



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN URBANISMO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN  
DESARROLLO URBANO Y REGIONAL

**REGENERACIÓN URBANO-AMBIENTAL DE LA CUENCA  
HIDROLÓGICA QUE ABASTECE A LA PRESA MADÍN**

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
MAESTRA EN URBANISMO

PRESENTA  
**SOFIA RANGEL FIGUEROA**

TUTORA: MTRA. MA. DE LOS ANGELES PUENTE GARCÍA  
POSGRADO DE URBANISMO, FES ACATLAN

NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO, NOVIEMBRE DE 2015



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## Agradecimientos y Dedicatorias

Mi más profundo agradecimiento a la Universidad Nacional Autónoma de México, por haberme permitido, una vez más, ser parte de su comunidad y a la Coordinación de Estudios de Posgrado por la beca que generosamente me otorgó para poder realizar esta maestría.

A la memoria de la Mtra. Estelita Castillo Chávez, quien fue mi primer contacto con el urbanismo y a quien sigo extrañando, gracias por tu alegría!...

A todos los maestros que muestran entusiasmo y compromiso por enseñar y formar mejores ciudadanos. Gracias al Dr. Mario Camacho que con paciencia y esmero me orientó para realizar este trabajo; a la Mtra. Ma. de los Ángeles Puente quien con gusto aceptó ser mi tutora; a mis sinodales, Dra. Clara Elena Martín del Campo, Dra. Cristina Casas, Mtra. Ángeles Miranda y Mtro. Enrique De Larrea por haber participado en la revisión de mi trabajo, sus comentarios, dudas y sugerencias, sirvieron para mejorarlo... Un reconocimiento especial a la Mtra. Ángeles Miranda, por su revisión exhaustiva y sus comentarios siempre asertivos y enriquecedores, ejemplo de compromiso y responsabilidad.

A mi mamá que siempre tiene una palabra de aliento, aún en las condiciones más desfavorables, tu valor es un ejemplo. A mis hermanos Arturo y Ricardo, por ser buenos guías en los temas nuevos para mí, a mi papá, y a mis adorados sobrinos Itza y Cui por ser la alegría más bella que me ha dado la vida.

A mis queridos compañeros de generación, por haber compartido su experiencia y alegría en estos dos años, gracias a mi entrañable equipo de trabajo Alejandro Granados y Gabriel Lechuga, con quienes las desveladas resultaron un deleite en busca del saber, gracias por haber compartido esta maestría, sus libros y su conocimiento, un placer trabajar con ustedes... Un reconocimiento especial a mi queridísimo amigo Gabriel, que fue un compañero inigualable durante la maestría, y el crítico más severo de esta tesis, Gracias por tu ayuda, pero sobre todo, gracias por tu amistad.

No podía faltar un agradecimiento especial a Tere Lechuga y Arturo Ramos, que durante dos años, estuvieron apoyando el trabajo en equipo y alentándonos a hacer las tareas, siempre mejor, gracias por todo, los quiero!... y finalmente, gracias a todas las personas que siempre tienen palabras de aliento y de cariño para que me mantenga siempre de pie, esperando lo que venga!

## Contenido

	Pág.
<b>Introducción</b>	1
<b>Capítulo I. Importancia de las cuencas hidrológicas en el desarrollo urbano</b>	7
1.1 Justificación	10
1.2 Objetivos	12
1.3 Supuesto Básico	13
1.4 Método de investigación	13
<b>Capítulo II. La Cuenca Hidrológica vista como un sistema ambiental y urbano</b>	15
2.1 Teoría General de Sistemas	16
2.2 La cuenca hidrológica como unidad de investigación	22
2.3 Regeneración ambiental y urbana en la cuenca hidrológica, como elemento fundamental del equilibrio	28
2.4 Modelo de Investigación	30
<b>Capítulo III. El Crecimiento Urbano y su relación con las Cuencas Hidrológicas</b>	35
3.1 El proceso de urbanización	36
3.2 El crecimiento urbano en la ZMVM	41
3.3 Evolución del fenómeno urbano	43
3.4 Situación actual del agua y de las Cuencas Hidrológicas en México	45
3.5 La Cuenca Hidrológica del Valle de México	49
3.6 Principales causas y fuentes de contaminación en los acuíferos	53
3.7 Reflexiones de otros casos de estudio	54
<b>Capítulo IV. Situación actual de la Cuenca Hidrológica de la Presa Madín</b>	57
4.1 Localización geográfica y características relevantes del objeto de estudio	58
4.2 Regionalización política	63
4.3 Caracterización del medio físico natural de la CHPM	64
4.4 Medio urbano de la CHPM	76
4.5 El fenómeno observado en la Cuenca Media de la CHPM	83



	Pág.
<b>Capítulo V. Evaluación y análisis de la CHPM</b>	95
5.1 Análisis geomorfológico para determinar la aptitud del suelo	96
5.2 Análisis demográfico, social y económico	110
5.3 Factores socioeconómicos que influyen en el deterioro de la CHPM	123
5.4 El proceso de contaminación y los impactos ambientales	127
5.5 Análisis del Marco Legal, Planes y Programas de Gobierno	130
5.6 Reflexión sobre el estado actual de la CHPM	140
<b>Capítulo VI. Propuesta de Estrategias Urbano Ambientales para regenerar la cuenca hidrológica que abastece a la presa Madín</b>	142
6.1 Usos de suelo y reservas territoriales	145
6.2 Declaratoria de usos de suelo	151
6.2.1 Información general de la CHPM	151
6.2.2 Declaratoria de usos de suelo	151
6.2.3 Propuesta de Reglamento de Zonificación y Usos de Suelo de la CHPM	153
<b>Conclusiones y Recomendaciones</b>	173
<b>Bibliografía</b>	182
<b>Glosario de términos</b>	185
<b>Anexo A1. Formatos de la Visita de Campo: Cédula de Observación y Entrevista</b>	191

## Índice de Figuras, Cuadros, Mapas y Gráficas

No.	Figuras	Página
2.1	Sistemas Biológicos	19
2.2	Interacción del sistema social y el ecosistema	24
2.3	Ecosistema de la Cuenca Hidrológica	25
2.4	Modelo de Planeación	30
2.5	La cuenca hidrológica de la presa Madín, vista como un Sistema	31
2.6	Ciclo Hidrológico	32
2.7	Modelo Ecosistémico de la Cuenca Hidrológica de la Presa Madín	33
3.1	Evolución del Crecimiento Poblacional de 1900 a 2010	40
C.1	Mecanismos para asegurar la sustentabilidad de la CHPM	177
C.2	Cinco pilares del sistema de evaluación	179

No.	Cuadros	Página
3.1	Densidad de Población a través del tiempo	40
3.2	Densidad de población de 1950 a 2010	41
3.3	Regiones Hidrológicas Administrativas	46
4.1	Distribución de la Cuenca por superficies de cada municipio	60
4.2	Delimitación de las zonas, alta, media y baja de la cuenca de la Presa Madín, superficie y rango de elevación	65
4.3	Distribución de Equipamientos en la CHPM por municipio	81
5.1	Características del Medio Físico Natural	99
5.2	Criterios de Aptitud Agroforestal	101
5.3	Criterios de Aptitud Forestal	103
5.4	Criterios de Aptitud Agrícola	104
5.5	Criterios de Aptitud Ganadera	105
5.6	Criterios de Aptitud Ecoturismo	107
5.7	Criterios de Aptitud UMA's	109
5.8	Factor de erosión según pendientes	109
5.9	Distribución de la Población por Localidad	110
5.10	Población Total	111
5.11	Población ocupada por municipio y distribución porcentual según sector de actividad económica	117
5.12	Municipios de la CHPM y sus actividades por sector económico	118
5.13	Alineación de Planes de Desarrollo Urbano a nivel Estatal, Regional y Municipal	137

Maestría en Urbanismo  
Desarrollo Urbano Regional

---

No.	Mapas	Página
3.1	Expansión de la ZMVM de 1980-2010	42
3.2	Regiones Hidrológicas Administrativas	47
3.3	Disponibilidad superficial de agua	48
3.4	Acuíferos sobreexplotados	48
3.5	Localización de la Cuenca del Valle de México	50
3.6	Desecación de los lagos del Valle de México	50
4.1	Localización Geográfica del objeto de estudio	59
4.2	Abastecimiento de Agua Potable de la Presa Madín	62
4.3	Delimitación de la Cuenca Hidrológica de la Presa Madín	63
4.4	Rangos de elevaciones presentes en la cuenca alta, media y bajo	65
4.5	Distribución de unidades climatológicas	66
4.6	Rango de pendientes	67
4.7	Geología de la Cuenca de la Presa Madín	68
4.8	Tipos de suelo en la Cuenca de la Presa Madín	69
4.9	Cuenca Hidrológica de la Presa Madín	70
4.10	Rangos de precipitación pluvial total anual	71
4.11	Moda de precipitación pluvial	72
4.12	Rangos de precipitación media anual	72
4.13	Principales usos de suelo en la Cuenca de la Presa Madín	73
4.14	Vegetación de la Cuenca Hidrológica	74
4.15	Degradación del suelo de la CHPM	75
4.16	Equipamiento en la CHPM	82
4.17	Vías de Acceso a la CHPM	83
5.1	Aptitud Agroforestal	101
5.2	Aptitud Forestal	102
5.3	Aptitud Agrícola	104
5.4	Aptitud Ganadera	105
5.5	Aptitud Ecoturismo	106
5.6	Aptitud para Unidades de Manejo Ambiental (UMAS)	108
5.7	Estrategia y Clasificación del territorio de Naucalpan de Juárez	139
6.1	Mosaico de Usos de Suelo de la CHPM	149

No.	Gráficas	Página
3.1	Distribución del consumo de agua	45
4.1	Disposición de la Basura	93
4.2	Cultura Ambiental	94
5.1	Distribución de la Población	112
5.2	Distribución por edades	112
5.3	Distribución de la Población por sexo	113
5.4	Pirámide de Edades	113
5.5	Población Alfabeta	113
5.6	Población Alfabeta por Cuenca	113
5.7	Escolaridad de la población de la CHPM	114
5.8	Población Migrante	115
5.9	Población Migrante por Cuenca	115
5.10	Población Residente	115
5.11	Residente por Cuenca	115
5.12	Población Ocupada por grado de escolaridad	116
5.13	PEA y PO por cuenca	116
5.14	PO por escolaridad y cuenca	116
5.15	15 Distribución de las UE por sector	118
5.16	Distribución de las Unidades Económicas por sector	119
5.17	Derechohabientes a SS	120
5.18	Derechohabientes por cuenca	120
5.19	Servicios de Salud	120
5.20	Servicios de Salud por cuenca	120
5.21	Población con Discapacidad	120
5.22	Discapacidad por edades	120
5.23	Jefatura de Hogares	121
5.24	Jefatura por Cuenca	121
5.25	Viviendas totales y Habitadas	121
5.26	Viviendas por cuenca	121
5.27	Características de las Viviendas por cuenca	122
5.28	Servicios en las Viviendas de la CHPM	122
6.1	Distribución de usos de suelo en la CHPM	152

*"Primero fue necesario civilizar al hombre en su relación con el hombre. Ahora es necesario civilizar al hombre en su relación con la naturaleza y los animales"*  
*Victor Hugo*



# Introducción

## Introducción

La problemática ambiental es tan antigua como la humanidad, lo que ha variado es su dimensión y escala, algunos de los factores que han contribuido son: el elevado crecimiento demográfico, la utilización de tecnologías obsoletas en la industria, la explotación intensiva de los recursos naturales y la acelerada urbanización. Las ciudades enfrentan graves problemas de contaminación, lo cual representa riesgos a la salud de sus habitantes y de los ecosistemas.

En la actualidad la contaminación se ha incrementado a límites en que la naturaleza por sí sola no podrá remediar, por tal motivo es necesario tomar acciones que ayuden a mitigar los impactos ambientales que están afectando a los ecosistemas.

Existe una relación directa entre el territorio, la cuestión ambiental y el fenómeno metropolitano, a partir de esta triada, es posible comprender la complejidad de la gestión urbano ambiental de una cuenca hidrológica. El elemento clave para que haya vida es el agua, por ello, Sánchez, Oswald, Díaz y González, (Sánchez, 2011) consideran a las cuencas hidrológicas como unidad base de la planeación del desarrollo regional.

Cuidar las cuencas es cuidar nuestros recursos hídricos y con ello el ambiente en general. El planteamiento de estrategias sustentables que promuevan el equilibrio entre el desarrollo de la población, los procesos económicos y la protección del ambiente, requiere tomar en cuenta a las cuencas hidrológicas.

El objeto de estudio de esta investigación se centra en la Cuenca Hidrológica de la Presa Madín (CHPM), conformada por 23 localidades rurales y 3 localidades urbanas, ubicadas en los municipios de Naucalpan de Juárez, Jilotzingo y Atizapán de Zaragoza, en el Estado de México. La importancia de abastecer de agua a la población y entender la dinámica de éstos complejos sistemas naturales y de los recursos que en este se encuentran, nos permitirá definir estrategias para preservar su equilibrio y proteger los ecosistemas.

Mantener sana la cuenca hidrológica de la presa Madín es importante para la comunidad y los ecosistemas, ya que se tendrán menos riesgos, inherentes al deterioro ambiental causado por el crecimiento urbano. Esta tesis tiene el objetivo de proponer estrategias y acciones, encaminadas a regenerar la cuenca hidrológica, a través del análisis y mitigación de los impactos urbano-ambientales provocados por la inadecuada disposición de las descargas de agua residual y los residuos sólidos generados en las localidades urbanas y rurales de la región.

Desde 1997 la Cuenca Hidrológica de la Presa Madín (CHPM) ha presentado problemas de contaminación tales como:

- Flora nociva como algas y lirio acuático,
- Disminución en la capacidad de almacenamiento de la misma
- Descargas de aguas residuales y desechos sólidos a cauces y barrancas,
- Deforestación y la consecuente erosión de la cuenca,
- Presencia de químicos utilizados en la agricultura y en la explotación minera,
- El relleno sanitario del poblado de San Luis Ayucan, en el municipio de Jiloztzingo, el cual recibía residuos hospitalarios y biológico-infecciosos, descargaba cerca de 1,800 toneladas de basura al día al Arroyo El Muerto, que se une al principal afluente de la Presa Madín, y tenía una laguna de lixiviados que contaminaba de manera directa al acuífero (CONAGUA, 2009).

Estos problemas se han debido a diversas causas, quizá la más común y frecuente es el manejo inadecuado de los desechos sólidos y líquidos, mismos que inducen a la contaminación del agua superficial y en ocasiones también la subterránea en detrimento de la calidad del agua y en ocasiones del suelo. El inadecuado manejo y disposición final de los desechos sólidos y líquidos es el principal generador de focos de contaminación, por ejemplo en barrancas, cuerpos de agua y tiraderos clandestinos, mismos que promueven el desarrollo de flora y/o fauna nociva, como algas, lirio acuático, ratas, insectos, etc. Estas especies invasoras están gene-

rando alteración en el hábitat natural de la CHPM y pueden ocasionar cambios severos en el mismo.

La urbanización de las zonas circundantes a la presa Madín ha contribuido a la deforestación, ya que se han perdido árboles debido a que el suelo se ha convertido en un suelo de uso no forestal. Ejemplos de la deforestación son la conversión de bosques en áreas para abastecer a la población urbana.

La situación del abastecimiento de agua potable en calidad y cantidad ha empeorado, con lo que se puede poner en riesgo la salud de aproximadamente 37,471<sup>1</sup> habitantes de la cuenca y cerca de un millón más del área de Satélite y Lomas Verdes (CONAGUA, 2009).

Los estudios recientes, expuestos en el Plan Hídrico de Gran Visión en la Cuenca de la Presa Madín (CONAGUA, 2009), mencionan que existe contaminación de origen orgánico en el agua de la presa Madín debido a las descargas de aguas residuales domésticas, aunado al inadecuado manejo y disposición final de los residuos sólidos.

Ante esta situación, surge la necesidad de realizar esta investigación a fin de buscar mecanismos para controlar y disminuir éstas fuentes contaminantes: residuos sólidos y aguas residuales. La finalidad es regenerar la cuenca hidrológica de la presa Madín a través de estrategias ambientales que permitan analizar y mitigar los impactos urbano-ambientales hídricos y de residuos sólidos ocasionados por el crecimiento urbano.

La estructura que se propone para esta investigación se presenta en seis capítulos, expuestos de la siguiente manera:

En el Capítulo I. *Importancia de las cuencas hidrológicas en el desarrollo urbano*, se hace el planteamiento del problema, en tiempo y espacio, posteriormente se

---

<sup>1</sup> Dato del último Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2010.



presenta la justificación de la presente investigación, para continuar con los objetivos de la misma. También se plantea un supuesto básico y finalmente se expone el método de investigación que será usado para contrastar el supuesto básico.

El capítulo II. *La Cuenca Hidrológica vista como un sistema ambiental y urbano*, presenta el marco teórico que sustenta este trabajo, donde se plantea la importancia del equilibrio en un sistema ecológico, así como la interacción de todos sus componentes, para concluir con la propuesta del modelo de investigación y algunos conceptos relevantes, tales como la regeneración ambiental y urbana.

El capítulo III. *El Crecimiento Urbano y su relación con las Cuencas Hidrológicas*, por un lado describe el proceso de urbanización, algunos aspectos relevantes del crecimiento urbano que se ha dado en la ZMVM y la evolución que se ha tenido en la cuenca hidrológica de la presa Madín y sus alrededores. Por otro lado, expone los principales aspectos de las regiones y cuencas hidrológicas tanto del país, como de la ZMVM, así como las principales causas y fuentes de contaminación, para concluir con algunas reflexiones de otros casos de estudio.

El capítulo IV. *Situación actual de la Cuenca Hidrológica de la Presa Madín*, expone una descripción detallada del objeto de estudio. Incluye su localización geográfica, una caracterización del medio físico natural, así como un inventario del medio urbano existente, para concluir con algunos de los hallazgos encontrados en las visitas de campo, lo que se ha titulado como el fenómeno observado en la cuenca media.

El capítulo V. *Evaluación y análisis de la CHPM*, muestra tres tipos de análisis, primero el geomorfológico realizado para determinar la aptitud del suelo, segundo el análisis demográfico, social y económico, que permite identificar las características de la población y de la región, con esta información se identifican los factores socioeconómicos que influyen en el deterioro de la CHPM, para continuar con el proceso de contaminación y los impactos ambientales que se identificaron, ense-

guida se hace un análisis de los aspectos legales que enmarcan el objeto de estudio en los tres órdenes de gobierno, incluyendo los planes y programas de gobierno, para concluir con una reflexión sobre el estado en que se encuentra la CHPM y lo que podría suceder de no tomar acciones para frenar el deterioro de dicha cuenca.

En el capítulo 6. *Propuesta de Estrategias Urbano Ambientales para regenerar la cuenca hidrológica que abastece a la presa Madín*, con los resultados del análisis geomorfológico y la determinación de aptitud de suelo, se presenta la propuesta de zonificación del área de estudio, en la cual se ofrece un mosaico de usos de suelo, y una descripción de las características y usos de cada tipo de suelo. Finalmente se presenta una propuesta de Reglamento de Zonificación y Usos de Suelo, como una estrategia que permita mitigar los impactos ambientales y con ello conservar sana la cuenca hidrológica para generaciones presentes y futuras.

Este trabajo concluye con la presentación de las conclusiones y recomendaciones de esta investigación.

*"El que nos encontremos tan a gusto en plena naturaleza  
proviene de que ésta no tiene opinión sobre nosotros"*  
*Friedrich Nietzsche*



# Capítulo I

## Importancia de las cuencas hidrológicas en el desarrollo urbano

## 1. Importancia de las cuencas hidrológicas en el desarrollo urbano

El desarrollo sustentable ha incursionado en la tríada de lo económico, lo social y lo ambiental, por lo que resulta importante incluirlo en el desarrollo urbano. Esto ayudará a preservar la estabilidad ambiental y por ende a la disponibilidad potencial de los recursos, adicional a que podría aliviar la pobreza generando condiciones de equidad social.

El término sustentable se ha utilizado para hablar de los ecosistemas y el ambiente, aunque genera ciertas controversias al tener que elegir entre: “continuidad y cambio, persistencia y transformación, tradición o modernidad” (Castro, 2006, p. 32).

Los economistas neoclásicos pensaban que los recursos naturales eran ilimitados y promovieron de alguna manera una explotación depredadora. En la actualidad la destrucción ambiental global es algo preocupante. No hay un aprovechamiento responsable de los recursos, uno de los casos de mayor impacto son los recursos forestales por la importancia e influencia que éstos tienen en la captación de agua y en la aportación de oxígeno, ya que ayudan a regular la temperatura y son parte de un hábitat para diferentes especies animales y vegetales (Castro, 2006).

Escobar considera que una de las razones por las cuales se debe analizar y enfrentar la problemática de la sustentabilidad del desarrollo de las ciudades, es el aspecto en donde la ciudad tiene un impacto relevante de la sustentabilidad global y sugiere que es más eficiente enfrentarse a un mismo problema desde lo local que a partir de un nivel global. El bienestar de la población local a largo plazo, vinculada a la prosperidad de la misma ciudad, debe estar en función al bienestar económico, físico y ambiental, incluyendo la preservación presente y futura de los recursos naturales existentes en una localidad, de los cuales la población, que habita en ella, se beneficiará, generando por tanto, una mejora en su calidad de vida (Escobar, 2009).

Las cuencas hidrológicas son esenciales para conservar la vida debido a que ofrecen diversos servicios ambientales. Estos se dan a través de diferentes procesos y funciones biológicas y/o físico-químicas, que brindan los diferentes ecosistemas ubicados en las cuencas a la vida, en especial a la población humana (Perevochtchikova, 2010).

SEMARNAT define los servicios ambientales como “Todos aquellos beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas, éstos incluyen servicios de suministro (como los alimentos y el agua), servicios de regulación (del clima, del agua, de las enfermedades), y servicios culturales (espirituales, estéticos, de recreación)” (SEMARNAT, 2009).

(Perevochtchikova, 2010) agrupa los servicios ambientales en:

- Captura de Carbono (generación de oxígeno, amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, modulación o regulación climática);
- Biodiversidad y Paisaje (protección de biodiversidad, de ecosistemas, protección y recuperación de suelos, belleza paisajística y la recreación);
- Hidrológicos (mantenimiento de la capacidad de recarga de acuíferos, mantenimiento de la calidad de agua, reducción de sedimentos cuenca abajo, conservación de manantiales, reducción del riesgo de inundaciones).

La FAO estima que las cuencas hidrológicas captan más de 110,000 km<sup>3</sup> de lluvia al año, la cual además de almacenarse en las aguas subterráneas y mantener la humedad del suelo, también fluyen río abajo en escorrentías. Otra parte se evapora o la retiene la vegetación para filtrarse a las capas freáticas que alimentan a manantiales y pozos; además de regular los caudales de agua y con ello previene las inundaciones en las zonas bajas.

Las funciones que tiene una cuenca hidrológica son de vital importancia para mantener estabilidad en los ecosistemas. Esta investigación busca que el objeto de

estudio sea capaz de procurar ese equilibrio a la población y a los ecosistemas, que de ella dependen.

### **1.1 Justificación**

A partir de la revisión de diferentes documentos en torno a la problemática ambiental que el crecimiento urbano está provocando en algunas cuencas hidrológicas de México, surge la iniciativa de investigar y reconocer las causas que están afectando a la cuenca hidrológica de la presa Madín. Ahí, la demanda de agua potable y el deterioro del medio ambiente han aumentado considerablemente en los últimos años. Esto puede convertirse en un problema mayor, de no atenderse, por lo que resulta necesario revisar los principales factores socio-económicos que han intervenido en esta problemática, a fin de buscar alternativas e implementar acciones que ayuden a salvar la cuenca hidrológica en beneficio de la comunidad y los ecosistemas.

Entre las principales causas que han contribuido al deterioro ambiental se encuentran: el aumento de áreas urbanas, los cambios de uso de suelo, la sobrepoblación, la migración y la baja calidad de los servicios (CONAGUA, 2009).

