	<b>134,149</b>	<b>10,459</b>	<b>37,939</b>	<b>47,815</b>

*Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)*

**Anexo A-4.6 Rangos de ingresos.** Porcentajes y cocientes por categoría censal.

	% población con < 1 salario	% Población con salario 1<S.M.<2	% Población con salario 2<S.M.<5	% Población > 5 S.M.
<b>1990 Altavista</b>	13.03	38.59	36.97	11.41
<b>Cociente</b>	1.049	0.975	1.067	0.855
<b>Sacatierra</b>	13.34	39.56	35.04	12.06
<b>Cociente</b>	1.075	0.999	1.011	0.903
<b>2000 Altavista</b>	9.01	32.95	37.54	11.32
<b>Cociente</b>	1.155	1.165	1.053	0.654
<b>Sacatierra</b>	7.94	28.44	36.39	17.02
<b>Cociente</b>	1.018	1.006	1.021	0.984

*Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)*

**Anexo A-4.7 Materiales de construcción.** Valores absolutos por categoría censal.

Agebs	Viviendas particulares habitadas	Viviendas particulares con piso de cemento	Viviendas particulares con techos de materiales ligeros, naturales y precarios (lamina, asbesto, cartón o metal)	Viviendas particulares con techos de losa
<b>Altavista 1990</b>	2362	1562	703	1606
<b>013-4</b>				
<b>049-2</b>	131	51	7	119
<b>097-1</b>	663	363	186	464
<b>Total Altavista</b>	<b>3,156</b>	<b>1,976</b>	<b>896</b>	<b>2,189</b>
<b>014-9</b>	2323	1426	454	1734
<b>050-5</b>	171	31	8	153
<b>099-0</b>	1172	781	278	848
<b>Total Sacatierra</b>	<b>3,666</b>	<b>2,238</b>	<b>740</b>	<b>2,735</b>
<b>Total Cuernavaca</b>	<b>62,572</b>	<b>33,986</b>	<b>15,314</b>	<b>44,450</b>
<b>097-1</b>	851	790	155	680
<b>116-6</b>	1,157	1,110	237	920
<b>137-8</b>	1,247	1,165	273	963
<b>Total Altavista</b>	<b>3,255</b>	<b>3,065</b>	<b>665</b>	<b>2,563</b>
<b>098-6</b>	1,069	1,012	175	875
<b>099-0</b>	1,067	1,051	176	880
<b>100-5</b>	1,236	1,180	218	1,008
<b>Total Sacatierra</b>	<b>3,372</b>	<b>3,243</b>	<b>569</b>	<b>2,763</b>
<b>Total Cuernavaca</b>	<b>79,922</b>	<b>76,759</b>	<b>14,870</b>	<b>64,427</b>

*Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)*

**Anexo A-4.8 Materiales de construcción.** Porcentajes y cocientes por categoría censal.

	% Viviendas particulares con piso de cemento	% Viviendas particulares con techos de materiales ligeros, naturales y precarios(lamina, asbesto, cartón o metal)	% Viviendas particulares con techos de losa de concreto
<b>Altavista 1990</b>	62.61	28.39	69.36
<b>Cociente</b>	1.153	1.160	0.976
<b>Sacatierra</b>	61.05	20.19	74.60
<b>Cociente</b>	1.124	0.825	1.050
<b>Altavista 2000</b>	94.16	20.43	78.74
<b>Cociente</b>	0.980	1.098	0.977
<b>Sacatierra</b>	96.17	16.87	81.94
<b>Cociente</b>	1.001	0.907	1.016

*Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)*

**Anexo A-5.1 Agua potable tipos de conexión. Valores absolutos por categoría censal.**

Agebs	Viviendas particulares habitadas	Viviendas particulares con agua entubada en la vivienda	Viviendas particulares con agua entubada en el predio	Viviendas particulares con agua en llave pública
<b>Altavista 1990 013-4</b>	2362	1352	832	54
<b>049-2</b>	131	121	5	*
<b>097-1</b>	663	428	192	13
<b>Total Altavista</b>	<b>3,156</b>	<b>1,901</b>	<b>1,029</b>	<b>67</b>
<b>Sacatierra 014-9</b>	2,323	1,524	702	21
<b>050-5</b>	171	155	9	*
<b>099-0</b>	1,172	742	392	4
<b>Total Sacatierra</b>	<b>3,666</b>	<b>2,421</b>	<b>1,103</b>	<b>25</b>
<b>Total Cuernavaca</b>	<b>62,572</b>	<b>40,538</b>	<b>16,717</b>	<b>1,573</b>
<b>Altavista 2000 097-1</b>	851	672	149	12
<b>116-6</b>	1,157	790	338	26
<b>137-8</b>	1,247	891	284	44
<b>Total Altavista</b>	<b>3,255</b>	<b>2,353</b>	<b>771</b>	<b>82</b>
<b>098-6</b>	1069	812	201	35
<b>099-0</b>	1067	820	222	10
<b>100-5</b>	1236	949	244	17
<b>Total Sacatierra</b>	<b>3,372</b>	<b>2,581</b>	<b>667</b>	<b>62</b>
<b>Total Cuernavaca</b>	<b>79,922</b>	<b>59,271</b>	<b>15,938</b>	<b>2,768</b>

\*Valores no indicados en el censo

*Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)*

**Anexo A-5.2 Agua potable tipos de conexión. Porcentajes y cocientes por categoría censal.**

	% Viviendas particulares con agua entubada en la vivienda	% Viviendas particulares con agua entubada en el predio	% Viviendas particulares con agua en llave pública
<b>Altavista 1990</b>	60.23	32.60	2.12
<b>Cociente</b>	0.930	1.220	0.844
<b>Sacatierra</b>	66.04	30.09	0.68
<b>Cociente</b>	1.019	1.126	0.271
<b>Altavista 2000</b>	72.29	23.69	2.52
<b>Cociente</b>	0.975	1.188	0.727
<b>Sacatierra</b>	76.54	19.78	1.84
<b>Cociente</b>	1.032	0.992	0.531

*Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)*

**Anexo A-5.3. Drenaje Tipos de conexión.** Valores absolutos por categoría censal.

	Viviendas particulares habitadas	Viviendas particulares con drenaje conectado a la calle	Viviendas particulares con drenaje conectado a suelo, fosa
<b>Altavista 1990</b>	2,362	1,351	727
<b>013-4</b>			
<b>049-2</b>	131	63	63
<b>097-1</b>	663	491	114
<b>Total Altavista</b>	<b>3,156</b>	<b>1,905</b>	<b>904</b>
<b>014-9</b>	2,323	1,480	685
<b>050-5</b>	171	74	90
<b>099-0</b>	1,172	544	570
<b>Total Sacatierra</b>	<b>3,666</b>	<b>2,098</b>	<b>1,345</b>
<b>Total Cuernavaca</b>	<b>62,572</b>	<b>36,403</b>	<b>19,842</b>
<b>097-1</b>	851	515	310
<b>116-6</b>	1,157	509	635
<b>137-8</b>	1,247	673	542
<b>Total Altavista</b>	<b>3,255</b>	<b>1,697</b>	<b>1,487</b>
<b>Altavista 2000</b>	1,069	744	287
<b>098-6</b>			
<b>099-0</b>	1,067	504	549
<b>100-5</b>	1,236	578	635
<b>Total Sacatierra</b>	<b>3,372</b>	<b>1,826</b>	<b>1,471</b>
<b>Total Cuernavaca</b>	<b>79,922</b>	<b>47,057</b>	<b>30,531</b>

*Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)*

**Anexo A-5.4. Drenaje Tipos de conexión.** Porcentajes y cocientes por categoría censal.

	% Viviendas particulares con drenaje conectado a la calle	% Viviendas particulares con drenaje conectado a suelo, fosa	% Viviendas sin drenaje
<b>Altavista 1990</b>	60.36	28.64	10.99
<b>Cociente</b>	1.038	0.903	1.087
<b>Sacatierra</b>	57.23	36.69	6.08
<b>Cociente</b>	0.984	1.157	0.602
<b>Altavista 2000</b>	52.14	45.68	2.18
<b>Cociente</b>	0.885	1.196	0.747
<b>Sacatierra</b>	54.15	43.62	2.22
<b>Cociente</b>	0.920	1.142	0.762

*Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (1990) (2000)*