La CHPM por su localización geográfica, podría considerarse un lugar no central dentro del espacio urbano de la ZMVM. En el periodo de 2000 – 2010, se tuvo un incremento de vivienda habitada de un 41 % (INEGI, 2000, 2010), en la medida en que se tiene un mayor número de viviendas, se puede intuir que hay cambios en la superficie ocupada sobre el territorio.

En la zona de estudio existen tres tipos de propiedad del suelo: ejidal, comunal y privado. En los planes y programas de desarrollo urbano vigentes de Atizapán de Zaragoza y Naucalpan de Juárez, existen algunos cambios en los usos de suelo. Algunos terrenos que antes fueron ejidales, ahora pasan a tener uso mixto, lo que implica construcción de viviendas, comercios y servicios principalmente. El uso y la transformación que se le dé al suelo responde a una serie de factores que van

más allá de su dimensión física, la expansión urbana implica la ampliación de área urbana construida, es decir, el proceso mediante el cual los suelos que antes eran rurales, se van transformando en áreas pobladas.

La población de la CHPM en el período de 1990–2010 creció más del doble, la tasa de crecimiento promedio anual (TCPA) de población fue de 2.18, lo que representa un 72.52 % más que la de los municipios, que fue de 1.26 y el 36.06 % más de la registrada en el Estado de México, que fue de 1.6, durante el mismo periodo, lo que permite tener una visión más amplia para comprender la dinámica espacial y demográfica que se está dando en el área de estudio.

Dentro de la cuenca hidrológica de la presa Madín en el periodo 2000 – 2010, se tuvo un incremento de inmigrantes del 33 % (INEGI, 2000, 2010) es decir llegaron al área de estudio personas que nacieron o proceden de otro lugar. La llegada de más pobladores, sin duda implica la necesidad de más viviendas y por ende de hacer más vulnerable a la cuenca. Vale la pena resaltar que en el proceso de urbanización, es natural la llegada de migrantes.

La infraestructura hídrica y los servicios de tratamiento de aguas residuales y de manejo y disposición de residuos sólidos es muy deficiente; el alcantarillado público de la cuenca media de la presa Madín conduce las aguas residuales a ríos y arroyos sin ser previamente tratadas; por ejemplo: el Río San Juan presenta caudales de agua potable hasta la población de Santiago Tepatlaxco, donde las viviendas descargan directamente a su cauce las aguas residuales domésticas, es frecuente que las descargas de las viviendas sean a barrancas, fosas sépticas o a los ríos considerados como canales a cielo abierto. Además, los residuos sólidos en algunas localidades, son depositados cerca de los causes de los ríos, lo cual acelera el proceso de contaminación.

Esto propicia que la presente investigación se enfoque a las zonas que pueden tener un mayor deterioro ambiental en la CHPM y con ello un mayor impacto en

los servicios ambientales que ésta ofrece. Se plantearán alternativas que permitan a través de acciones claras y concretas asegurar una vida sana a la cuenca hidrológica de la presa Madín y en consecuencia a su población. Para esto, se hace una distinción entre cuenca media y cuenca baja, esta última es la que se presenta más urbanizada, rodeando la presa Madín. Sin embargo, este trabajo pone especial atención a la cuenca media, que es donde pueden mitigarse algunos impactos que pondrían en riesgo la dotación de los beneficios que la cuenca hidrológica provee a la ciudad y a su población.

## 1.2 Objetivos

A partir de la revisión de diferentes documentos que plantean una problemática ambiental y un deterioro en el área de estudio, el propósito de esta investigación se plantea a través de los siguientes objetivos:

### **Objetivo General**

Plantear acciones para regenerar la cuenca hidrológica de la presa Madín a través de estrategias, que permitan mitigar los impactos urbano-ambientales ocasionados por el manejo inadecuado de los desechos hídricos y sólidos, en el periodo de 1990-2030.

### **Objetivos Particulares:**

- Analizar el cumplimiento de las acciones descritas en los planes de desarrollo urbano y programas de gobierno, así como la legislación aplicable para una cuenca hidrológica, con el objeto de identificar áreas de oportunidad que permitan la mejora continua en la CHPM.
- Analizar las principales características físico-naturales (geomorfológicas), de la CHPM, con el fin de reconocer la vocación y aptitud del suelo de la zona de estudio.
- Identificar la infraestructura y equipamiento urbano en la CHPM, producto



del crecimiento urbano (vialidades, agua potable, drenaje, plantas tratamiento, etc.), con el propósito de valorar la relación de éstos con los impactos urbano-ambientales.

- Analizar demográfica, social y económicamente la CHPM, para relacionarlos con las causas que originan los impactos urbano-ambientales.
- Analizar los impactos ambientales generados por el crecimiento urbano en la zona de estudio, a fin de hacer un reconocimiento de la influencia de éstos en la CHPM.
- Elaborar una propuesta de ordenamiento territorial con la intención de conservar sana la cuenca hidrológica de la presa Madín, a través de estrategias que permitan la regeneración urbano-ambiental.

### 1.3 Supuesto Básico

La intención de orientar esta investigación a los impactos urbano-ambientales da origen a este supuesto básico, del que parto como guía en el desarrollo de este trabajo de investigación, el cual establece que:

*La erosión, la deforestación, el manejo inadecuado de los desechos sólidos y los recursos hídricos ocasionados por el crecimiento demográfico y la urbanización en las cuencas media y baja, aunado a la explotación intensiva de los recursos naturales son algunos de los factores que han contribuido al deterioro urbano ambiental en la región de la CHPM, lo cual puede controlarse a partir del establecimiento de lineamientos para ordenar el territorio, a fin de mitigar los impactos ambientales y mantener sana la cuenca hidrológica.*

### 1.4 Método de Investigación

El método reduccionista utilizado por (Ramírez, 1999), plantea conocer y entender la realidad a partir del estudio de los componentes más elementales, dado que el objeto de estudio es un ecosistema, integrado por varios subsistemas, esta inves-

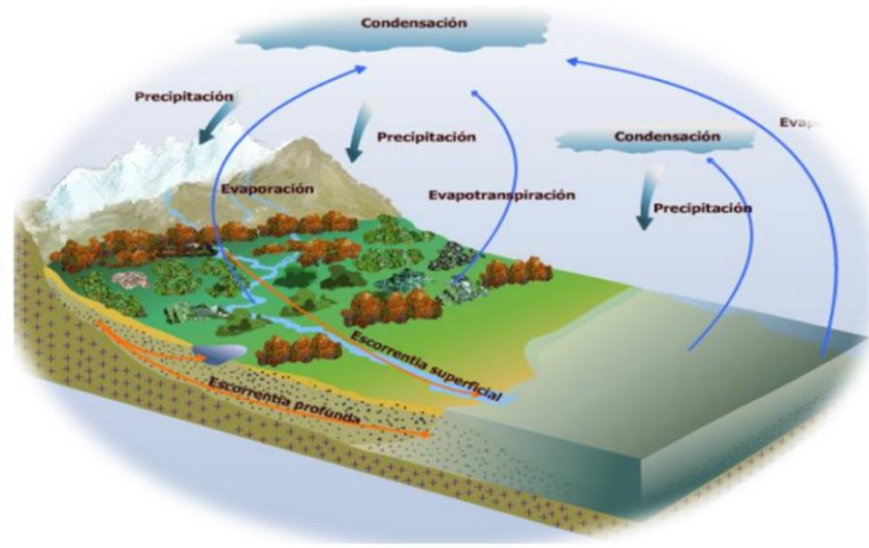
tigación revisará cada uno de ellos, con la intención de identificar las principales causas que pueden generar un desequilibrio ambiental y con él, un trastorno en la cuenca, es evidente que lo que suceda en uno o más subsistemas, alterará a los demás, y su suma, no podrá explicar lo que suceda en la totalidad de la cuenca hidrológica, conforme al principio de la teoría de sistemas, que se verá en el próximo capítulo.

A fin de llevar a cabo una propuesta de zonificación de usos de suelo y reserva territorial, en el área de estudio, se utilizará un método de ponderación para determinar la aptitud del suelo.

La realización de esta tesis se concibió a partir de dos métodos: el reduccionista (Ramírez, 1999) y el de ponderación para determinar la aptitud del suelo. Debido a la naturaleza de este trabajo, se contempla el uso de diferentes técnicas de investigación, entre las que destacan: la documental, de observación y de encuesta. Se inició con la revisión de todos aquellos documentos que contenían información relevante del tema de estudio, se llevaron a cabo visitas al sitio, a fin de poder observar las características y condiciones actuales en que se encuentra la zona de estudio y se realizaron algunas entrevistas a la población, para poder tener elementos de valor que permitieran contrastar lo escrito con lo real.

Se utilizó información oficial de INEGI, CNA, SEMARNAT, Planes y Programas de desarrollo Urbano a nivel de los tres órdenes de Gobierno, (Federal, Estatal y Municipales) además de estudios realizados en algunas Universidades.

*"Conocer la realidad implica construir sistemas en continua transformación que se corresponden, más o menos, a la realidad"*  
*Jean Piaget*



## Capítulo II

# La cuenca hidrológica vista como un sistema ambiental y urbano

## 2. La cuenca hidrológica vista como un sistema ambiental y urbano

A fin de sustentar teóricamente el trabajo de investigación expuesto en esta tesis, en este capítulo se presenta lo que es una cuenca hidrológica vista a través de la teoría general de sistemas. Para tal fin se hará un preámbulo sobre esta teoría, haciendo énfasis en los aspectos más relevantes que permitirán entender la cuenca como un sistema biológico. Posteriormente se describirá la cuenca hidrológica como unidad de análisis, donde se especificarán los diferentes subsistemas que la conforman, además se planteará la importancia de mantener equilibrio, después se expondrá el concepto de regeneración ambiental y urbana como elementos fundamentales para mantener armonía dentro de la cuenca y se concluirá con la presentación del modelo que fue utilizado durante esta investigación.

### 2.1 Teoría General de Sistemas y Ecosistemas

La Teoría General de Sistemas (TGS), consiste en un enfoque multidisciplinario que se presenta como una forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad, se caracteriza por su perspectiva holística e integradora, en donde lo importante son las relaciones y los conjuntos que a partir de ellas emergen (Ramírez, 1999). El biólogo Ludwig von Bertalanffy (1901-1972), fue quien se encargó de introducir este concepto a mediados del siglo XX; su teoría parte del principio de que “el todo es mayor que la suma de sus partes”.

Ramírez cita a Bertalanffy, quien propone considerar los siguientes preceptos en un sistema específico:

- *“Cuando hablamos de que el sistema es una totalidad, no se trata solo de una totalidad espacial, sino también de una totalidad temporal.*
- *Se pueden introducir conceptos como equilibrio, estabilidad, periodicidad, ciclos, modos, crecimiento y competencia.*
- *Esta última permite introducir un principio de “lucha entre las partes”, de partes que actúan contradictoriamente.*

- *En un sistema particular también aparecen las ideas de aditividad e independencia y sus opuestos respectivos, que caracterizan a los sistemas que son el objeto de estudio de la TGS” (Ramírez, 1999, p. 16).*

Ramírez propone mirar al mundo como un todo, porque es tan importante la naturaleza, como la gente, también plantea la necesidad de reducir a partes elementales el universo de estudio y tratar de explicar los fenómenos o procesos que en él se dan, a esto han dado en llamar el “método reduccionista o de la reducción”, en general se puede afirmar que lo que sucede en las partes elementales y su suma, no puede explicar lo que sucede en la totalidad (Ramírez, 1999).

Un modelo que para efectos de esta investigación es fundamental, parte del equilibrio, “el concepto presupone una distinción entre estabilidad y perturbación, de tal manera que con el termino equilibrio se enfatiza el aspecto de la estabilidad. La noción de equilibrio conduce a pensar que se trata de una reacción de estados inestables, pero solo con el objetivo de alcanzar el nivelamiento en que el sistema se encontraba en el estado anterior o la creación de un nuevo estado de balance” (Luhmann, 1999, p. 56).

A partir de esto Luhmann concluye que una teoría que se sustenta en el equilibrio es una teoría de estabilidad, esto implica también un estado de fragilidad, donde cualquier perturbación puede conducir a un desequilibrio. Este modelo no es propiamente una teoría, pero si es una manifestación de un estado específico que deja ver claramente la relación entre estabilidad y perturbación (Luhmann, 1999).

“Existen ciertas dudas acerca de si los sistemas que se describen mediante la noción del equilibrio sean reales; más bien se ha llegado a la convicción de que en el desequilibrio los sistemas adquieren su estabilidad” (Luhmann, 1999, p. 57).

El modelo de equilibrio fue la base para que surgiera la teoría general de sistemas, en la biología o en lo social se plantean sistemas abiertos, capaces de desarrollar

neguentropía<sup>2</sup>, esto “explicaba el esfuerzo de los organismos por sobreponerse, aunque fuera parcialmente, a la ley entrópica del universo” (Luhmann, 1999, p. 58).

La entropía<sup>3</sup> hace que los sistemas establezcan un proceso de intercambio entre sistema y entorno, vale la pena resaltar que éstos poseen un carácter dinámico, multidimensional y multidisciplinario.

Un sistema se considera abierto cuando se relaciona permanentemente con su medio ambiente, intercambiando energía, materia e información; mientras un sistema es cerrado si esta interacción es mínima, ya que se vale de su propia reserva de recursos; como consecuencia de esta falta de comunicación, sus componentes no sufren modificación alguna.

Los sistemas se caracterizan por ser “un todo comprendido por sus componentes y sus propiedades, una organización en la que el comportamiento y la expresión de cada uno repercute y es afectada por los demás” (Ramírez, 1999, p. 97).

Por otro lado, un sistema biológico o ecosistema, es la parte central de esta investigación, (Sutton, 2012), lo definen como “la unidad básica de interacción organismos-ambiente que resulta de las complejas relaciones entre los elementos vivos e inanimados de un área dada”.

Cuando se habla de organismos-ambiente, nos referimos a componentes bióticos y abióticos<sup>4</sup>, que interactúan entre sí de manera regular y consistente; a ésta relación la denominaremos sistema.

Sutton y Harmon (Sutton, 2012, p. 28), citan a Eugene P. Odum, quien considera

---

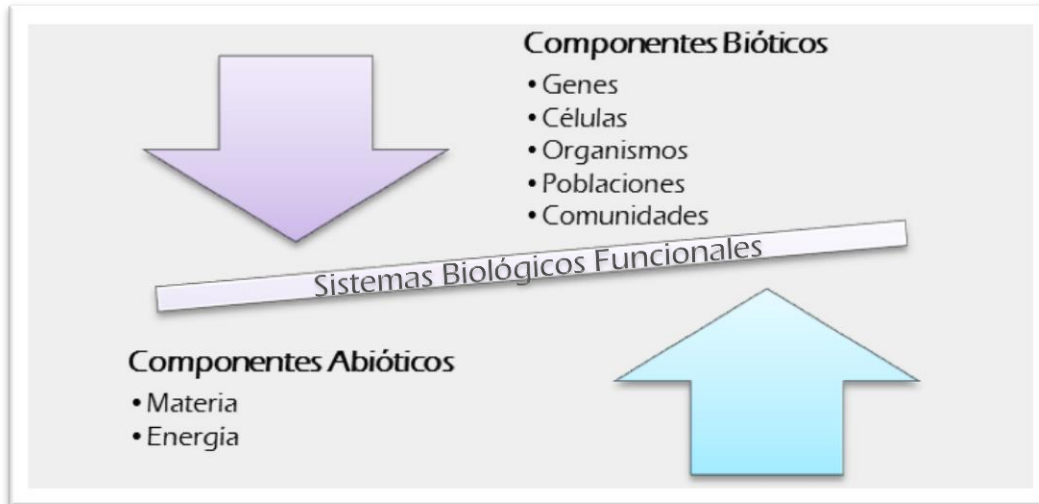
<sup>2</sup> La neguentropía o negantropía, también llamada entropía negativa o sintropía, de un sistema vivo, es la entropía que el sistema exporta para mantener su entropía baja; se encuentra en la intersección de la entropía y la vida, para más claridad, ver el glosario de términos.

<sup>3</sup> La entropía se define como la medida del desorden de un sistema (Diccionario de la RAL).

<sup>4</sup> Bióticos son seres vivos y Abióticos son cosas inanimadas.

“las áreas de estudio biológico como espectros constituidos por diferentes niveles de organización”, donde cada uno representa un tipo de sistema biológico, como se puede observar en la figura 2.1.

Figura 2.1. Sistemas Biológicos



Fuente: Elaboración propia, a partir del Espectro de los niveles de organización de Odum, visto en: Sutton y Harmon (2012).

Los sistemas biológicos funcionales se forman a partir de un componente biótico que al interactuar con un componente abiótico, genera un intercambio de materia y energía, con lo cual se forman sistemas genéticos, celulares, de organismos, de poblaciones, para finalmente convertirse en ecosistemas.

Sutton y Harmon (Sutton, 2012), consideran que el estudio de poblaciones, comunidades y ecosistemas<sup>5</sup> es relevante para entender un sistema ecológico. El objeto de estudio de esta tesis es la Cuenca Hidrológica de la Presa Madín, la cual se puede considerar un sistema biológico o un ecosistema, que está integrado por poblaciones y comunidades, que forman subsistemas o ecosistemas específicos,

---

<sup>5</sup> Sutton y Harmon definen Población como: “grupo de organismos, del mismo tipo (especie), que viven en un área específica”; Comunidad como “toda población de organismos que existen e interactúan en un área determinada” y Ecosistema, como “la comunidad, en relación con el ambiente inanimado que actúa como un conjunto”.

que se presentarán más adelante.

Resulta importante observar un sistema particular desde diferentes ópticas, ya que eso permitirá generar un modelo a partir de distintas predicciones. Sutton y Harmon (Sutton, 2012), sugieren cuatro puntos de vista para estudiar la ecología:

- Energético, este va encaminado a la capacidad de producir trabajo, la energía es vista como el origen de toda actividad, “la energía atraviesa los ecosistemas y durante ese proceso, produce cierto orden, a mayor complejidad organizativa de un organismo, población o ecosistema, mayor será la cantidad de energía necesaria para mantener el sistema” (Sutton, 2012, p. 29).
- Cíclico, se refiere básicamente a la secuencia de eventos periódicos, cuando nos referimos a las relaciones entre los componentes bióticos y abióticos de un sistema, se conocen como ciclos biogeoquímicos, éstos ciclos incluyen el ciclo del carbono, del oxígeno, del nitrógeno, del fósforo y los ciclos de otros minerales.
- Poblacional, éste es uno de los agrupamientos principales de la ecología, “un organismo puede nacer y morir, pero solamente las poblaciones poseen índices de natalidad y mortalidad”, lo que permite hacer diagnósticos y pronósticos más asertivos del área de estudio. (Sutton, 2012, p. 30).
- Comunidades o Ecosistemas, se refiere al estudio de las interacciones de todas las poblaciones y organismos en un área dada, se observa el nivel de organización de la comunidad.

“Un sistema es un conjunto de partes, o de eventos, que pueden considerarse como algo simple y completo, debido a la interdependencia e interacción de dichas partes o eventos” (Sutton, 2012, p. 31), para los autores existen dos tipos básicos de sistemas: abiertos y cibernéticos.

Los sistemas abiertos procesan las entradas y producen las salidas, un sistema se integra de componentes o elementos del sistema, la relación existente entre éstos



se conoce como subsistema. Un sistema abierto se puede definir como un conjunto de partes que actúan como un todo sencillo, que tiene entradas del exterior, las cuales después de cumplir cierta función se convierten en salidas, hacia el exterior, este proceso debe ser constante para que el sistema perdure.

Los sistemas cibernéticos son un conjunto de partes o eventos, que actúa como un todo sencillo, que regula sus actividades en forma cercana a un estado ideal o punto de partida. Utilizan la retroalimentación para mantener su estado ideal; además de ejercer un cierto grado de autocontrol.

De manera general se puede afirmar que cualquier sistema forma parte de un sistema mayor, conocido como supersistema, y se compone de sistemas más pequeños, conocidos como subsistemas, de manera general los sistemas biológicos son sistemas abiertos que nunca permanecen aislados. Vale la pena resaltar que un ecosistema se compone de subsistemas, que presentan características e interacciones propias. La teoría expuesta permite visualizar el objeto de estudio con un enfoque encaminado a la solución de problemas y al desarrollo de un modelo.

De lo anterior se puede concluir que los ecosistemas integran componentes vivos, que constituyen la biodiversidad, y componentes no vivos en interrelación. Los organismos necesitan diferentes clases de recursos para sobrevivir, y al tratar de obtenerlos se ven obligados a interactuar con otros seres vivos, los ecosistemas son sistemas biológicos formados por seres vivos y elementos no vivos que se relacionan entre sí, se puede decir que los seres vivos y el ambiente están organizados de tal manera que constituyen una unidad natural. Los ecosistemas tienen mecanismos de autorregulación que les permiten mantener cierta estabilidad a lo largo del tiempo, a este proceso se le conoce como homeostasis<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Homeostasis. Frente a los cambios del ambiente, para poder sobrevivir, cada ser vivo posee mecanismos que mantienen constantes sus condiciones internas. Esta capacidad se conoce como homeostasis. Pero no la poseen solo los seres de manera individual, sino que los organismos en su conjunto tienen esa capacidad homeostática.

Si bien los ecosistemas presentan cierta unidad y las relaciones entre sus componentes se desarrollan en un relativo equilibrio, un ecosistema es un sistema abierto. Eso significa que intercambia materia y energía con su entorno. En un ecosistema habitan diferentes especies de flora y fauna, a esta diversidad de especies, se le reconoce como biodiversidad; las especies no viven aisladas sino agrupadas en el seno de algún ecosistema. Dentro de los ecosistemas se establecen diferentes tipos de relaciones entre las especies que pueden ser benéficas o perjudiciales (Tudela, 2001, pp. 41-55).

Esta investigación busca conservar el equilibrio ambiental en el objeto de estudio, por ello es necesario tomar medidas que impidan la degradación de los ecosistemas naturales. Se requiere comprender las relaciones que hay entre los ecosistemas modificados y los naturales, además de manejar con prudencia y conocimiento los recursos biológicos, es importante mantener la biodiversidad, porque de ello dependerá la estabilidad del sistema biológico o ecosistema localizado en la cuenca hidrológica de la presa Madín.

## **2.2 La cuenca hidrológica como unidad de análisis**

Antes de entrar de lleno a la unidad de análisis, es importante resaltar la importancia de dos ramas de la ecología; la humana y la urbana, para su estudio.

Hough en su libro *Naturaleza y Ciudad*, cita a McHarg y Lewis como pensadores interesados en reconciliar la naturaleza y el hábitat humano, plantean la dependencia de un sistema ecológico con otro, el clima, el agua, la flora y la fauna, aunada a los procesos físicos y vitales de la tierra como elementos determinantes que dan forma a todas las actividades humanas, ellos proponen mantener el pai-

---

A medida que el ecosistema alcanza mayor «madurez», mayor es su ventaja en reaccionar y no morir. Esta capacidad, denominada homeostasis ecológica, es el equilibrio dinámico ecológico que se produce mediante las relaciones entre las comunidades naturales y su medio.

Cuando ese equilibrio se rompe como consecuencia de la actividad humana o de desastres naturales (terremotos, inundaciones, etc.), el ecosistema se altera y pierde su capacidad homeostática.

saje urbano con elementos naturales, redescubrir a través de las ciencias naturales, la esencia de los lugares familiares donde vivimos. Consideran que el punto de vista ambientalista debe ser un componente imprescindible de los procesos técnicos, económicos, políticos y culturales que dan forma a la ciudad (Hough, 1998).

Unir los conceptos Urbanismo y Naturaleza será básico para poder asegurar que las futuras generaciones tendrán los recursos necesarios para poder tener calidad de vida, no solo sobrevivir. Este elemento resulta importante para la presente investigación, ya que la CHPM presenta la dualidad rural - urbano.

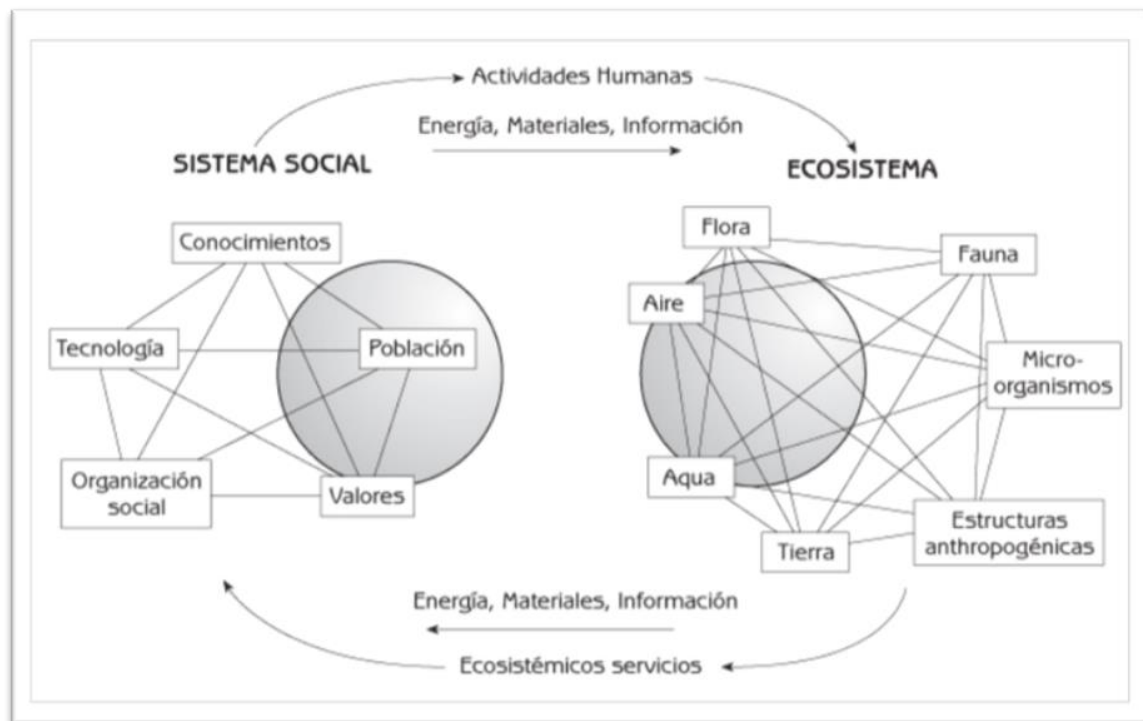
Aún y cuando los seres humanos son parte de los ecosistemas, es útil pensar en la interacción de los seres humanos y el ecosistema como la “interacción del sistema social humano y el resto del ecosistema (ver figura 2.2). El sistema social incluye todo acerca de las personas, su población y la psicología y organización social que moldean su comportamiento. El sistema social es un concepto central en la ecología humana<sup>7</sup> porque las actividades humanas que ejercen algún impacto sobre los ecosistemas están fuertemente influenciadas por la sociedad en que viven las personas. “Los valores y conocimientos que constituyen juntos nuestra cosmovisión como individuos y como sociedad determinan la manera en que procesamos e interpretamos la información y cómo la traducimos en acción”. (Marten, 2001).

El ecosistema proporciona servicios al sistema social para satisfacer las necesidades de las personas y éstas afectan al ecosistema cuando utilizan sus recursos indiscriminadamente, después de utilizar los materiales de los ecosistemas, las personas los devuelven como desechos, lo cual provoca un desequilibrio.

---

<sup>7</sup> La ecología humana en general, trata de las relaciones entre las personas y el medio ambiente, los cuales deben interactuar de una manera que se conserve el equilibrio biótico y el equilibrio social.

Figura 2.2 Interacción del sistema social y el ecosistema



Fuente: Marten, 2001, visto en: <http://www.gerrymarten.com/ecologia-humana/capitulo01.html>

Se ha definido a los procesos ecológicos como “la tendencia en el tiempo hacia formas específicas de agrupamientos espaciales y de subsistencia de las unidades que comprenden una distribución ecológica” (Theodorson, 1974, p. 61). Plantea cinco procesos ecológicos: concentración, centralización, segregación, invasión y sucesión, todos tienen aspectos favorables y aspectos negativos, sin duda estos procesos son parte latente de la problemática ambiental que se vive en la unidad de análisis, la cuenca hidrológica.

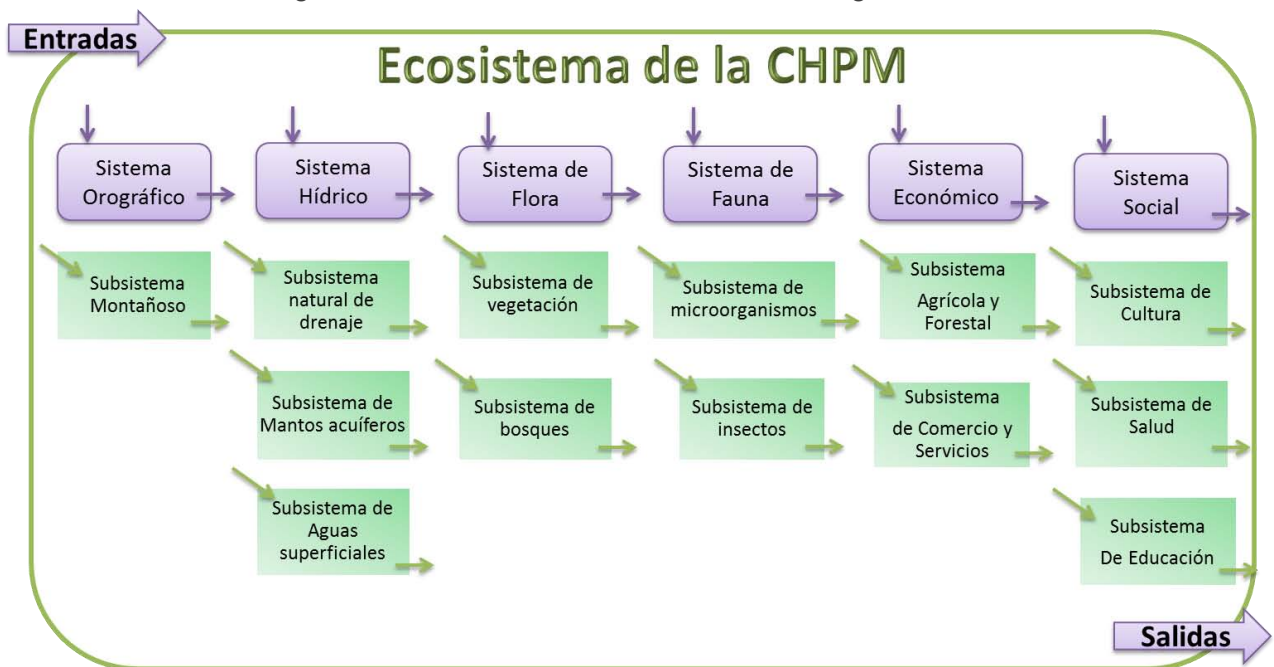
El agua es un elemento esencial para la vida, por ello resulta necesario estudiar las cuencas hidrológicas, ya que éstas captan aguas superficiales que normalmente se canalizan a algún asentamiento humano, además de alimentar cuerpos de agua subterráneos, que abastecen a la población.

La intención de estudiar y analizar la CHPM, es identificar la forma de conciliar la

expansión urbana que se ha dado en esa región de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) con la preservación del medio ambiente. El crecimiento urbano ha contribuido al deterioro ambiental, a través de diferentes componentes, entre los que destaco: el consumo de recursos naturales, el cambio de usos de suelo y la generación de residuos.

El objeto de estudio de esta investigación es la cuenca hidrológica de la presa Madín, la cual es un sistema biológico o ecosistema, que está integrado de varios subsistemas como puede verse en la figura 2.3, donde tanto el macro-sistema, como cada subsistema tienen entradas y salidas, también puede observarse que coincide con lo expuesto por Sutton, Harmon y Bertalanffy (2012), ya que hay una totalidad espacial y temporal, hay cierta dependencia entre los diferentes subsistemas, adicional a que es cíclico, es energético y cuenta con diferentes ecosistemas (subsistemas) que describiremos más adelante, haciendo énfasis en la importancia de cada uno de ellos.

Figura 2.3 Ecosistema de la Cuenca Hidrológica



Fuente: Elaboración propia, a partir de las cuatro categorías de servicios ambientales, visto en Introducción a los Servicios Ambientales, INE-SEMARNAT, 2009.

Las cuencas y los ecosistemas (subsistemas) formados en ellas, son de gran relevancia en la promoción y preservación del equilibrio ecológico de las zonas en las que se ubican. Las funciones de regulación ambiental que llevan a cabo permiten mantener en equilibrio a los ecosistemas, así como la interacción de sus recursos. Comprender la dinámica de éstos complejos sistemas naturales y de los recursos que en ella se encuentran, permitirá mantener su estabilidad a fin de proteger los ecosistemas, de manera tal que podamos conservar nuestro medio ambiente (CONAFOR, 2012).

Las cuencas boscosas son de suma importancia para la producción de oxígeno y el procesamiento de bióxido de carbono. Los bosques tienen un importante papel en la conservación del agua, pues favorecen la recarga de los acuíferos y contribuyen a preservar los escurrimientos de los ríos, al igual que los volúmenes de los lagos y presas. De esta manera, los bosques cumplen importantes funciones en la conservación de suelos, flora y fauna (CONAFOR, 2012).

Subsistemas o ecosistemas de la cuenca hidrológica (CONAFOR, 2012).

- Un *sistema montañoso* permite capturar la humedad arrastrada por los movimientos mecánicos del viento, evitando su desplazamiento fuera de la cuenca.
- El *sistema de vegetación* intercepta la humedad de las lluvias y la dirige hacia el suelo favoreciendo la filtración y los escurrimientos.
- Un *sistema natural de drenaje* se encarga de conducir los escurrimientos superficiales a través de los ríos.
- El *sistema de mantos acuíferos* almacenan las filtraciones de agua en el subsuelo.
- El *sistema de fauna*, se refiere a los *animales* que habitan en la cuenca, los cuales aportan además de belleza natural y diversidad, la función de desplazar las semillas, favoreciendo el ciclo de reproducción de la vegetación.

- El *sistema social*, se compone de la población que habita la cuenca, incluyendo su cultura y sus características demográficas.
- El *sistema económico*, se compone de las diferentes actividades económicas que se realizan en la cuenca.

Las cuencas hidrológicas cumplen diferentes funciones, con lo cual contribuyen a mantener sano el macro-ecosistema y en consecuencia a beneficiar a los usuarios de ésta (CONAFOR, 2012):

- *Protectora*, absorbe y refleja las radiaciones solares, regulando el calentamiento global y evitando la aparición de climas extremos, además desvía de forma vertical los vientos, disminuyendo el impacto de huracanes y tormentas a los asentamientos humanos.
- *Reguladora*, en el ciclo de carbono, las zonas forestales de la cuenca absorben el excedente de CO<sub>2</sub> y otros minerales de la atmósfera, generado por las actividades humanas, depositándolo de manera natural en el subsuelo, y evitando que estos dañen la capa de ozono.
- *Ciclo del agua*, permite la captura y almacenamiento del agua en el subsuelo.
- *Productiva*, la cuenca provee al hombre de importantes recursos naturales que al ser para su transformación contribuyen a diversas actividades económicas. De la cuenca se pueden extraer madera, minerales, alimentos y agua.

Las funciones que tiene una cuenca hidrológica son de vital importancia para mantener estabilidad en los ecosistemas, esta investigación busca que el objeto de estudio sea capaz de procurar ese equilibrio a la población y a los ecosistemas.

Dado que el ecosistema en estudio, es la totalidad, y como se mencionó anteriormente los sistemas deben visualizarse desde el punto de vista espacial y temporal, entonces reafirmamos que nuestro objeto de estudio es la cuenca hidrológica

de la presa Madín, la cual se encuentra en los municipios de Atizapán de Zaragoza, Jilotzingo, Naucalpan de Juárez y Xonacatlán, en el Estado de México y que esta investigación abarca el periodo comprendido de 2000 a 2030.

El método que se usará en esta investigación será el reduccionista<sup>8</sup>, utilizado también por Ramírez (1999), que parte de observar que sucede en cada uno de los elementos o subsistemas que conforman el área de estudio.

### **2.3 Regeneración ambiental y urbana en la cuenca hidrológica, como elemento fundamental del equilibrio**

Entre los factores que intervienen en la problemática urbano-ambiental se encuentra la provisión y gestión de algunos servicios básicos para que las ciudades funcionen, tales como; el transporte, agua, saneamiento y procesamiento de residuos sólidos, los cuales tienen algunos efectos negativos en el medio ambiente. Una realidad en la CHPM es, por un lado el crecimiento urbano y por otro, el deterioro ambiental, en este punto revisaremos el concepto de regeneración ambiental y urbana y la importancia de ésta en la conservación del objeto de estudio con el fin de mantener estable y sana la CHPM.

La “regeneración urbana se plantea como una vía para la recuperación económica que además garantiza un modelo basado en la sostenibilidad y en la integración de los aspectos sociales, económicos y ambientales” (Castrillo, 2014), se puede definir también, como “un proceso que integrando aspectos relacionados con el medio ambiente, lo físico-urbano, lo social y lo económico, plantea alternativas para mejorar la calidad de vida de la población de un sector de una ciudad o de ella en general”, en materia urbana, se emplea normalmente la obra física como el catalizador de una transformación que apunta a promover mejoras integrales dentro de áreas deterioradas, (Angeles, 1976), en el terreno ambiental se plantea la

---

<sup>8</sup> Mario Bunge, lo define como: El reduccionismo es el enfoque filosófico según el cual la reducción es necesaria y suficiente para resolver diversos problemas de conocimiento.



búsqueda de la conservación de los ecosistemas naturales, a fin de asegurar que las funciones de los servicios ambientales se sigan dando de manera natural, en beneficio de la población y los ecosistemas.

Los “servicios ambientales” se definen como todos aquellos beneficios que la población humana<sup>9</sup> obtiene de los ecosistemas directa y/o indirectamente para su bienestar y desarrollo, (SEMARNAT, 2000). En el tema anterior se describieron los beneficios y funciones de los subsistemas de la cuenca hidrológica.

Dentro de la cuenca hidrológica se tienen identificadas algunas fracciones de espacio que están deteriorados<sup>10</sup>, debido a la tala inmoderada, al crecimiento urbano, a la contaminación del agua, al uso de agroquímicos y a los residuos sólidos, lo que sin duda demanda que se propicien cambios profundos. Estos cambios no se pueden alcanzar con obras o proyectos aislados, deben formar parte de una estrategia que vaya más allá de una intervención y que apunte a promover cambios y mejoras de manera permanente (Angeles, 1976).

La regeneración urbano ambiental es una herramienta que ha demostrado ser eficiente y que se ha constituido, para varias ciudades, en proyectos y/o procesos que han alcanzado logros en beneficio de la población y de los propios ecosistemas. Para lograr exitosamente esto, es importante considerar la gestión para que la regeneración urbano ambiental se dé, es responsabilidad de las autoridades detener el deterioro de las zonas que administran, y de la ciudadanía, apoyar e impulsar este tipo de acciones.

Los cambios en una región suelen darse como sistemas vivos, cambian y se transforman. Los cambios son sin embargo poco predecibles y no siempre son necesariamente buenos. La presente investigación busca hacer un diagnóstico integral en el territorio para después de un análisis profundo, con ayuda del método de

---

<sup>9</sup> incluyendo a los habitantes de las ciudades.

<sup>10</sup> El 47.6 % del área total de la CHPM, como puede apreciarse en el mapa 4.15.

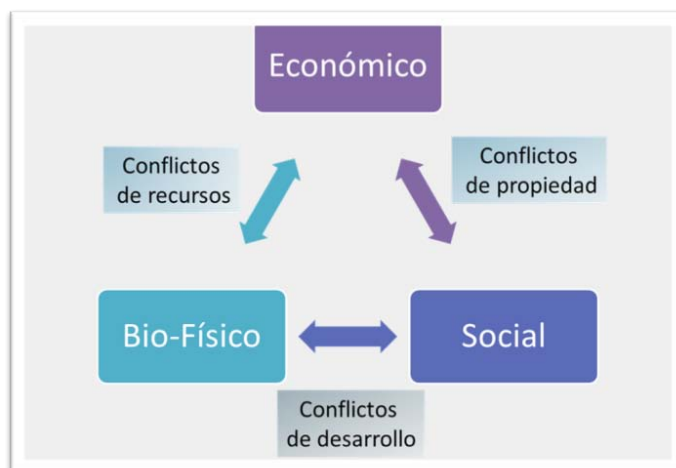
ponderación para determinar la aptitud del suelo, proponer estrategias que se puedan incluir en los programas y planes de desarrollo de los municipios que integran la cuenca a fin de asegurar una cuenca hidrológica sana y en consecuencia, el abastecimiento de agua de calidad a la población que se abastece dentro y fuera de la cuenca hidrológica de la presa Madín.

## 2.4 Modelo de Investigación

El área de estudio de esta investigación parte de una región definida por sus características biofísicas más que por sus fronteras políticas.

Los atributos biofísicos de una región influyen de manera directa en los asentamientos humanos, por lo que es importante considerar una planificación que incorpore los elementos biológicos de la región con la dimensión humana de los asentamientos, como puede verse en la figura 2.4.

Figura 2.4 Modelo de Planeación



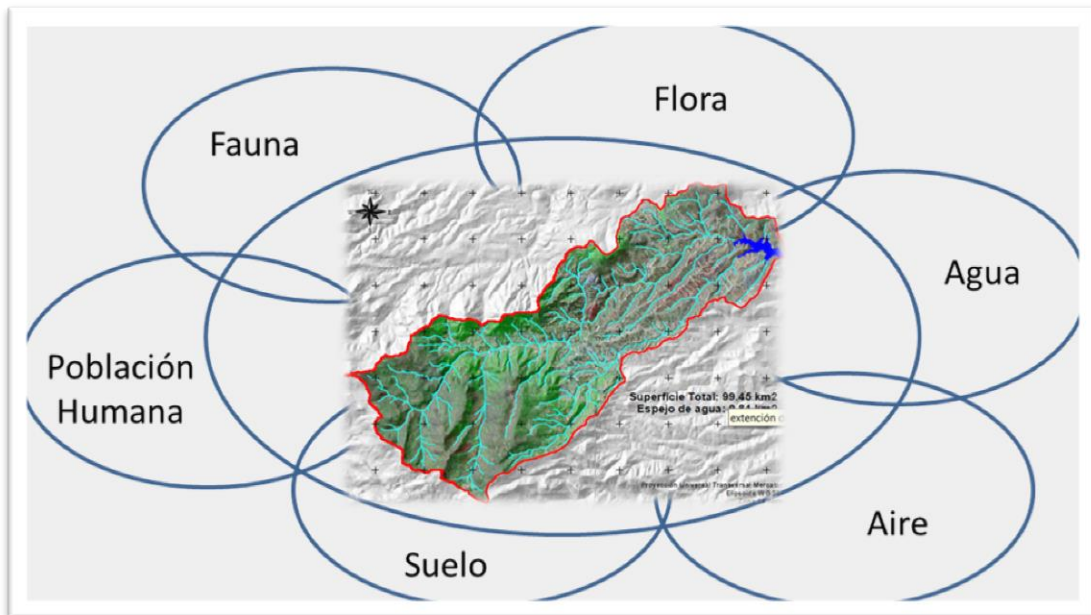
Fuente: Elaboración propia con los conceptos de la Dra. Warren Kretschmar (2015), sobre planeación biorregional.

La CHPM es la unidad de investigación, el agua dentro de la cuenca, conecta el medio físico con los sistemas biológicos y sociales como se puede ver en la figura 2.5. La cuenca contiene una estructura funcional y espacial como núcleo del sistema, por lo que es necesario que todas las actividades de planificación que deriven de esta investigación contemplen la interdependencia de los subsistemas contenidos.

La cuenca hidrológica proporciona un marco respecto a los recursos naturales que habitan en suelo, aire y agua; dentro del sistema agua, los sistemas de escurri-

mientos son una parte integral de los sistemas hidrológicos, la cuenca será la base para contextualizar los temas y problemáticas expuestas en esta investigación, la cual aborda los problemas ambientales que se están generando por diversas causas, se hará mención de las implicaciones que esta problemática ambiental trae a la cuenca, para finalmente proponer estrategias generales que permitan conservar la cuenca hidrológica sana y capaz de abastecer de agua de calidad a la población usuaria de la misma.

Figura 2.5 La cuenca hidrológica de la presa Madín, vista como un Sistema



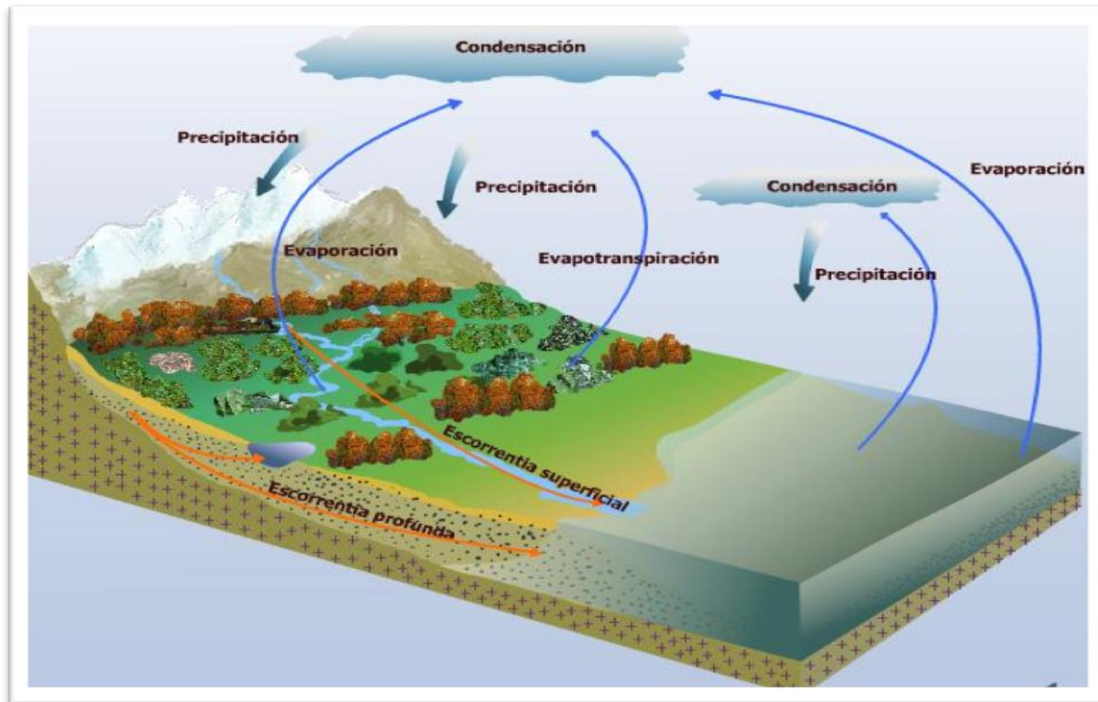
Fuente: Elaboración propia

Los cuerpos de agua se ven afectados por lo que sucede en sus cuencas, ya sea por causas naturales o antropogénicas. Para comprender mejor la importancia de una cuenca hidrológica en el desarrollo regional, ver la figura 2.6.

El ciclo hidrológico se define como el proceso por el cual las masas de agua cambian de estado y posición relativa en el planeta. Es un proceso continuo en el que una molécula de agua describe un ciclo cerrado pasando por varios estados de agregación de la materia, las etapas que contempla el ciclo hidrológico del agua

son: Evaporación, Condensación, Precipitación, Escorrentía y Transporte (Red Ambiental de Asturias, 2000).

Figura 2.6 Ciclo Hidrológico



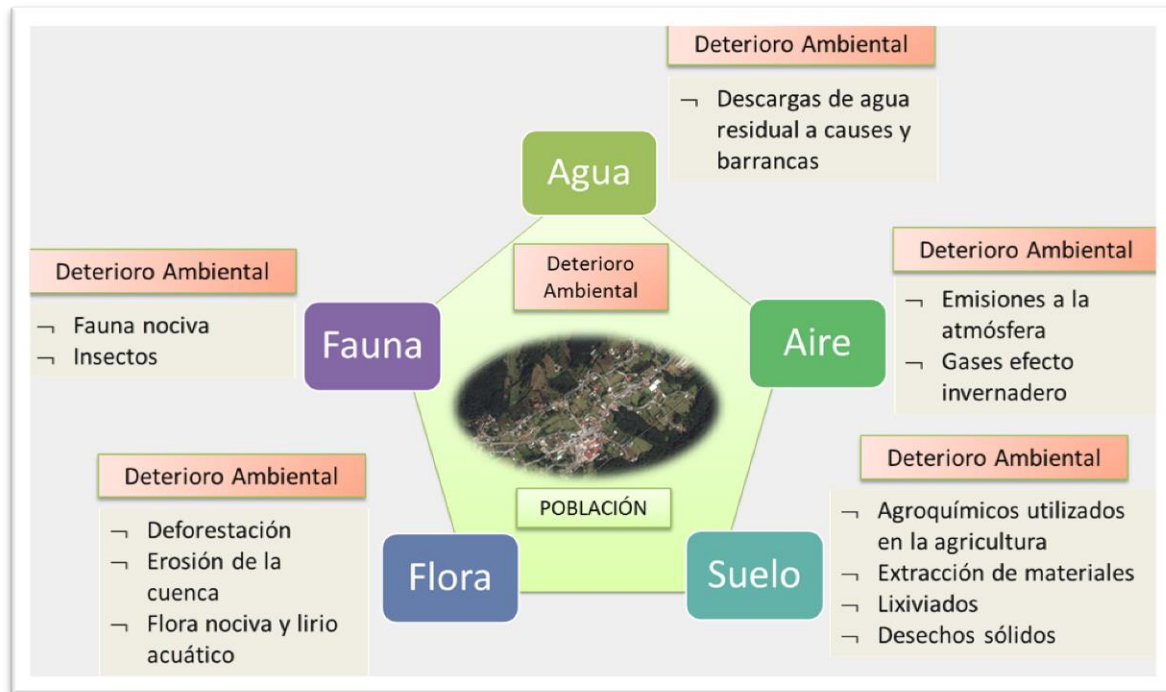
Fuente: [http://pendientedemigracion.ucm.es/info/diciex/proyectos/agua/el\\_ciclo\\_del\\_agua.html](http://pendientedemigracion.ucm.es/info/diciex/proyectos/agua/el_ciclo_del_agua.html)

Del esquema anterior, se puede percibir la importancia del ciclo del agua para que se mantenga equilibrio en la cuenca hidrológica, del análisis preliminar de la información, respecto al estado que mantiene la CHPM, se reconocen algunas alteraciones que se describirán más adelante, a partir de esto, la figura 2.7 muestra un modelo de la cuenca hidrológica con las diferentes interacciones de subsistemas y algunos de los resultados que estas interacciones están generando.

Dado que el deterioro ambiental en la región se debe a diversas razones, entre las que se destacan; el uso de agroquímicos, la tala inmoderada, las descargas de agua residual a cuerpos de agua, escurrimientos y subsuelo, así como la disposición inadecuada de residuos sólidos, los cuales están generando deforestación, erosión y contaminación del agua en la cuenca, lo cual reduce las áreas de capta-

ción de agua, además de que altera el ciclo del agua y en consecuencia suscita un desequilibrio entre los diferentes subsistemas que participan en la cuenca.

Figura 2.7. Modelo Ecosistémico de la Cuenca Hidrológica de la Presa Madín



Fuente: Elaboración Propia

A partir de la delimitación de los elementos que se revisarán y analizarán en esta investigación surgen las preguntas, como móvil para guiar este trabajo de investigación:

- ¿Por qué resulta importante estudiar una cuenca hidrológica?
- ¿Cuáles son los problemas más relevantes que el crecimiento urbano está generando en la cuenca hidrológica de la presa Madín?
- ¿Cuáles son los principales componentes de estos problemas?
- ¿Qué se puede hacer para mitigar los impactos ambientales en la cuenca?

A fin de dar respuesta a estas preguntas, la investigación que se presenta a conti-

nuación se llevó a cabo a partir de cuatro elementos que se describen a continuación:

1. Análisis Preliminar, permitió identificar las fuentes de información existentes en el tema de estudio, así como determinar la naturaleza del problema, además de hacer un análisis previo de las fuentes de información y los datos existentes para poder hacer el planteamiento de objetivos y el supuesto básico de la investigación.
2. Diagnóstico del objeto de estudio, se refiere a la revisión y análisis que se hizo de los componentes biológicos y físicos que se encuentran en el territorio y que permitirán valorar la vocación / aptitud del suelo, para poder proponer una zonificación con los usos recomendados para mantener equilibrio dentro del ecosistema; así como de los componentes sociales a fin de identificar los impactos que éstos, a través del crecimiento urbano están provocando en la cuenca.
3. Los modelos de evaluación se refieren a los criterios que serán usados para valorar la aptitud / vocación del suelo, así como los sistemas de información geográfica que permitirán hacer una valoración más precisa a la zona de estudio, lo que permitirá plantear las estrategias a seguir.
4. Finalmente los escenarios y futuras alternativas, están encaminadas a hacer el pronóstico de lo que actualmente se tiene en la región de estudio con la intención de llevar a cabo una propuesta de estrategias que ayuden a los gobiernos municipales a llevar a cabo una planificación que sea capaz de plantear alternativas de mitigación y control de los posibles escenarios de continuar impactando el ambiente, para llegar al fin último de esta investigación que es conservar sana la cuenca hidrológica; vale la pena resaltar el enfoque sistémico que se hará para la identificación y resolución de problemas para generar una mejor planificación, ya que cada decisión afecta la condición original, cada cambio habilita, limita o restringe otras posibilidades.



*"Produce una inmensa tristeza pensar que la naturaleza habla  
mientras el género humano no la escucha"*  
Victor Hugo



# Capítulo III

## El Crecimiento Urbano y su relación con las Cuencas Hidrológicas

### **3. El Crecimiento Urbano y su relación con las Cuencas Hidrológicas**

El crecimiento de las ciudades ha dado origen a un “progresivo desplazamiento de actividades y población” hacia un “dilatado espacio periurbano que las rodea”, estos desplazamientos se han propagado progresivamente en espacios considerados rurales, donde aún subsisten algunos elementos de las actividades y actores originales (Delgado, 2002), tal es el caso del objeto de estudio, que aún y cuando se encuentra dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), continúa teniendo localidades que INEGI sigue clasificando como rurales, pero que al igual que las ciudades vive un proceso de expansión que puede interferir con los servicios ambientales que ofrece una cuenca hidrológica.

La CHPM, abastece de agua, no solo a las localidades rurales que en ella habitan, sino a varias colonias fuera de la cuenca, por esta razón, resulta importante presentar en este capítulo esa relación que guardan los centros de población y las cuencas hidrológicas, ya que cuando el crecimiento urbano no es planificado, puede convertirse en una amenaza para estos ecosistemas.

Este capítulo se presenta en dos vertientes, la primera que explica de una manera teórica el proceso de urbanización y cómo se ha dado en México, posteriormente se presenta una descripción del crecimiento urbano en la ZMVM y una revisión del fenómeno urbano, haciendo énfasis en el objeto de estudio. La segunda pretende introducir al lector en la situación actual del agua y las cuencas hidrológicas en México, haciendo una descripción breve de la cuenca hidrológica del Valle de México, a la cual pertenece la CHPM que se presenta en el siguiente capítulo, se expondrán las principales causas y fuentes de contaminación a los cuerpos de agua, para finalizar con la reflexión de dos casos de estudio.

#### **3.1 El Proceso de Urbanización**

La dinámica de crecimiento en las ciudades se encuentra directamente relacionada con diferentes factores (económicos, demográficos, políticos, sociales y cultura-



les). El acelerado crecimiento en la ciudad de México tanto de población como de espacio ha traído severos problemas, pues la infraestructura y equipamiento, se vuelve insuficiente, tal es el caso de los servicios básicos como agua y drenaje, electricidad, transporte, vivienda, educación, servicios de salud, etc.

El crecimiento urbano se define como la “expansión de efectos cuantitativos provocados por el aumento de la densidad de las construcciones de manera espacial geográfica, produciendo más tejido urbano, considerado como el contenedor espacial geográfico de la totalidad social. Este crecimiento es consecuencia del crecimiento de la población” (Camacho, 2012, pp. 232-233).

Camacho considera que existen tres tendencias para explicar el proceso de urbanización:

1. La conductista o sociológica, representada por Luis Wrigth, de la escuela de Chicago, considera que la teoría urbanista se basa en los grupos sociales, la urbanización transforma la situación social de los individuos; “la urbanización significa el pasaje o mutación de un estilo de vida rural a un estilo urbano”.
2. La estructural funcionalista, se refiere al movimiento de la población rural hacia los centros urbanos.
3. La demográfica ecológica, que percibe a la urbanización como un proceso de concentración de población que busca subsistencia y seguridad, esta tendencia maneja cuatro variables que son: Población, Medio, Tecnología y Organización social (Camacho, 2012, pp. 373-376).

Castells define el proceso de urbanización como “la constitución de formas espaciales de la sociedad humana, caracterizadas por la significativa concentración de actividades y población en un espacio restringido, como a la exigencia y difusión de un particular sistema cultural, la cultura urbana plantea dos acepciones del término urbanización:

1. La concentración espacial de la población a partir de unos determinados límites de dimensión y densidad.
2. La difusión del sistema de valores, actitudes y comportamientos que se resume bajo la denominación de cultura urbana” (Castells, 1978).

La acepción culturalista de urbanización tiene que ver con producción, dicho de otra manera actividad industrial, las características decisivas de la ciudad son: la dimensión y la densidad. La urbanización se puede definir como un proceso de concentración de la población.

Se pueden clasificar las unidades espaciales según diversas dimensiones y distintos niveles y establecer entre ellas relaciones empíricas teóricamente significativas, en función al número de habitantes, su jerarquía funcional en función al tipo de actividades y sus interdependencias.

La distinción dicotómica entre rural y urbano y el análisis de algunas relaciones históricamente establecidas entre espacio y sociedad.

Entre los factores que han influenciado el proceso de urbanización en México se presentan los que han tenido mayor impacto:

- El fenómeno de la migración del campo a la ciudad
- Crecimiento demográfico
- La industrialización
- Los medios de transporte

Las difíciles condiciones de vida en las áreas rurales propiciaron que sus pobladores emigraran a lugares donde pudieran tener mejores oportunidades, ya que la industrialización ocasionó crecimiento económico y con ello aumentó la esperanza de vida, se impulsó el proceso manufacturero (ferrocarriles, presas, obras de riego, caminos y energía eléctrica). La mayoría de las industrias se localizaron en

las ciudades y esto fue uno de los principales agentes que motivaron el desequilibrio territorial.

La instalación de fábricas benefició a algunos núcleos urbanos, que iniciaron un rápido crecimiento, mientras que otras ciudades quedaron marginadas del proceso industrial.

El rápido crecimiento demográfico propició un problema en las ciudades, ya que éstas no estaban preparadas para albergar más habitantes; la vivienda fue uno de los primeros inconvenientes, seguido de la insuficiente infraestructura y servicios, la ausencia de planeación y de ordenamiento territorial, ocasionó un crecimiento desordenado, se multiplicaron las colonias populares que generalmente sufren de hacinamientos, falta de higiene, seguridad y en consecuencia malestar social.

Los medios de transporte fueron un factor de atracción industrial, por lo que la instalación de estaciones de ferrocarril en algunas ciudades contribuyó al crecimiento urbano, además de que hicieron las zonas más accesibles y mejor comunicadas.

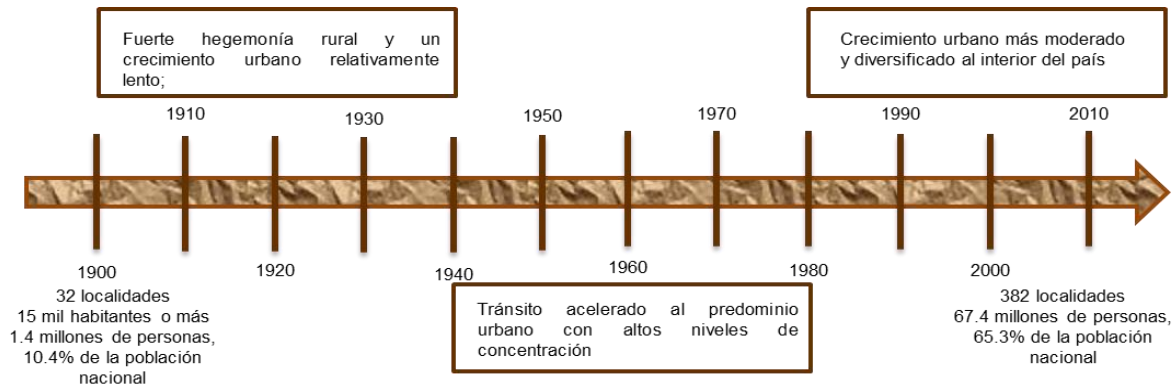
Es muy importante que el crecimiento de la población esté asociado a la distribución territorial a fin de mantener un equilibrio. En la ciudad de México, por ejemplo se percibe un crecimiento en la periferia, donde los asentamientos se han realizado sin ningún tipo de control y/o regulación, las personas se instalan donde encuentran terreno disponible, que muchas veces, no es el más adecuado para vivir, igual que crece la población, la extensión territorial también se extiende.

La distribución de las poblaciones se refiere al espacio que éstas ocupan y la forma en que lo hacen, a este proceso se le conoce como distribución territorial (Lezama, 2010), las poblaciones se distribuyen en pequeñas o grandes extensiones de territorio. El tamaño y la densidad de población varían en función a las características ambientales y geográficas de cada lugar. Un ejemplo es la cuenca hidrológica de la presa Madín, tenemos el municipio de Atizapán reconocido como

“dormitorio”, ya que la mayoría de la gente que habita ahí, tiene su actividad económica en otro lugar.

Algunas evidencias cuantitativas que dan fe de los cambios que han sufrido las principales áreas urbanas en México se exponen a continuación. La figura 3.1, muestra una línea de tiempo de cómo ha crecido la población y las principales situaciones que se dieron de 1900 a 1940, de 1940 a 1980 y de 1980 a 2014 (CONAPO, 2009). La densidad de habitantes del país por km<sup>2</sup> de acuerdo con datos del Banco Mundial, de 1950 a 2014 se puede observar en el cuadro 3.1.

Figura 3.1 Evolución del Crecimiento Poblacional de 1900 a 2010



Fuente: Elaboración propia con datos tomados de CONAPO (2009) La situación demográfica de México.

Cuadro 3.1 Densidad de Población a través del tiempo

Año	1950	1995	2010	2014
Hab/km <sup>2</sup>	13	46	61	64

Fuente: Elaboración propia con datos del BM

A fin de ejemplificar el crecimiento urbano en el país, el cuadro 3.2 presenta los estados donde se reportaron los valores más altos de densidad de población (hab/km<sup>2</sup>), en los años 1950, 1995 y 2010.

Como puede apreciarse, en 60 años la densidad de población creció de una manera acelerada, el caso del Estado de México, donde se encuentra el objeto de

estudio, es sobresaliente más de 1044.6 % (de 65 a 679 hab/km<sup>2</sup>). La región de estudio presenta una situación similar a otra escala, como se verá más adelante.

Cuadro 3.2 Densidad de población de 1950 a 2010

Estado	1950	1995	2010
Distrito Federal	+ de 2000	5566	5920
Morelos	55	290	364
Tlaxcala	70	218	273
Edo. de México	65	546	679

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de CONAPO (2009) La situación demográfica de México e INEGI (2010).

### 3.2 Crecimiento urbano en la Zona Metropolitana del Valle de México

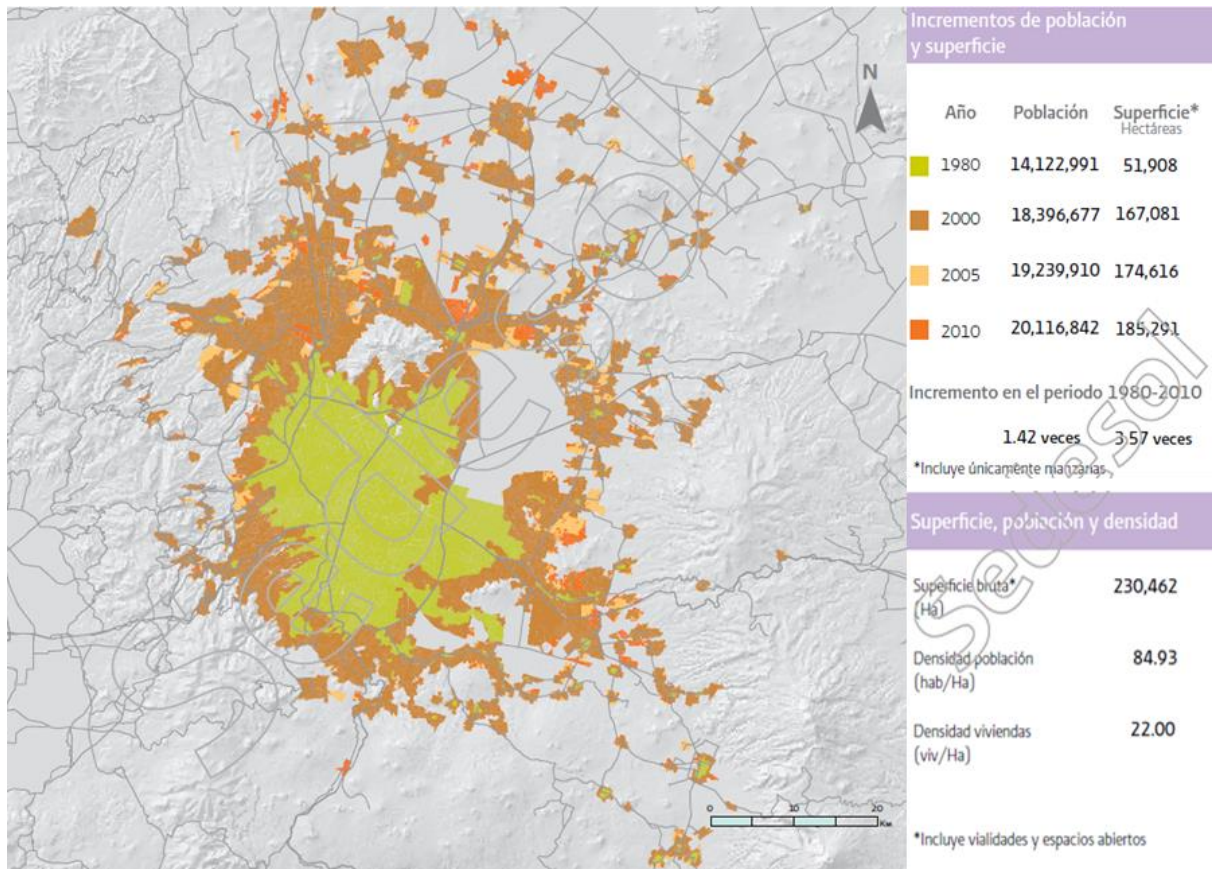
Se define zona o área metropolitana como la “extensión territorial que incluye a las unidades político administrativas de la ciudad central y las de las contiguas que tienen características urbanas, como sitios de trabajo, o lugares de residencia de trabajadores dedicados a actividades no agrícolas, que mantienen una interrelación socioeconómica directa, constante e intensa con la ciudad central y viceversa” (Camacho, 2012, p. 47). Entre las ciudades que integran una zona metropolitana, existe cierta dependencia de las actividades urbanas con la ciudad central, por lo que las actividades económicas secundarias y terciaria son interdependientes, propiciando una unidad económica, social y ecológica, en las zonas metropolitanas, existe un flujo de movilidad interna e intensa en todo el territorio lo que hace que ésta se convierta en un dominio urbano integrado.

La CONAPO define a la zona metropolitana como el “conjunto de dos o más municipios donde se localiza una ciudad de 50 mil o más habitantes, cuya área urbana, funciones y actividades rebasan el límite del municipio que originalmente la contenía, incorporando como parte de sí misma o de su área de influencia directa a municipios vecinos, predominantemente urbanos, con los que mantiene un alto grado de integración socioeconómica”. Asimismo se incluyen a aquellos municipios que

por sus características particulares son relevantes para la planeación y política urbana de las zonas metropolitanas en cuestión (CONAPO, 2009).

La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) está conformada por las 16 delegaciones del Distrito Federal y 60 municipios aglomerados uno de ellos en el Estado de Hidalgo y los restantes en el Estado de México, entre los cuales se encuentran: Atizapán de Zaragoza, Jilotzingo, Naucalpan de Juárez y Xonocatlán, mismos que se encuentran inmersos en la CHPM. El mapa 3.1 presenta el fenómeno de expansión que se ha dado en la ZMVM.

Mapa 3.1. Expansión de la ZMVM de 1980-2010



Fuente: (SEDESOL, 2012)

La ZMVM se ha extendido hacia los municipios conurbados de la periferia, como puede verse en el mapa anterior, en el caso de nuestro objeto de estudio,

el crecimiento de la población en algunas localidades ha propiciado el crecimiento urbano, el cual se ha dado sin una planificación adecuada, lo que ha ocasionado severos problemas. En esta investigación nos enfocaremos a la afectación ambiental generada por el crecimiento urbano.

### 3.3 Evolución del Fenómeno Urbano

Entender la evolución del fenómeno urbano, es esencial para abordar el objeto de estudio, ya que la CHPM está empezando a tener más asentamientos humanos, y más proyectos de urbanización, lo que hace de este tema, el punto de partida, donde se centra esta investigación.

Fenómeno Urbano se define como “el proceso de urbanización analizado por diferentes tendencias y opiniones, las cuales se han dedicado a explicar el origen y la existencia de las ciudades” (Camacho, 2012, p. 374); dado que en esta definición se presentan dos palabras clave, ciudad y urbe, se definen a continuación para una mayor claridad en el desarrollo del tema.

Camacho define “Ciudad como el conjunto de ciudadanos integrantes de una urbe o estado, población reunida y asentada en forma permanente y dentro de una totalidad social, que busca la satisfacciones de vivir en conjunto, disponiendo de bienes y servicios que mejoran las condiciones de vida” (Camacho, 2012, p. 374).

“Urbe se refiere a las cosas de la ciudad, conjunto de calles y edificios donde habita una agrupación de personas o población humana” (Camacho, 2012, p. 773).

“Proceso de Urbanización, transformar un terreno en área poblada, definiendo viabilidades y lotes, con las redes de servicios y los terrenos para equipamientos urbanos que permitan las comodidades necesarias a la población” (Camacho, 2012, p. 773).

Existen diferentes posturas respecto a cómo surgió la urbanización; Duhcan, Sjoberg, Dickinsen y Lewis Mumfort consideran que la urbanización surge al mismo



tiempo que las ciudades, cuando las agrupaciones humanas fueron creciendo y creando aglomeraciones cuando aumentaba la producción agrícola; mientras que Weber, Kingsley, Quintero, Breese, Hauser y Schnore consideran que la urbanización se dio con la revolución industrial, ya que ésta provocó el incremento de la población urbana y de las actividades económicas manufactureras y de servicios.

La cuenca hidrológica de la presa Madín por su localización geográfica, podría considerarse como un lugar no central dentro del espacio urbano de la ZMVM. Para efectos de esta investigación, la vivienda, es un tema importante en el análisis, ya que permitirá revisar la evolución del crecimiento urbano en el tiempo, como se verá más adelante.

En el periodo de 2000 – 2010, se tuvo un incremento de vivienda habitada de un 41 % (INEGI, 2000, 2010), en la medida en que se tiene un mayor número de viviendas<sup>11</sup>, se puede intuir que hay cambios en la superficie ocupada sobre el territorio, lo que en una cuenca hidrológica altera el equilibrio del ecosistema, ya que disminuye el área para recarga de acuíferos; aunado a esto, según el último censo de población y vivienda (INEGI, 2010) el promedio de ocupantes por vivienda en la cuenca es de 3 a 4 personas, según sea la cuenca baja o la cuenca media.

Vale la pena resaltar que el proceso de urbanización en la zona de estudio ha generado diversos cambios en la región, el crecimiento de la población, ha propiciado una mayor demanda de agua, en consecuencia las descargas de agua residual y la generación de residuos sólidos, también se han incrementado, sobre todo en algunas zonas de la cuenca, donde terminan siendo parte de los escurrimientos que recargan la presa Madín, lo cual, además de erosionar el suelo y disminuir las áreas de recarga, genera problemas de contaminación, motivo por el cual es necesario atender esta situación a fin de evitar daños mayores en el futuro. Todavía

---

<sup>11</sup> En los censos de población, las viviendas habitadas se definen como aquellas que están destinadas al alojamiento de familias o grupos de personas que forman hogares.



es tiempo de mitigar los impactos ambientales causados por las descargas de agua residual y los residuos, tema de esta investigación.

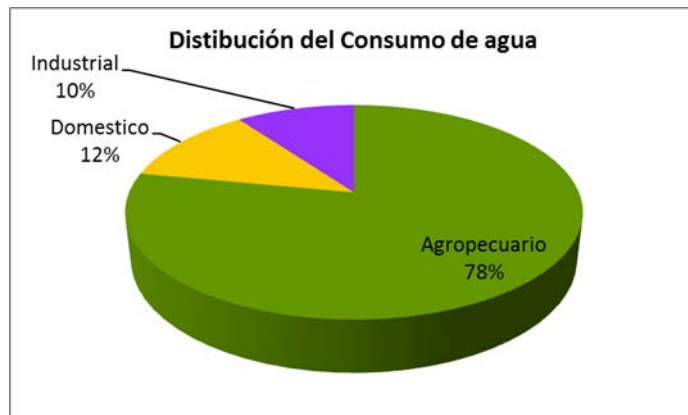
### 3.4 Situación actual del agua y de las Cuencas Hidrológicas en México

El acelerado crecimiento en las ciudades, tanto de población como del espacio que ocupa, trae como consecuencia la necesidad de satisfacer una demanda adicional de bienes y servicios, el agua es, sin duda, un bien indispensable para la vida, y será el tema principal de esta investigación.

El consumo del agua se ha duplicado en las dos últimas décadas, aunado a que el 58 % del territorio nacional se encuentra ocupado por ecosistemas semisecos, áridos o hiperáridos (desiertos), que no alcanzan el promedio nacional de la precipitación pluvial (Oswald, 2011).

La distribución del consumo de agua, se encuentra dividida en tres sectores, donde la agricultura consume la mayor parte, con un 78%, la industria ocupa el 10% y el uso doméstico el 12% restante (CONAGUA, 2009).

Gráfica 3.1. Distribución del consumo de agua



Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA, 2009.

Es importante resaltar que la mayor parte del agua de lluvia se precipita entre los meses de junio a octubre, mientras que el resto del año hay sequía (Oswald, 2011), por lo que resulta necesario desarrollar procesos eficientes y eficaces que permitan el mejor aprovechamiento del recurso hídrico, ya que la disponibilidad, sobre todo en el campo es de temporal, sin embargo, es necesario propiciar en las actividades industriales, agropecuarias y domésticas el uso de tecnologías que

permitan además de un ahorro de agua, la reutilización y el saneamiento de la misma.

### Aspectos generales de las cuencas hidrológicas de México

Se han identificado 1,471 cuencas hidrográficas en el país, las cuales se han agrupado y/o subdividido en cuencas hidrológicas. Las cuencas del país se encuentran organizadas en 37 regiones hidrológicas, que a su vez se agrupan en 13 regiones hidrológico-administrativas, como puede observarse en el Cuadro 3.3 (CONAGUA, 2010).

Cuadro 3.3. Regiones Hidrológicas Administrativas

Ciudades sedes de los Organismos de Cuencas		
Organismo de Cuenca		Ciudades sedes
I	Península de Baja California	Mexicali, Baja California
II	Noroeste	Hermosillo, Sonora
III	Pacífico Norte	Culiacán, Sinaloa
IV	Balsas	Cuernavaca, Morelos
V	Pacífico Sur	Oaxaca, Oaxaca
VI	Río Bravo	Monterrey, Nuevo León
VII	Cuencas Centrales del Norte	Torreón, Coahuila de Zaragoza
VIII	Lerma Santiago Pacífico	Guadalajara, Jalisco
IX	Golfo Norte	Ciudad Victoria, Tamaulipas
X	Golfo Centro	Xalapa, Veracruz
XI	Frontera Sur	Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
XII	Península de Yucatán	Mérida, Yucatán
XIII	Aguas del Valle de México	Distrito Federal, Cd. de México

FUENTE: Elaborado a partir del reglamento Interior de la CONAGUA y con base en el Acuerdo por el que se determina la circunscripción territorial de los organismos de Cuenca de la CONAGUA publicado en el DOF el 1 de abril de 2010

Fuente: <http://www.conagua.gob.mx/atlas/contexto07.html>

Las 13 regiones hidrológicas administrativas, se presentan en el Mapa 3.2, donde puede observarse la Cuenca del Valle de México (RHA XIII), donde se encuentra el área de estudio que es la Cuenca Hidrológica de la Presa Madín.

Arreguín plantea que: “Dos terceras partes del territorio son desérticas o semidesérticas, y la ubicación de la población no corresponde con las zonas de mayor disponibilidad natural de agua” (Arreguín, 2010). La disponibilidad de agua superficial y subterránea se puede apreciar en los mapas 3.3 y 3.4, respectivamente.

Mapa 3.2. Regiones Hidrológicas Administrativas



Fuente: Atlas Digital del Agua México 2012 Sistema Nacional de Información del Agua, visto en: [http://www.conagua.gob.mx/atlas/mapa/09/index\\_svg.html](http://www.conagua.gob.mx/atlas/mapa/09/index_svg.html)

Respecto al agua subterránea, la situación también es crítica, como puede observarse en el Mapa 3.3, donde las manchas rojas, representan acuíferos sobreexplotados<sup>12</sup>.

Como puede observarse, las aguas de la Región Hidrológica del Valle de México y del Sistema Cutzamala se encuentran entre las regiones hidrológicas sobreexplotadas y si a eso sumamos problemas de contaminación en acuíferos superficiales, el problema se incrementa, y en consecuencia, son los que empiezan a tener problemas para abastecer el vital recurso a la población.

La sobreexplotación de los acuíferos y el desperdicio de volúmenes considerables en la agricultura y en las ciudades generan la necesidad de introducir cambios drásticos en el manejo del agua del país.

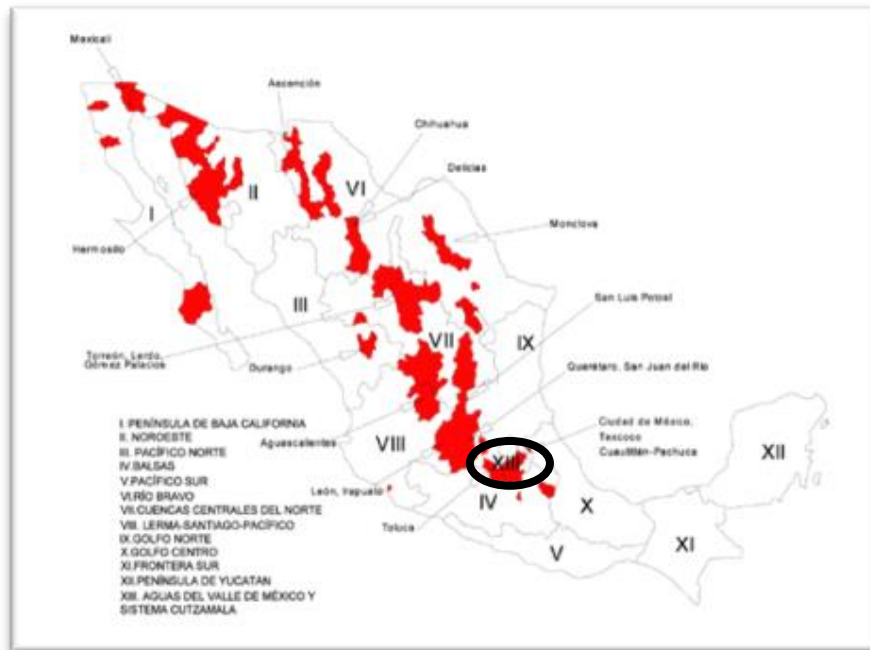
<sup>12</sup> La sobreexplotación se refiere a una extracción mayor a la recarga

Mapa 3.3. Disponibilidad superficial de agua



Fuente: Arreguín Cortés et al. (2010). "Los retos del agua". En Jiménez Blanca, Torregrosa Ma. Luisa y Aboites Luis. El agua en México: cauces y encauces. (p. 57). México. AMC y CONAGUA

Mapa 3.4. Acuíferos sobreexplotados



Fuente: Arreguín Cortés et al. (2010). "Los retos del agua". En Jiménez Blanca, Torregrosa Ma. Luisa y Aboites Luis. El agua en México: cauces y encauces. (p. 58). México. AMC y CONAGUA

Resulta paradójico que el lugar en el que se estableció la Ciudad de México haya sido una zona rica en agua, y que al paso de los años este recurso signifique uno de los retos más complejos que enfrenta actualmente la Ciudad y el mayor impedimento para el desarrollo urbano.

### **3.5 Cuenca Hidrológica del Valle de México**

La Región Hidrológico Administrativa XIII, conocida como Cuenca del Valle de México, tiene una superficie total de 16,426 km<sup>2</sup>, y está conformada por 100 municipios de tres Entidades Federativas (México, Hidalgo y Tlaxcala) más las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal, mapa 3.5.

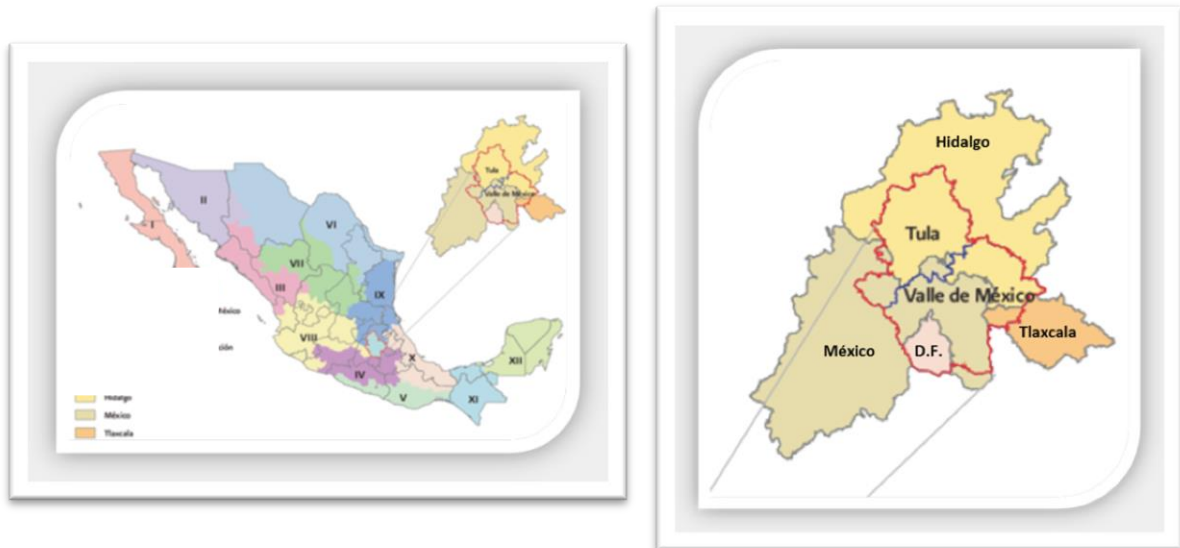
Esta región es la más poblada de las 13 regiones hidrológico administrativas del país, la de menor extensión territorial y por lo tanto la de mayor densidad de población, a tal grado que este indicador equivale a casi 24 veces la densidad de población media nacional (CONAGUA, 2009).

La región XIII, para fines de planeación, se divide en dos subregiones, Valle de México y Tula. La subregión Valle de México está conformada por 69 municipios (50 del estado de México, 15 de Hidalgo y cuatro de Tlaxcala) y las 16 delegaciones políticas del DF. Por su parte, la subregión Tula está conformada por 31 municipios (siete del estado de México y 24 de Hidalgo) (CONAGUA, 2009).

La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) ha presentado un crecimiento importante desde mediados del siglo pasado, por lo que fue necesario buscar nuevas fuentes de suministro fuera del Valle de México. Después de 30 años la reserva de agua subterránea comenzó a reducirse, pero las extracciones continuaron con la misma intensidad, lo cual ha generado como ya se mencionó anteriormente, un problema de sobreexplotación de los acuíferos. El mapa 3.6, presenta la evolución que han tenido los lagos en el Valle de México.

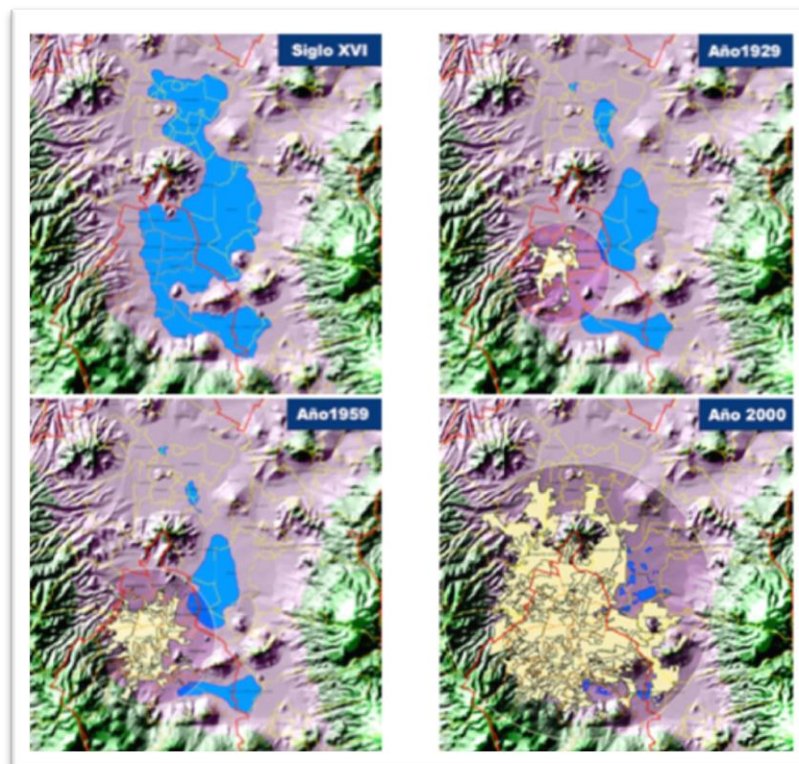


Mapa 3.5 Localización de la Cuenca del Valle de México



CONAGUA y Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México. (2009). Estadísticas del Agua de la Región Hidrológico-Administrativa XIII, Aguas del Valle de México. México. SEMARNAT. (p.16)

Mapa 3.6 Deseccación de los lagos del Valle de México



Fuente: Consejo de Cuenca del Valle de México, visto en:  
<http://cuencavalledemexico.com/consejo-de-cuenca-del-valle-de-mexico/historia/>

La sobreexplotación de los acuíferos, ha ido en aumento, en 1870, la extracción de agua subterránea en la Cuenca del Valle de México fue del orden de 2 m<sup>3</sup>/s, en 1952, el volumen extraído fue de 22 m<sup>3</sup>/s, rebasó el volumen recargado, 19 m<sup>3</sup>/s, en 2007, el volumen de extracción fue 59.5 m<sup>3</sup>/s, casi tres veces el volumen recargado.

### **Situación actual del agua en México**

Arreguín y colaboradores, plantean cinco grandes retos que debe afrontar el sector hidráulico:

- escasez,
- contaminación del recurso,
- impacto del cambio climático sobre el ciclo hidrológico,
- una administración que requiere ser fortalecida con la participación de todos los usuarios, para reducir el desorden en el ordenamiento ecológico y
- la necesidad de revisar y fortalecer el sistema de ciencia y tecnología en el país (Arreguín, 2010).

Esta investigación se centra en el deterioro ambiental que el crecimiento urbano ha generado en la cuenca hidrológica de la Presa Madín, a través de:

- descargas de agua residual, que de no ser dispuesta de la manera adecuada, se puede convertir en el principal foco de contaminación a la Presa Madín.
- el manejo, almacenamiento y disposición final que se le da a los residuos sólidos generados por los centros de población y que actualmente representan un problema de afectación a cuerpos de agua y suelo.
- La degradación del suelo, por deforestación y los cambios de uso de suelo, que están reduciendo las áreas de recarga de acuíferos y con ello favoreciendo la sobreexplotación de las aguas subterráneas.

El IMTA<sup>13</sup> considera que la escasez de agua constituye uno de los principales desafíos del siglo XXI, y de hecho, ya lo están enfrentando numerosas sociedades de todo el mundo. “A lo largo del último siglo, el uso y consumo de agua creció a un ritmo dos veces superior al de la tasa de crecimiento de la población y, aunque no se puede hablar de escasez hídrica a nivel global, va en aumento el número de regiones con niveles crónicos de carencia de agua” (IMTA, 2012).

La escasez de agua es un fenómeno no solo natural sino también causado por la acción del hombre.

El IMTA plantea dos términos que resultan de interés para esta investigación, por un lado el “estrés hídrico” y por otro, la “escasez de agua”. Los hidrólogos miden la escasez de agua a través de la relación agua/población (IMTA, 2012).

La escasez de agua se refiere a la falta de suficientes recursos hídricos para satisfacer las demandas de consumo de una región.

La escasez de agua implica estrés hídrico, déficit hídrico, y crisis hídrica. El concepto del estrés hídrico es relativamente nuevo y se refiere a la dificultad de obtener fuentes de agua dulce durante un cierto período, una situación que puede culminar en un mayor deterioro y agotamiento de los recursos hídricos disponibles (IMTA, 2012).

Una crisis hídrica es una situación que se produce cuando la disponibilidad de agua no contaminada dentro de una región es inferior a la demanda de agua en esa región.

La contaminación del agua, se puede definir como una modificación y/o alteración a las características de esta, generalmente provocada por el ser humano, que la vuelve impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales, la vida natural y

---

<sup>13</sup> Instituto Mexicano de Tecnología del Agua



cotidiana.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el agua está contaminada cuando su composición se haya alterada, de modo que no reúna las condiciones necesarias para ser utilizada beneficiosamente en el consumo humano.

### **3.6 Principales causas y fuentes de contaminación en los acuíferos**

En México, entre las principales fuentes de contaminación del agua se encuentran: el inadecuado manejo, almacenamiento y disposición final de los residuos sólidos y las aguas residuales de centros urbanos, industrias, minas y áreas agrícolas, los cuales se arrojan a los sistemas de alcantarillado, a ríos y lagos.

En el caso de los residuos sólidos la mala disposición final genera la producción de lixiviados que al infiltrarse al suelo generan severos problemas como la erosión, lo que hace perder al suelo sus nutrientes y por ende su capacidad de producir; aunado a que cuando llegan a algún cuerpo de agua subterráneo, la contaminación se multiplica.

Se estima que en la actualidad se generan en México 431.7 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales municipales y no municipales. Al primer grupo corresponden 243 m<sup>3</sup>/s, y de ellos se colectan 207 m<sup>3</sup>/s (85%); de esta cantidad se tratan 83.8 m<sup>3</sup>/s (40.5 %), y 123.2 m<sup>3</sup>/s no reciben tratamiento, de las aguas residuales no municipales (188.7 m<sup>3</sup>/s); se tratan 29.9 m<sup>3</sup>/s (15.85 %) y, del restante 84.2 %, 63.52 m<sup>3</sup>/s se emplean en el riego. (Arreguín, 2010). Esta situación impacta directamente a los cuerpos receptores.

#### **Contaminantes más frecuentes de origen urbano**

Los parámetros que se describen a continuación se utilizan para medir el grado de contaminación en el agua, generalmente el causante es un centro de población, por ello hablamos de contaminantes de origen urbano, aunque puede haber más, mencionaremos los más relevantes.

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos contenidos en una muestra líquida, disuelta o en suspensión; es un indicador de contaminación de origen municipal y doméstico.

La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación, es un indicador que normalmente se asocia a la contaminación por descargas industriales.

Otro parámetro usado para medir la calidad del agua es el de Sólidos Suspendidos Totales (SST), indica la cantidad de sólidos (medidos habitualmente en miligramos por litro), presentes, en suspensión y que pueden ser separados por medios mecánicos, como por ejemplo la filtración en vacío, o la centrifugación del líquido. Algunas veces se asocia a la turbidez del agua..

Otro problema con la misma importancia es la contaminación de los acuíferos del Valle de México, pues sistemáticamente han crecido las fuentes contaminantes entre las que destacan el Río Lerma, que drena las aguas negras y tratadas de la Ciudad de Toluca y los sitios donde se disponen contaminantes líquidos y sólidos; situación que implica un mayor riesgo en la medida que se incrementan las grietas por subsidencia.

### **3.7 Reflexiones de otros casos de estudio**

Warren<sup>14</sup> (2015) considera que los atributos biofísicos de una región influyen los asentamientos y la cultura humana, de manera recíproca, los asentamientos y la cultura son examinados para evaluar su influencia en los atributos biofísicos de

---

<sup>14</sup> La Dra. Barty Warren-Kretzschmar, de Utah State University, Logan, Utah. En su exposición sobre Planeación Biorregional, durante el 3<sup>er</sup> Foro Nacioanal y 2º Internacional de “Diálogos sobre Urbanismo”, realizado en la FES Acatlán\_UNAM, en abril de 2015.

una región, así lo reconoce la planeación biorregional, en la cual se da una correlación tridimensional entre los aspectos sociales, económicos y biofísicos. Esta perspectiva provee un entorno trans-disciplinario para la investigación y el desarrollo de alternativas de usos de suelo, su evaluación y las políticas de implementación”

Bajo este concepto la Dra. Warren presenta una cuenca hidrológica como unidad de investigación, en la cual se tiene una estructura funcional y espacial del paisaje. Los sistemas de escurrimientos son una parte integral de los sistemas hidrológicos y la cuenca sirve de contexto para temas y problemáticas de diferentes escalas, el agua, dentro de una cuenca, conecta el medio físico, con los sistemas biológicos y culturales.

El propósito de la planeación biorregional es implementar un enfoque sistemático para resolver problemas de diseño y planeación en escalas y contenidos diversos, este planteamiento está totalmente alineado a lo expuesto en el capítulo anterior.

Dentro del esquema sugerido en el modelo de planeación biorregional, se plantea hacer una valoración y análisis de los componentes biofísicos (geología, hidrología, clima, vegetación, edafología, etc.) y de los componentes sociales (demografía, paisaje cultural, patrones de asentamientos, etc.), con toda esta información se hace un análisis y una proyección a 15 o 20 años para plantear acciones que permitan asegurar la sustentabilidad de la cuenca. La identificación de estas acciones se lleva a cabo a través de talleres donde todos los involucrados participan activamente y de una manera integral trabajan en favor de la preservación de los ecosistemas que se desarrollan dentro de la unidad de análisis, es decir, la cuenca.

Perló<sup>15</sup> describe como todos los diagnósticos que se han realizado sobre cuestio-

---

<sup>15</sup> Perló Cohen Manuel es investigador titular del IIS de la UNAM.

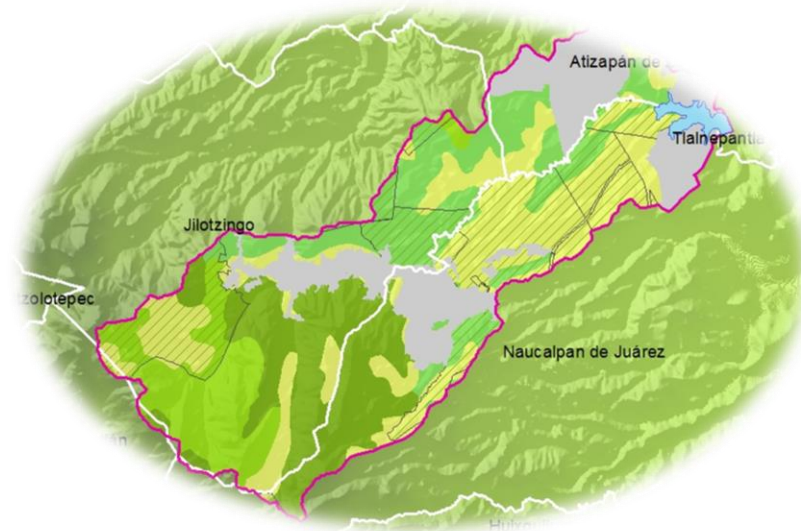
nes hídricas en México revelan ineficiencia, inequidad y altos costos energéticos, aunados a un deterioro ambiental, lo que los hace muy vulnerables, ya que cada vez es más complicado garantizar los servicios de dotación de agua y drenaje a la población. El autor plantea ¿cómo poder recuperar la sustentabilidad hídrica de la cuenca de México?, considera que para que esto sea posible se requiere hacer transformaciones profundas enmarcadas en un horizonte de mediano y largo plazo. La transformación de los sistemas hídricos requiere un “enfoque holístico, dinámico e incluyente” que permita diseñar y aplicar políticas públicas (Perló, 2011, p. 192).

La sustentabilidad hídrica plantea varios preceptos, entre los que se destaca: una “gestión integrada de las cuencas fluviales ofrece la posibilidad de salvaguardar los ecosistemas acuáticos y de aportar ventajas a la sociedad sobre una base sostenible”, “una tarificación adecuada y en controles apropiados de las descargas”. Por lo que propone, entre otros aspectos: conservar el ciclo hidrológico y los ecosistemas naturales, usar y aprovechar los recursos hídricos de una manera eficiente, integral y sustentable a fin de contribuir a una mejor calidad de vida de la población (Perló, 2011, pp. 195-197).

El autor propone algunas acciones para conservar los recursos hídricos, entre las que se destacan los siguientes, que pueden coincidir con los requeridos para el objeto de estudio de esta tesis: reducir la sobreexplotación de los acuíferos, proteger el suelo de conservación, mantener un programa para detectar y corregir fugas de agua, implementar el reúso de aguas residuales y el tratamiento de las mismas, proteger áreas de alto valor ambiental y zonas lacustres para que sigan ofreciendo los servicios ambientales (Perló, 2011).

*"Dos cosas que me llaman la atención:  
la inteligencia de las bestias y la bestialidad de los hombres"*

*Flora Tristán (feminista francesa)*



## Capítulo IV

# Situación actual de la Cuenca Hidrológica de la Presa Madín

#### **4. Situación actual de la Cuenca Hidrológica de la Presa Madín**

En este capítulo se introduce al lector al objeto de estudio, a través de una descripción general de la CHPM, inicia con la localización geográfica y algunas características relevantes del área de estudio, posteriormente se expone la regionalización política, donde se presenta la participación que cada municipio tiene dentro de la cuenca, para continuar con las principales características del medio físico natural, las cuales darán la pauta para determinar la aptitud del suelo, enseguida se hace una descripción de la infraestructura urbana y el equipamiento existente en la zona de estudio, para concluir con el reporte realizado de las visitas de campo al área de estudio, todo esto permitirá tener los elementos básicos para poder hacer la evaluación y análisis que se presenta en el siguiente capítulo.

##### **4.1 Localización geográfica y características relevantes del objeto de estudio**

La zona de estudio se encuentra en el Estado de México, una de las 32 entidades federativas, ubicada en la zona centro de la República Mexicana. El Estado de México, tiene 125 municipios, con una extensión territorial de 22,356.80 km<sup>2</sup> y una población total de 15'175,862 habitantes para 2010<sup>16</sup>.

La CHPM se localiza en la zona poniente del Valle de México entre las coordenadas geográficas 99°25'40" y 99°15'40" de longitud oeste y 19°25'50" y 19°33'25" de latitud norte, tiene una extensión de 99.45 km<sup>2</sup>, de los cuales 0.81 km<sup>2</sup> corresponden al espejo de agua, se inscribe en la región hidrológica 26 del Pánuco, en la cuenca del Valle de México, los municipios contenidos dentro de la cuenca son Atizapán de Zaragoza, Jilotzingo, Naucalpan de Juárez y Xonacatlán (CONAGUA, 2009), ver mapa 4.1.

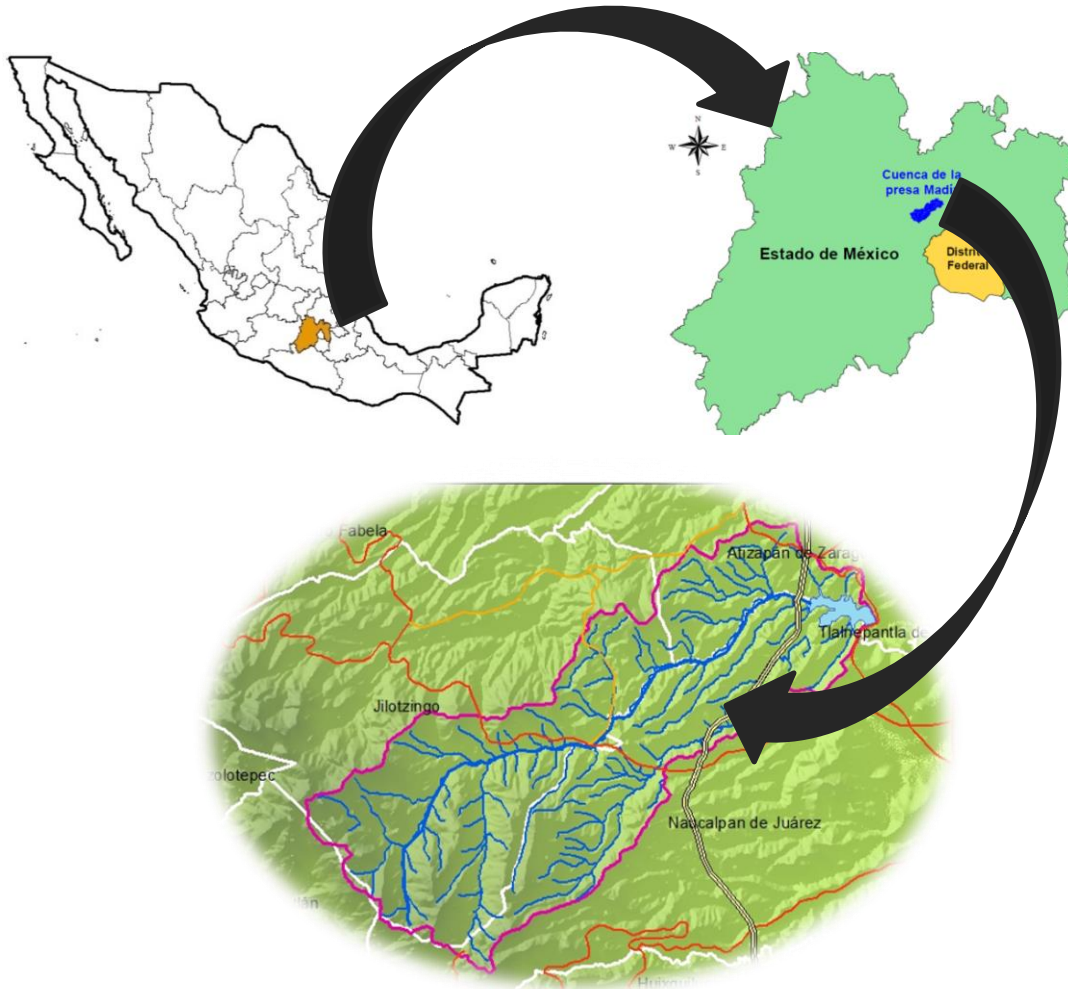
La mitad de la cuenca pertenece al municipio de Jilotzingo (49.5 %), seguido por Naucalpan de Juárez con una influencia del 33 %, Atizapán de Zaragoza con 12 %

---

<sup>16</sup> INEGI. Datos del Censo de Población y Vivienda, 2010

y Xonacatlán con el 5.5%. La distribución de superficies que corresponde a cada municipio respecto al total de la cuenca se presenta en el cuadro 4.1.

Mapa 4.1 Localización Geográfica del objeto de estudio



Fuente: Elaboración propia, con datos de Mapa Digital, INEGI

La definición del área de estudio se realizó con el programa ArcMap para delimitar una cuenca hidrológica, una vez establecidas las corrientes de agua que llegan a la presa Madín, se dibujó el polígono a partir de la orografía de la región.



Cuadro 4.1 Distribución de la Cuenca por superficies de cada municipio

Municipio	Nombre	Área total del municipio	Porcentaje del municipio dentro de la cuenca	Área del municipio dentro de la cuenca (Hectáreas)
13	Atizapan de Zaragoza	8700	12.09	1,209.74
46	Jilotzingo	11700	49.69	4,972.04
57	Naucalpan de Juárez	15300	32.72	3,274.00
115	Xonacatlán	7100	5.5	550.34
			<b>Total</b>	<b>10.006.12</b>

Fuente: Elaboración propia con información recabada del mapa 4.3 en ArcMap

El área delimitada para esta investigación es la cuenca hidrológica de la presa Madín en la cual habitan aproximadamente 37,471<sup>17</sup> personas, distribuidas en 23 localidades rurales y 3 localidades urbanas, la base de datos se integró por manzanas, para las localidades urbanas, a fin de únicamente incluir a los habitantes de la cuenca, pertenecientes a los municipios de Atizapán de Zaragoza, Jilotzingo y Naucalpan de Juárez, Estado de México.

La presa Madín se construyó entre los años 1958 - 1959, habiendo sido sobre elevada entre 1973 - 1974, su localización geográfica corresponde a las coordenadas latitud 19° 31' 34" N, longitud 99° 15' 39" W (CONAGUA, 2009). El propósito principal de este vaso de almacenamiento fue el control del río Tlalnepantla, así como para abastecer de agua potable a un importante sector urbano, con una extracción promedio de 600 litros por segundo. La cortina de la presa se encuentra a 2 km al Sur del poblado Atizapán de Zaragoza, municipio del mismo nombre del estado de México.

La Presa Madín se localiza en la Sierra Poniente del Valle de México, en los límites de los municipios de Atizapán de Zaragoza y Naucalpan de Juárez, Estado de

<sup>17</sup> Dato tomado de la base de datos que se integró a partir del Censo de Población y Vivienda 2010, SCINCE \_ INEGI



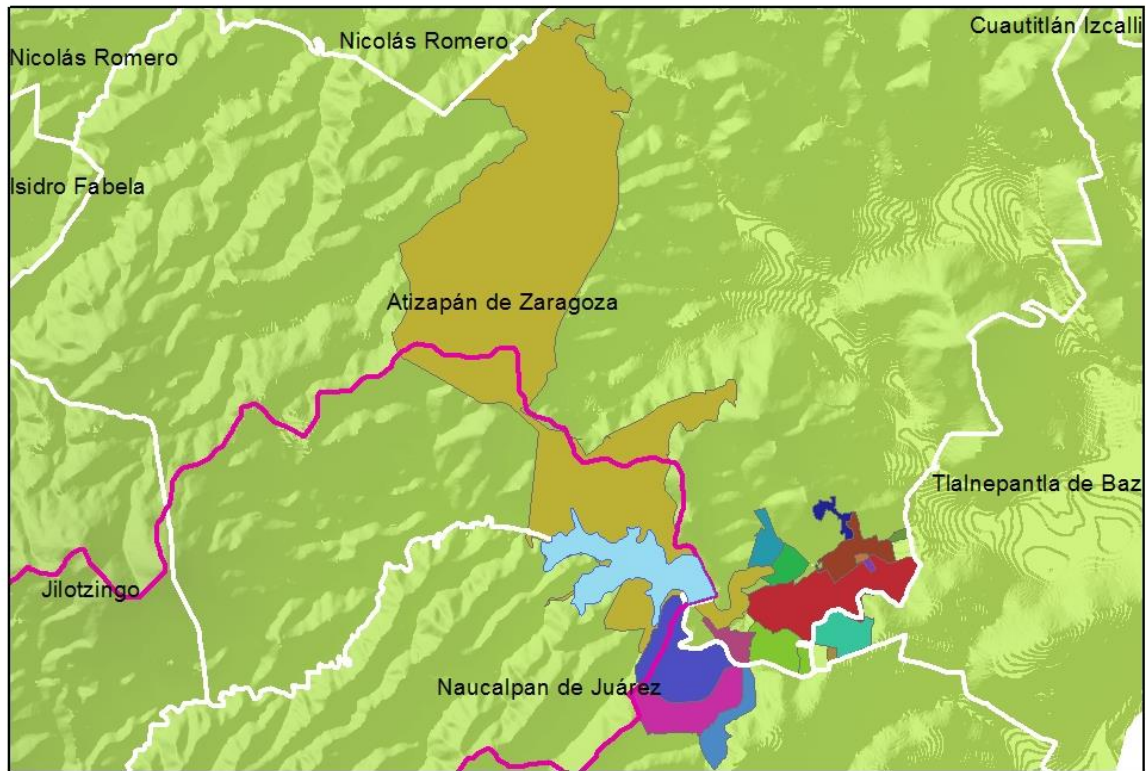
México. Su cuenca se origina en las pendientes de la sierra de Monte Alto y Monte Bajo, presentando elevaciones máximas de 2,900 a 3,600 msnm<sup>18</sup>, respectivamente. Controla el escurrimiento de los arroyos que drenan en la cuenca, siendo el principal el río Tlalnepantla, tiene una capacidad de almacenamiento promedio de 10.5 millones de metros cúbicos de agua, además cuenta con una planta potabilizadora con una capacidad de 450 litros por segundo (CONAGUA, 2009).

La presa Madín abastece algunas colonias de los municipios de Naucalpan de Juárez, Atizapán de Zaragoza y Tlalnepantla (CONAGUA, 2009), como se puede apreciar en el mapa 4.2.

---

<sup>18</sup> Metros sobre el nivel del mar

Mapa 4.2. Abastecimiento de Agua Potable de la Presa Madín



Fuente: Elaboración propia, con datos de Mapa Digital, INEGI

**Simbología**

- Límite Municipal
- Límite Cuenca Presa Madín
- Cuerpo de agua

**Abastecimiento de agua de la presa**

**Colonias**

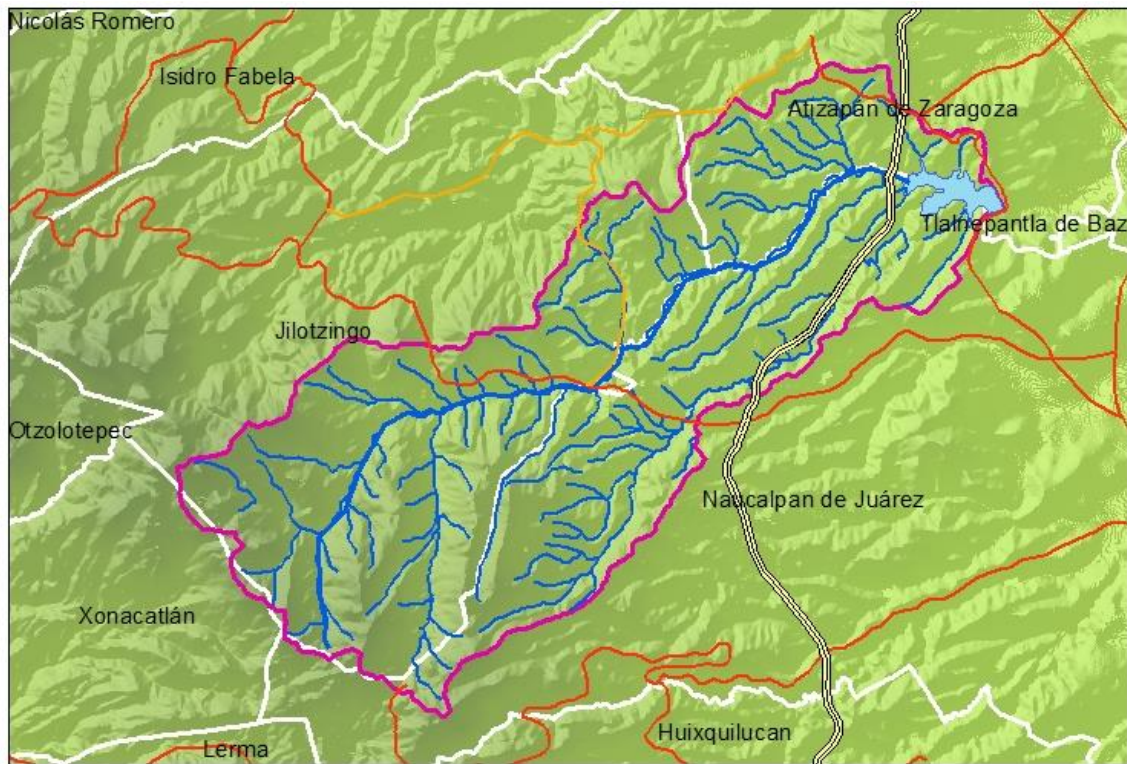
- ADOLFO LOPEZ MATEOS
- AILES 34
- BELLAVISTA
- CLUB DE GOLF BELLAVISTA
- EL CALVARIO
- FRACC RINCON DE BELLAVISTA I
- FRACC RINCON DE BELLAVISTA II
- FUENTES DE SATELITE

- JARDINES DE BELLAVISTA
- LOMAS DE BELLAVISTA
- LOMAS DE GUADALUPE
- LOMAS VERDES
- LOMAS VERDES 3RA SECC
- LOMAS VERDES 4TA SECC
- RESIDENCIAL CALACOAYA
- RINCON COLONIAL
- RINCON DE BELLAVISTA

## 4.2 Regionalización política

La Cuenca Hidrológica de la Presa Madín, se encuentra en el Estado de México, dentro de los municipios de Atizapán de Zaragoza, Jilotzingo, Naucalpan de Juárez y Xonacatlán, dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México, como puede observarse en el mapa 4.3

Mapa 4.3 Delimitación de la Cuenca Hidrológica de la Presa Madín



Fuente: Elaboración propia, con datos de Mapa Digital, INEGI

### Simbología

- Límite Municipal
- Límite Cuenca Presa Madín
- Corrientes de agua
- Cuerpo de agua

### Vialidades

- Cuota
- Libre
- Restringido
- N/A

Los municipios con más influencia sobre la CHPM son Jilotzingo y Naucalpan de Juárez.

### 4.3 Caracterización del Medio Físico Natural de la CHPM

La cuenca hidrológica se divide en tres partes: Alta, Media y Baja, la cuenca alta, corresponde a la zona donde nace el río, el cual se desplaza por una gran pendiente; la cuenca media, es la parte de la cuenca en la cual hay un equilibrio entre el material sólido que llega traído por la corriente y el material que sale, y la cuenca baja, es la parte de la cuenca en la cual el material extraído de la parte alta se deposita en lo que se llama cono de deyección<sup>19</sup>.

Para la determinación de la parte alta, media y baja de la cuenca es necesario conocer las elevaciones y pendientes dentro de la cuenca y a lo largo del cauce principal. Ver mapa 4.4 y cuadro 4.2.

Los procesos hidrológicos que intervienen en la disponibilidad del agua se dan en las tres partes de la cuenca: alta, media y baja. La parte alta de la cuenca es la que tiene la mayor precipitación pluvial y donde se originan los escurrimientos; la parte media normalmente es de uso agropecuario con algunos asentamientos humanos la parte baja es donde normalmente se ubican distritos de riego<sup>20</sup>, urbanizaciones y acuacultura<sup>21</sup>.

La parte baja y media de la cuenca hidrológica de la presa Madín, ha crecido considerablemente, se han construido complejos comerciales y habitacionales, donde se concentra la mayor población, esto ha provocado un crecimiento desordenado y sin ningún tipo de control de asentamientos humanos irregulares, algunos de ellos invadiendo zonas federales, dificultando así la planeación del abastecimiento

---

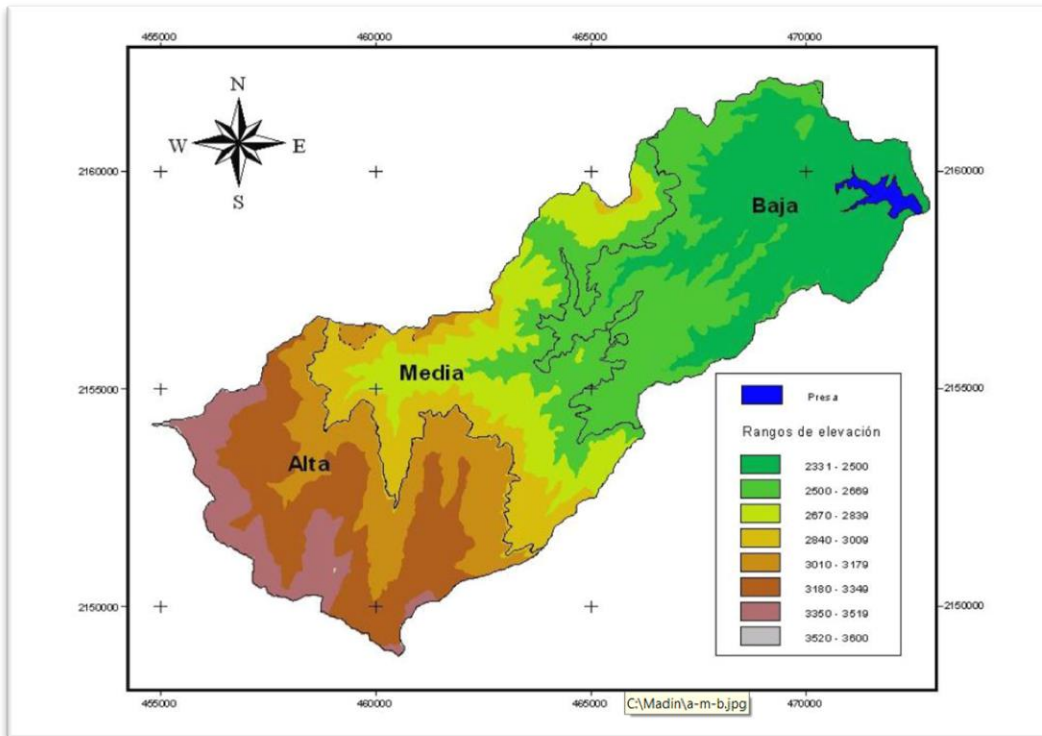
<sup>19</sup> En geomorfología el cono de deyección es una forma del terreno o accidente geográfico formado cuando una corriente de agua que fluye rápidamente entra en una zona más tendida y su velocidad disminuye, extendiéndose su cauce en abanico, en general a la salida de un cañón en una llanura plana.

<sup>20</sup> Los distritos de riego son proyectos de irrigación desarrollados por el Gobierno Federal desde 1926, año de creación de la Comisión Nacional de Irrigación, e incluyen diversas obras, tales como vasos de almacenamiento, derivaciones directas, plantas de bombeo, pozos, canales y caminos, entre otros.

<sup>21</sup> Acuacultura es la producción controlada de organismos vegetales y animales, susceptibles de ser cultivados que pertenecen a varios grupos de especies, ofrecen amplias oportunidades de negocio y alternativas alimenticias, o recuperación de las poblaciones naturales que se han visto disminuidas.

de los recursos hídricos, el control de las descargas de agua residual de las casas habitación, la generación de residuos sólidos y la deforestación (CONAGUA, 2009).

Mapa 4.4. Rangos de elevaciones presentes en la cuenca alta, media y bajo



Fuente: Plan hídrico de gran visión en la cuenca de la Presa Madín, Estado de México (TIV-p.7)

Cuadro 4.2. Delimitación de las zonas, alta, media y baja de la cuenca de la Presa Madín, superficie y rango de elevación

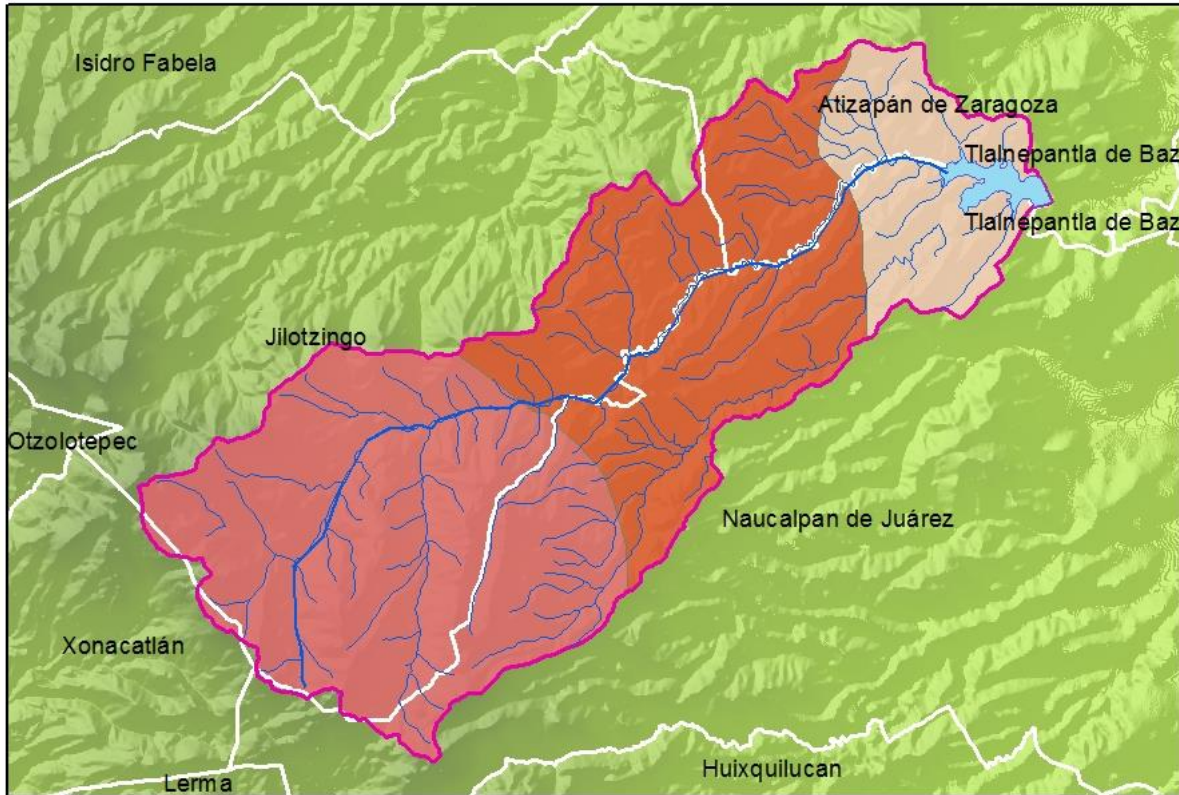
CUENCA	SUPERFICIE (ha)	RANGO DE ELEVACIONES
Baja	3,611	2333-2600
Media	2,977	2600-3000
Alta	3,357	3000-3600
<b>Total:</b>	<b>9,945</b>	

Fuente: Plan hídrico de gran visión en la cuenca de la Presa Madín, Estado de México (TIV-p.7)



## Clima

Mapa 4.5 Distribución de unidades climatológicas



Fuente: Elaboración propia, con datos de Mapa Digital, INEGI

### Simbología

- Limite Municipal
- Limite Cuenca Presa Madín
- Cuerpo de agua
- Corrientes de agua

### Clima

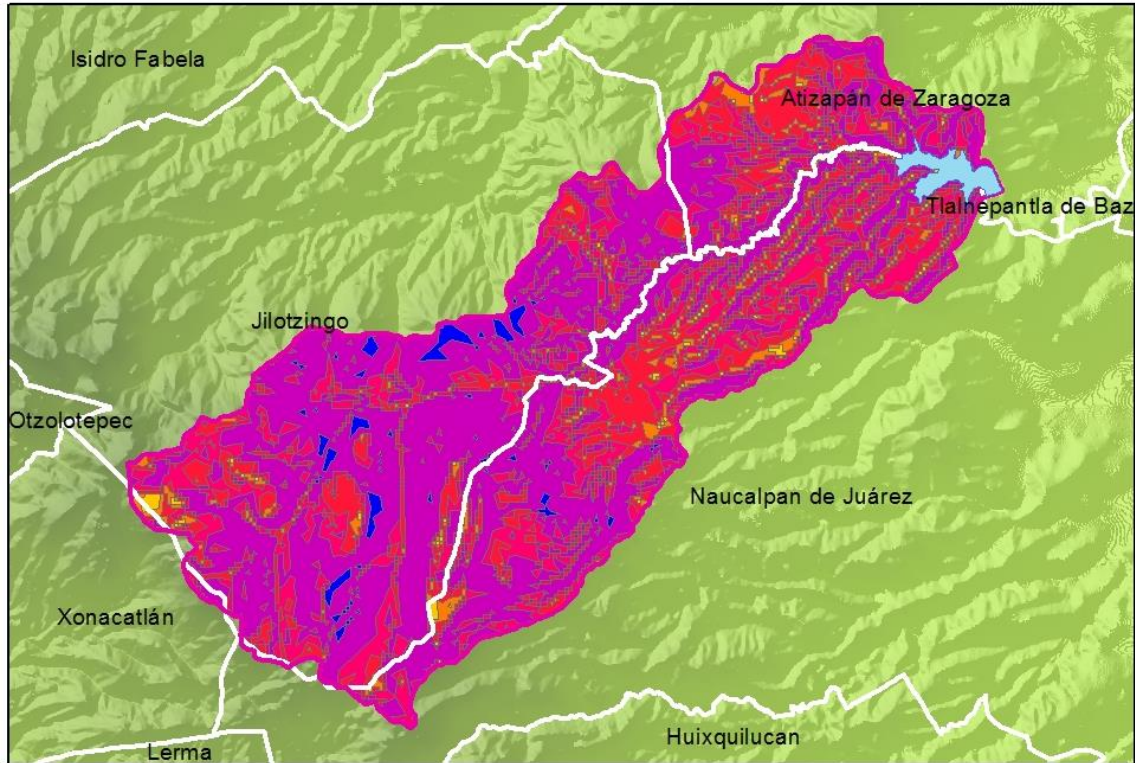
- C(E)(w2)(w)b(i)g
- C(w1)(w)b(i')g
- C(w2)(w)b(i)g

El clima en la mayor parte de la región es templado subhúmedo con lluvias en verano, pero en Jilotzingo y una parte de Xonacatlán es semifrío subhúmedo con lluvias en verano. El rango de temperaturas es de 8 a 18 °C. El rango de precipitación es de 600 – 1300 mm.

El clima resulta importante para la cuenca hidrológica, pues las lluvias son un factor indispensable para que el ciclo del agua realice su función de recarga de los acuíferos subterráneos y superficiales.

## Pendientes

Plano 4.6. Rango de pendientes



Fuente: Elaboración propia, con datos de Mapa Digital, INEGI

### Simbología

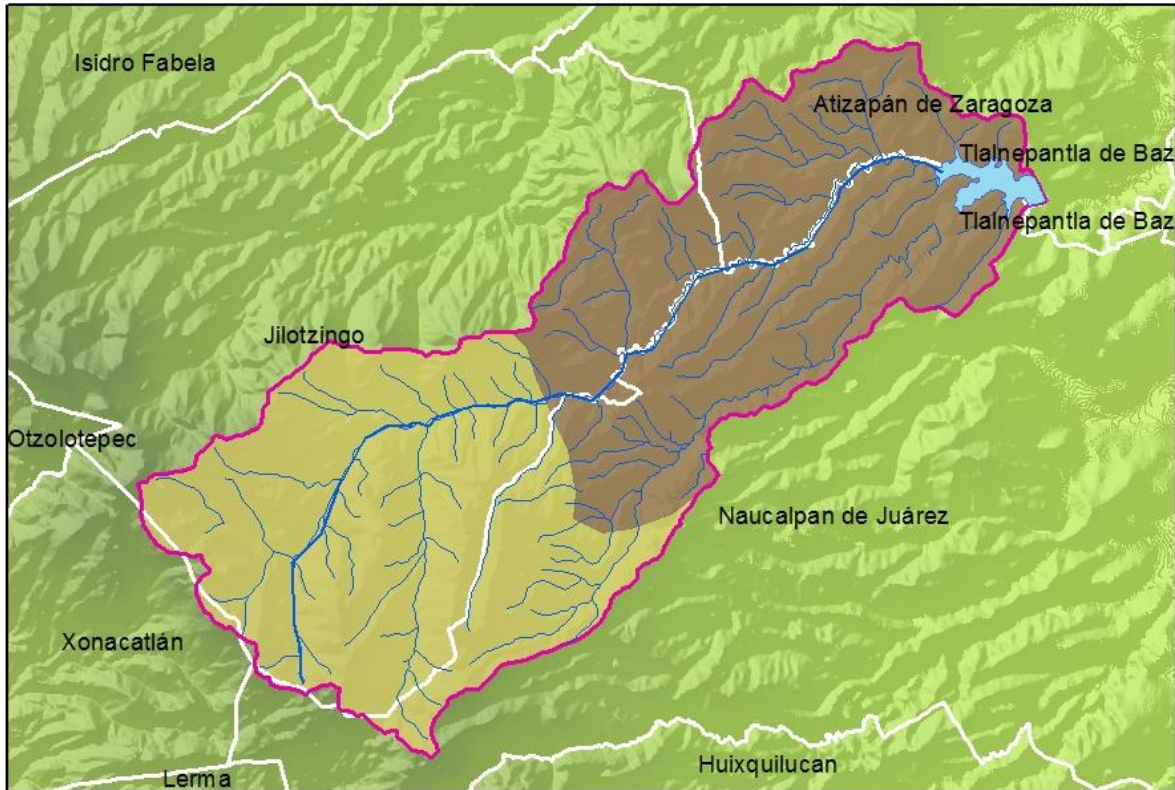
- Límite Municipal
- Límite Cuenca Presa Madín
- Cuerpo de agua
- % Pendientes**
- <2
- 2-6
- 6-13
- 13-20
- 20-55
- >55

Las pendientes entre 13 y 55 son las dominantes en el área de estudio, esta característica en el territorio puede resultar atractiva para la reforestación, la recreación extensiva y la conservación.



## Geología

Plano 4.7. Geología de la Cuenca de la Presa Madín



Fuente: Elaboración propia, con datos de Mapa Digital, INEGI

### Simbología

- Limite Municipal
- Limite Cuenca Presa Madín
- Cuerpo de agua
- Corrientes de agua

### Geología

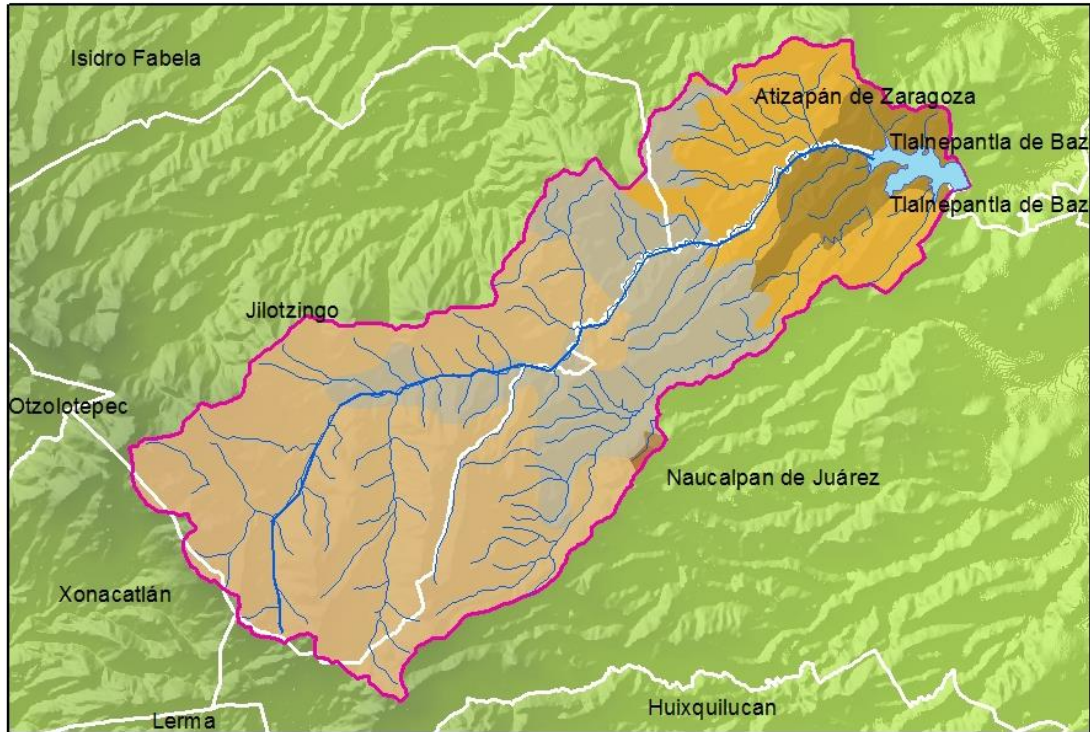
- Volcanoclástico
- ígnea extrusiva básica

La roca ígnea extrusiva básica es más resistente a la erosión por el agua en movimiento que la roca del tipo volcanoclástico, ya que son rocas impermeables (silíceas, ya que contienen entre 45 y 52 % de  $\text{SiO}_2$ ).

La configuración de los drenajes naturales, depende en buena medida de la geología existente, así como de la cantidad de tiempo que ha estado funcionando en los mismos regímenes climáticos y geológicos, lo cual favorece a la cuenca hidrológica.

## Edafología

Mapa 4.8. Tipos de suelo en la Cuenca de la Presa Madín



Fuente: Elaboración propia, con datos de Mapa Digital, INEGI

### Simbología

- Limite Municipal
- Limite Cuenca Presa Madín
- Cuerpo de agua
- Corrientes de agua

### Edafología

- ANDOSOL HUMICO
- CAMBISOL EUTRICO
- FEOZEM HAPLICO
- FEOZEM LUVICO
- LUVISOL CROMICO
- REGOSOL CALCARICO

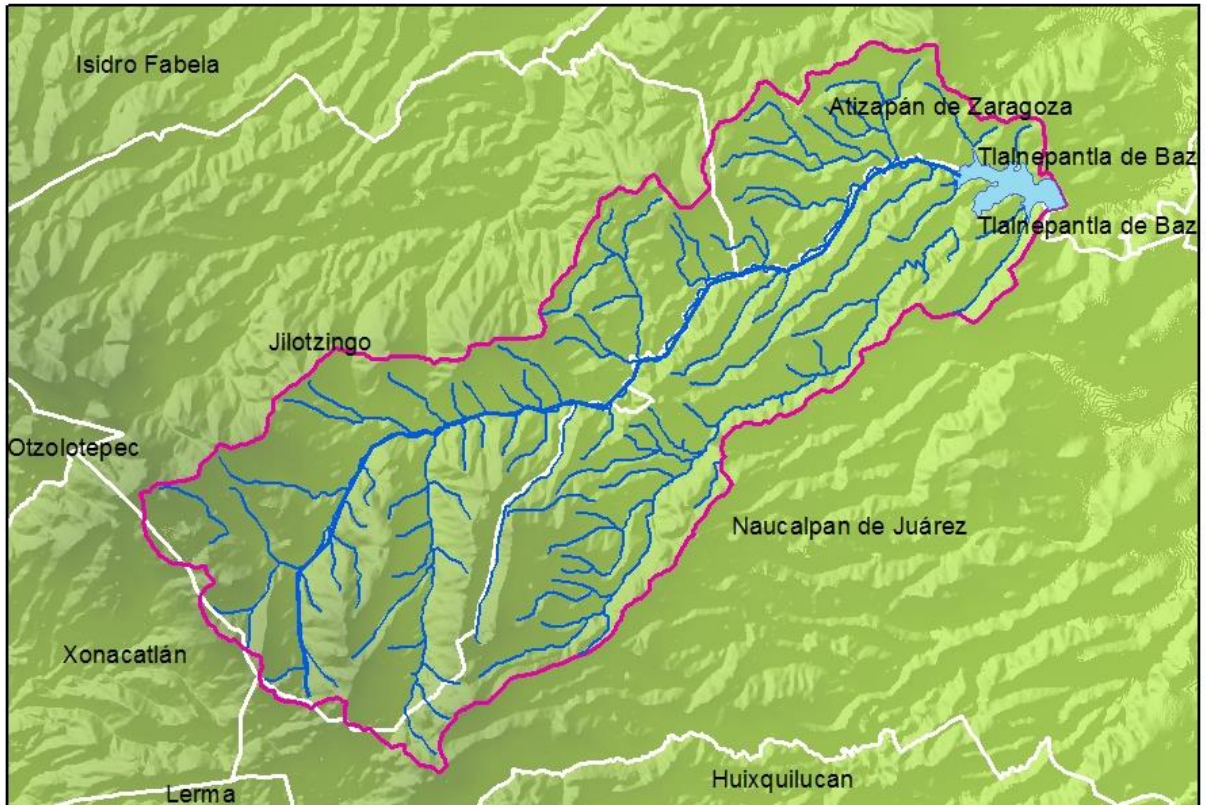
El suelo que se presenta con mayor frecuencia es el andosol humico, se caracterizan por ser altamente porosos, ligeros, y permeables, su fertilidad es considerable, tienen altos valores en contenido de materia orgánica (alrededor de un 20%), además tienen una gran capacidad de retención de agua y mucha capacidad de cambio. Se encuentran en regiones húmedas y pueden encontrarse junto una gran variedad de vegetales. Lo cual favorece a las funciones de la cuenca hidrológica.

El feozem se asocian a regiones con un clima suficientemente húmedo, y la vegetación de matorral tipo estepa o de bosque.







## Hidrología

Mapa 4.9 Cuenca Hidrológica de la Presa Madín



Fuente: Elaboración propia, con datos de Mapa Digital, INEGI

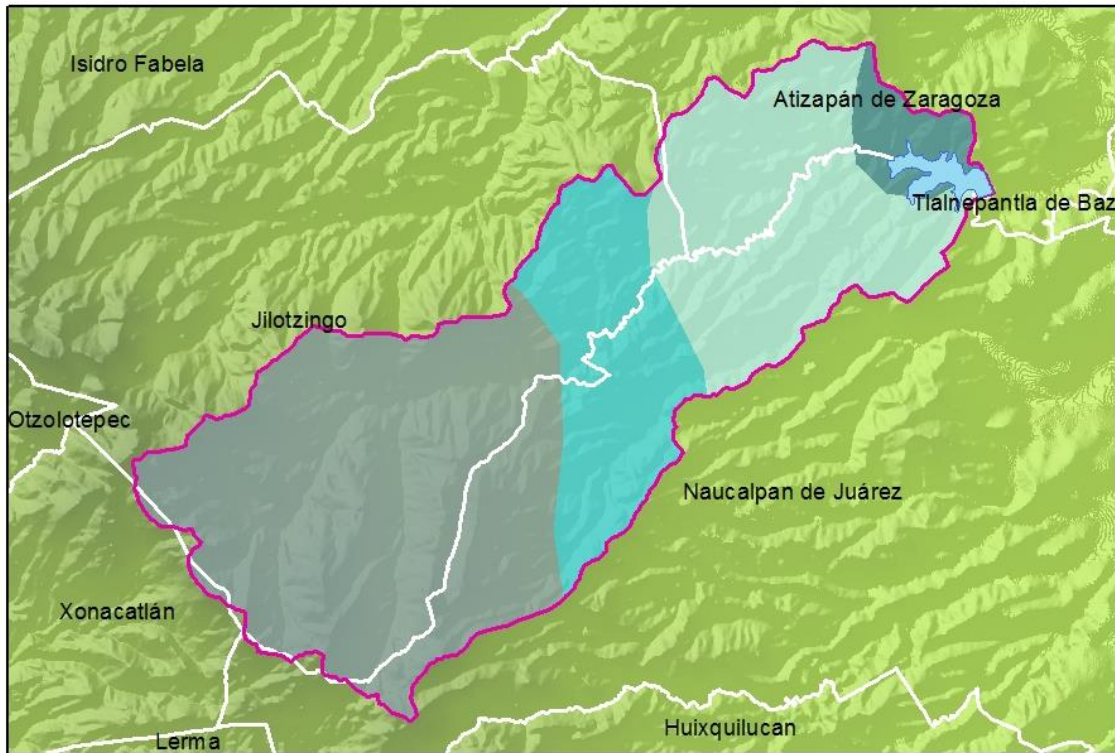
### Simbología

-  Límite Municipal
-  Límite Cuenca Presa Madín
-  Cuerpo de agua
-  Corrientes de agua

La corriente principal que alimenta a la CHPM es el río Tlalnepantla, el cual es una de las principales corrientes del Valle de México. En su recorrido recibe por ambas márgenes una serie de corrientes entre las que destacan los arroyos Alameda, El Muerto y El Sifón. También se abastece del Río San Juan el cual nace de los escurrimientos que descienden de la vertiente suroriental de la Sierra Monte Alto. Se unen a él en su recorrido río Los Ajos y el arroyo Córdoba. El arroyo Las Almas y La Colmena descargan directamente a la presa Madín y tienen su origen en las pendientes cercanas a la presa (CONAGUA, 2009).

## Precipitación Pluvial

Mapa 4.10 Rangos de precipitación pluvial total anual



Fuente: Elaboración propia, con datos de CONABIO

### Simbología

- Limite Municipal
- Limite Cuenca Presa Madín
- Cuerpo de agua

### Rango de Precipitación Total Anual

- DE 600 A 800
- DE 800 A 1000
- DE 1000 A 1200
- DE 1200 A 1500

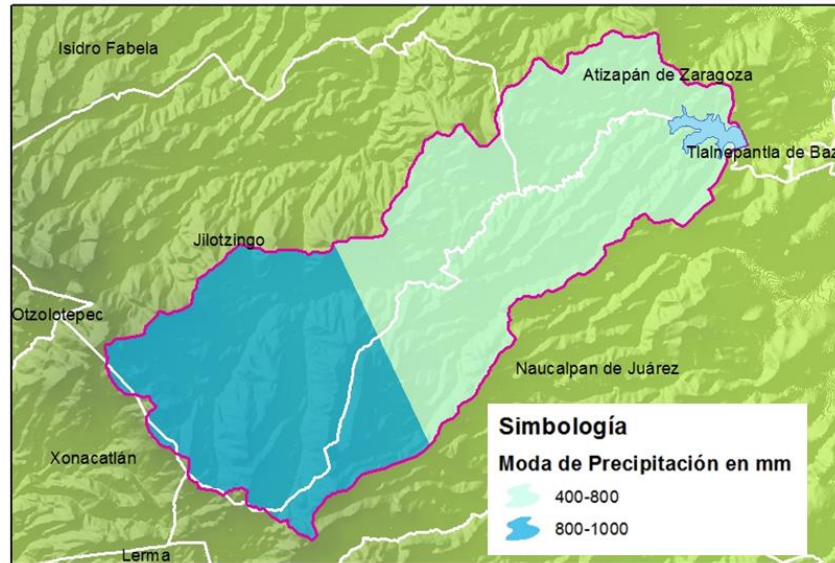
La precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae del cielo y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo, pero no la virga<sup>22</sup>, neblina ni rocío que son formas de condensación y no de precipitación.

La precipitación pluvial se mide en mm, que equivale al espesor de la lámina de agua que se formaría, a causa de la precipitación sobre una superficie de 1 m<sup>2</sup> plana e impermeable.

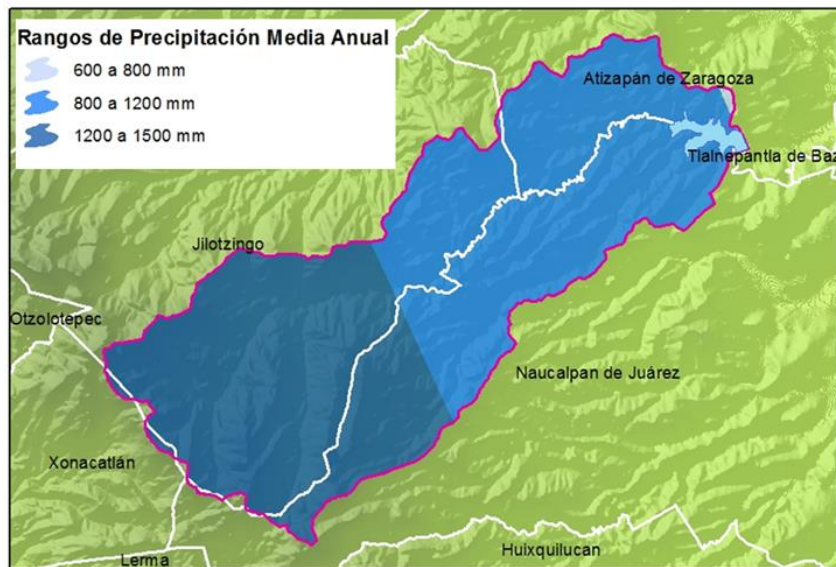
<sup>22</sup> Virga es el hidrometeoro que cae de una nube pero que se evapora antes de alcanzar el suelo.

La variación anual de las precipitaciones se da en el ámbito de un año, aunque vale la pena resaltar que siempre hay meses en que las precipitaciones son mayores que en otros.

Mapa 4.11 Moda de precipitación pluvial



Mapa 4.12 Rangos de precipitación media anual

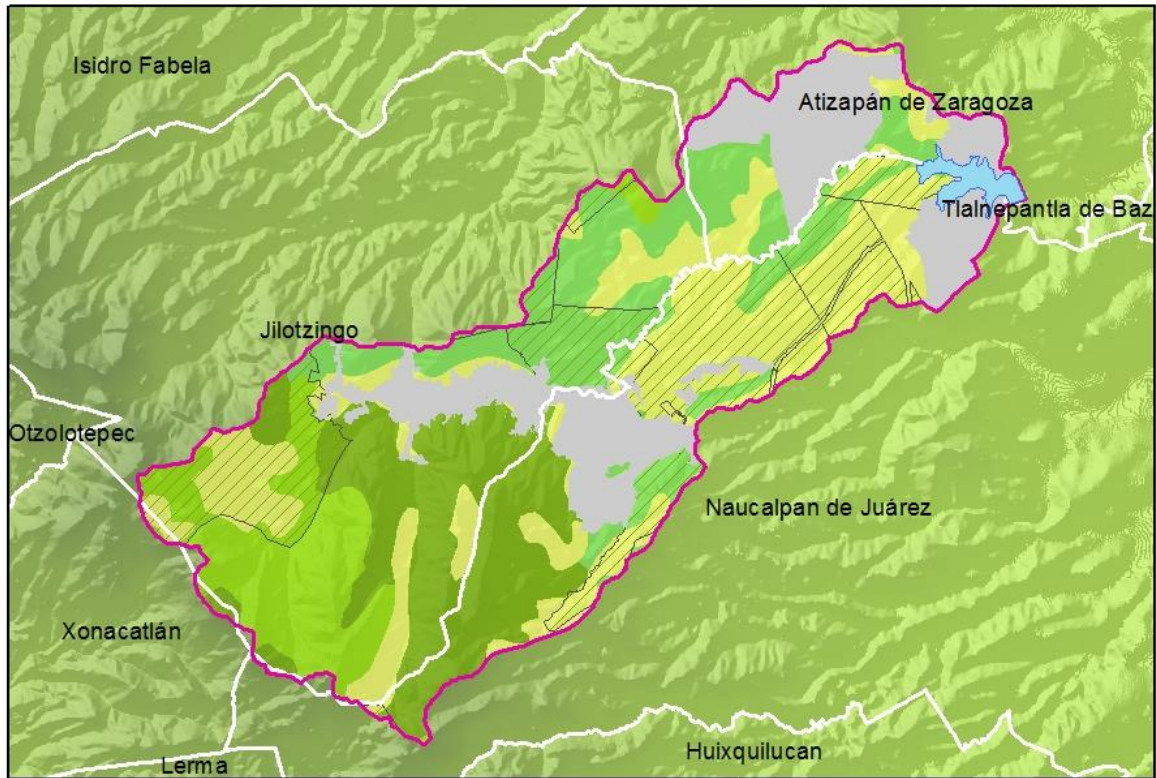


Fuente: Elaboración propia, con datos de CONABIO



## Usos de suelo

Plano 4.13. Principales usos de suelo en la Cuenca de la Presa Madín



Fuente: Elaboración propia, con datos de la CONABIO

### Simbología

- Límite Municipal
- Límite Cuenca Presa Madín
- Localidades urbanas
- Cuerpo de agua
- Ejidos

### Uso de Suelo y Vegetación

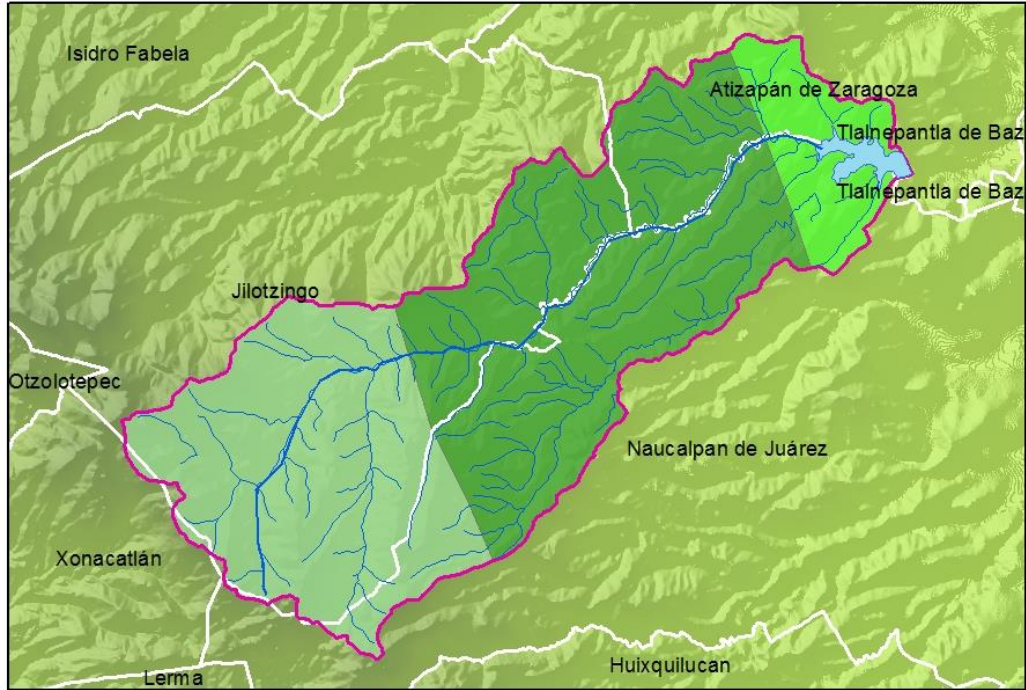
- Bosque de coníferas distintas a Pinus
- Bosque de encino
- Bosque de pino
- Manejo agrícola, pecuario y forestal (plantaciones)

La mayor concentración de bosque se encuentra en el municipio de Jilotzingo, donde existen tres grupos forestales predominantes: coníferas (distintas a los pinos), encinos y pinos, las especies más representativas de estos bosques son: encino de hoja de laurel (*Quercus laurina*), encino de hojas crasas (*Quercus magnoliifolia*), encino mexicana

(*Quercus mexicana*), Aile de hoja firme (*Alnus sp.*), Abeto u Oyamel (*Abies religiosa*), Pinos (*Pinus montezumae*, *Pinus hartwegii* y *Pinus patula*).

## Vegetación

Mapa 4.14 Vegetación de la Cuenca Hidrológica



Fuente: Elaboración propia, con datos de Mapa Digital, INEGI

### Simbología

- Límite Municipal
- Límite Cuenca Presa Madín
- Cuerpo de agua
- Corrientes de agua

### Vegetación

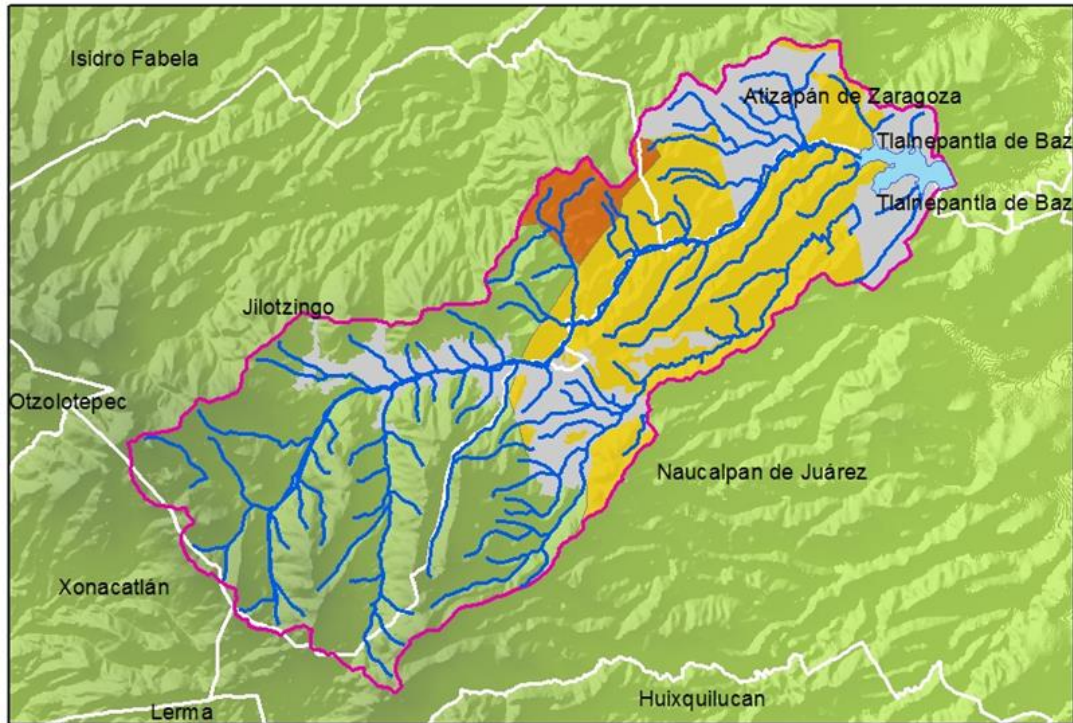
- Bosque de coníferas y de latifoliadas. Bosque mesófilo de montaña
- Bosque de coníferas y de latifoliadas. Pastizal
- Bosque tropical perennifolio y subcaducifolio

La vegetación es un factor importante en las características de un río. Una vegetación abundante en las riberas disminuye el caudal del río, porque las plantas absorben parte del agua. Además las raíces retienen la tierra y disminuyen la erosión, siendo un elemento importante para evitar riesgos de inundaciones, una función primordial de una cuenca hidrológica.








## Degradación

Mapa 4.15 Degradación del suelo de la CHPM





Fuente: Elaboración propia, con datos de CONABIO

### Simbología

-  Límite Municipal
-  Límite Cuenca Presa Madín
-  Localidades urbanas
-  Cuerpo de agua
-  Corrientes de agua

### Tipo de Degradación del Suelo

-  Erosión hídrica con deformación del terreno
-  Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial

Se tiene degradación del suelo en el noroeste de la cuenca, la erosión hídrica implica la remoción laminar o en masa de los materiales del suelo debido a la acción del agua de lluvia, la que presenta deformación del terreno, origina canchales y cárcavas, la erosión con pérdida

de suelo superficial (que es la mancha mayor) tiene serias consecuencias en las funciones del suelo, debido a que remueve los nutrientes y la materia orgánica, reduce la profundidad de enraizamiento de las plantas y disminuye la tasa de infiltración y retención de agua, lo cual afecta gravemente las funciones de la cuenca. La degradación del suelo representa el 47 % de la CHPM.

#### 4.4 Medio urbano de la CHPM

##### Infraestructura Hídrica

*Infraestructura de Abastecimiento de Agua.* Las principales fuentes abastecedoras de agua potable por aguas superficiales en la ZMVM son el Sistema Cutzamala, el río Magdalena y la Presa Madín, su calidad de agua es aceptable. Sin embargo existen estudios que muestran una alta concentración de coliformes fecales, principalmente para el Sistema Cutzamala. Todas las fuentes reciben tratamiento de coagulación-floculación, filtración y desinfección antes de ser entregadas (CONAGUA, 2009).

Dentro de los municipios que conforman la CHPM, en el caso de Atizapán de Zaragoza, se cuenta con una oferta de 1,150 lps en promedio (Plan de Desarrollo Urbano Atizapán de Zaragoza, 2006-2009) que recibe del Sistema Lerma-Cutzamala, del Sistema Barrientos, del Sistema Madín (Planta potabilizadora) aportando 203 lps y de 33 pozos con un caudal promedio de 350 lps (PDU<sup>23</sup> Atizapán de Zaragoza, 2006-2009).

La red de conducción de agua potable abarca 972.240 km de distribuciones primarias y secundarias. De ésta red de conducción aquella con injerencia en la cuenca de estudio es el Sistema Madín y pozos de extracción dentro de la cuenca, específicamente en la Zona residencial de Chiluca, existen 3 pozos de agua potable, dos en funcionamiento y otro clausurado por desecación. El pozo que se encuentra actualmente clausurado dejó de ser funcional hace 7 años debido al uso intensivo con fines de riego para el campo de golf del Club Campestre Chiluca.

La extracción, suministro y distribución del agua de los pozos es controlada por la Asociación de Colonos de Chiluca la cual entrega al Club Campestre Chiluca 73 mil litros de agua potable diarios mientras que a los colonos 120 a 150 litros por

---

<sup>23</sup> Plan de Desarrollo Urbano

persona diarios sin embargo el suministro de agua se tandeo por la tarde además que la mayoría de las casas tienen cisterna.

En el municipio de Jilotzingo no existe red de abastecimiento de agua potable, las localidades se suministran directamente de los manantiales cercanos, ya sea colectando el agua con garrafones o tendiendo mangueras hasta sus casas. El municipio cuenta con abundancia del recurso agua, sin embargo la falta de infraestructura genera un servicio de distribución deficiente.

En el municipio de Naucalpan de Juárez se suministra agua potable por tandeo a 131 colonias, sin cuantificar a los asentamientos irregulares. En promedio se abastecen 3,150 litros por segundo donde solo el 28% proviene de fuentes propias, es decir, de 40 pozos profundos (882 lps), el resto proviene de fuentes externas como el Sistema Lerma-Cutzamala (2,098 lps) y finalmente el 5.4% (170 lps) es aportado por la planta potabilizada de la presa Madín (PDU Naucalpan, 2006-2009). Se cuenta con una red de agua potable de 1200 km, en las localidades pertenecientes al municipio su principal fuente de abastecimiento de agua potable es directamente de los manantiales cercanos como es el caso Santiago Tepatlaxco.

Es importante señalar que ninguna localidad de la cuenca recibe agua de la presa Madín, ya que todo el caudal procesado por la planta potabilizadora se deriva aguas abajo, el plano 4.2 muestra las colonias beneficiadas de agua en los municipios de Atizapán de Zaragoza, Naucalpan de Juárez y Tlalnepantla de Baz.

#### *Infraestructura de alcantarillado*

Dentro de la Cuenca de la Presa Madín la red de alcantarillado público conduce aguas residuales que se mezclan con pluviales durante la época de lluvia y descargan a ríos y arroyos sin ser previamente tratadas. Este problema se ve acentuado por los constantes asentamientos irregulares que se instalan sin servicio de alcantarillado (CONAGUA, 2009).

*Infraestructura de saneamiento.* Dentro de la cuenca existen cuatro plantas de tratamiento, tres de las cuales se encuentran funcionando en el municipio de Atizapán de Zaragoza y son operadas por el Club Campestre Chiluca, una, en construcción, en el municipio de Jilotzingo y una planta potabilizadora en la presa Madín.

La planta potabilizadora se encuentra en la localidad de Viejo Madín en el municipio de Atizapán de Zaragoza y utiliza el proceso de clarificación convencional y tiene una capacidad instalada de 600 l/s y un caudal potabilizado de 450 lps (CONAGUA, 2009), sin embargo éste no se aprovecha dentro de la cuenca.

En el municipio de Jilotzingo es común encontrar en las viviendas fosas sépticas o que desagüen a barrancas y ríos. Las localidades dentro de la cuenca serían San Luis Ayucan, Santa María Mazantla y Espíritu Santo, ninguna cuenta con red de drenaje para aguas negras ni grises sin embargo un porcentaje (65% al 68%) utiliza fosas sépticas, lo cual mitiga las descargas y el aumento de su uso puede representar una alternativa importante a la falta de una red de drenaje adecuada, sin embargo es aún latente la contaminación dentro de la cuenca, aún y cuando las fosas sépticas representan una posible alternativa, es importante resaltar, que si a éstas no se les da un buen mantenimiento, pueden convertirse en un problema mayor a futuro.

### **Servicios para el manejo, almacenamiento y disposición final de los residuos urbanos**

Las localidades dentro de la cuenca que producen la mayor cantidad de desechos sólidos son el Fraccionamiento Chiluca con 8,159 kg/día, Santiago Tepatlaxco con 6,533 kg/día y San Luis Ayucan con 5,361 kg/día (CONAGUA, 2007).

En 2008 fue clausurado el relleno administrado por CONFINAM S.A. de C.V y SANIRENT ubicado en San Luis Ayucan, Jilotzingo, que descargaba cerca de 1,800 toneladas de basura al día al Arroyo El Muerto, que se une al principal

afluente de la Presa Madín, y tenía una laguna de lixiviados sin tratamiento la cual contaminaba de manera directa al cuerpo de agua.

Los servicios de recolección de residuos sólidos en las localidades de la cuenca son tres veces a la semana mientras que en poblaciones como Santiago Tepatlaxco, San Luis Ayucan y Fraccionamiento Chiluca son diario. En su mayoría, las localidades que no cuentan con servicio diario, desechan sus residuos sólidos a las barrancas y cauces cercanos.

Es importante mencionar que las condiciones de vialidad y la topografía del suelo en la cuenca dificultan el acceso de los vehículos colectores a los asentamientos cercanos a las márgenes de los ríos. (CONAGUA, 2009), reporta que actualmente todos los tiraderos circundantes a Santiago Tepatlaxco, ubicados principalmente en las cañadas cercanas, han sido clausurados y los desechos se destinan fuera de la cuenca. El servicio de recolección de basura se ha regulado por el municipio, sin embargo aún se pueden encontrar desechos sólidos en los cauces de los ríos, los más comunes son plásticos, llantas, cartones de tetrapack, envases, hule espuma y en casos menos frecuentes cascajo.

El relleno sanitario Puerto de Chivos se encuentra ubicado en la parte Oeste del municipio de Atizapán de Zaragoza, y tiene una extensión aproximada de 39.3 ha, de las cuales aproximadamente 15.8 ha corresponden a la barranca que se encuentra al lado norte del Relleno Sanitario. El sitio de disposición final limita al Norte y Noreste, con la carretera Atizapán de Zaragoza – Nicolás Romero; por el lado Oeste colinda con el Boulevard Universitario, al Sur, con el camino rural que lleva a la presa San Javier y con la Universidad Autónoma del Estado de México, al Este limita con zona federal (CONAGUA, 2009).

El Relleno Sanitario entró en funciones en marzo de 1995 y ha sido operado por la propia administración municipal. El terreno que ocupa es de propiedad estatal, el sitio recibe más de 100 toneladas de residuos al día, es catalogado como Tipo A,

de acuerdo a la NOM-083-SEMARNAT-2003, en 2005, se estimó una capacidad volumétrica de 3'656,514.4 m<sup>3</sup>, únicamente para el depósito de residuos sólidos, y se estima que su tiempo de vida útil es de 11 años 8 meses, actualmente se produce biogás de dicho relleno sanitario. (CONAGUA, 2009).

El tiradero de basura Rincón Verde funcionaba a cielo abierto hasta que el municipio de Naucalpan de Juárez se incorporó al programa de Cien Ciudades y comenzó a aplicar en él medidas de control ambiental. En 1993 se concesionó su funcionamiento a Desecho Sólidos de Naucalpan (DESONA).

A partir de 2007 comenzó a funcionar el relleno sanitario ubicado a un costado del tiradero Rincón Verde y es manejado por la empresa Servicios de Tecnología Ambiental (SETASA). En el periodo de apertura del nuevo relleno sanitario 750 toneladas de basura diarias fueron llevadas al relleno sanitario de Tlalnepantla y otro tanto al relleno sanitario ubicado en lo que fuera la Mina Chiluca, sin embargo ésta fue clausurada por su mal manejo y alto grado de contaminación (CONAGUA, 2009).

Como puede observarse a partir de la información reportada en el diagnóstico que llevo a cabo la CONAGUA, actualmente se siguen teniendo deficiencias en el manejo, almacenamiento y disposición de los residuos sólidos, ya que las medidas tomadas, aún son insuficientes, por ello es necesario plantear estrategias y acciones claras que ayuden a mitigar los impactos causados por la contaminación generada por los residuos sólidos en la cuenca.

### **Equipamiento**

Dentro de la cuenca se registran los siguientes equipamientos: ocho escuelas, un mercado, tres templos, dos palacios de gobierno, dos instalaciones deportivas y un centro de salud, como puede observarse en el mapa 3.16 donde la mayor concentración de éstos se da en la parte baja de la cuenca hidrológica, al sur de la presa Madín, en el municipio de Naucalpan de Juárez, mientras que en la parte

media de la cuenca los equipamientos son más escasos, la distribución de los equipamientos dentro de la CHPM por municipio se presenta en el cuadro 4.3.

Cuadro 4.3 Distribución de Equipamientos en la CHPM por municipio

	Escuelas	Mercados	Templos	Palacio de Gobierno	Instalaciones Deportivas	Centros de Salud
Atizapan	2	1	1			
Ilotzingo				1		1
Naucalpan	6		2	1	2	

Fuente: Elaboración propia, con datos de Mapa Digital, INEGI

Como puede observarse dentro de la CHPM la población tiene que salir de su localidad para poder tener acceso a servicios básicos como educación, salud, etc.

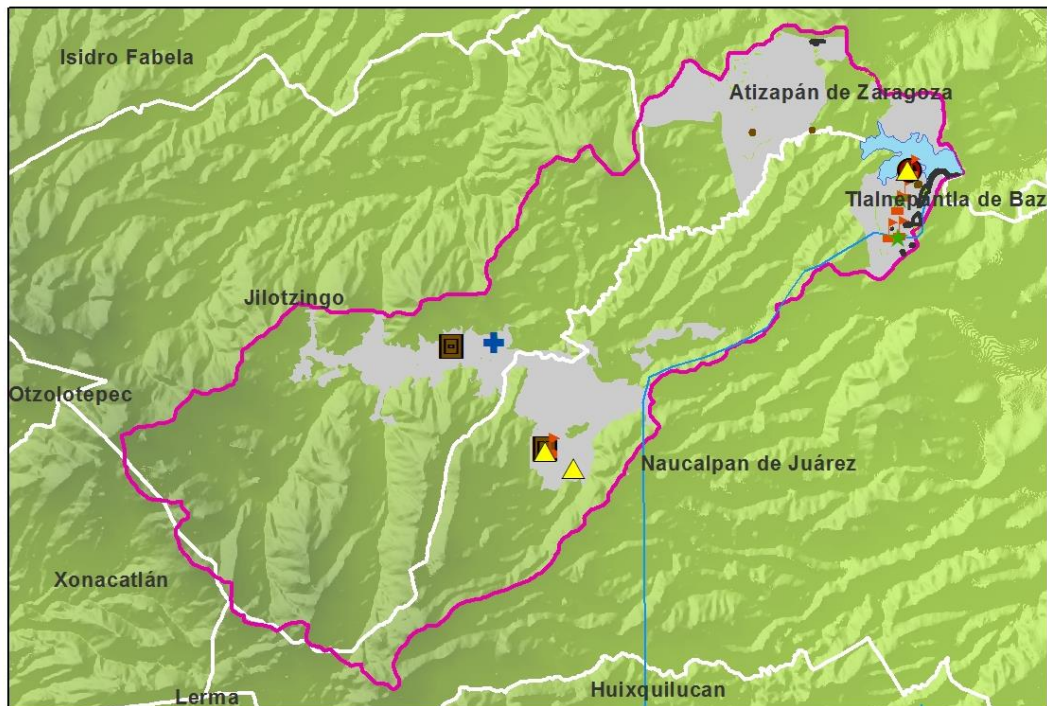
### Vías de acceso a la cuenca

La CHPM se comunica a través de las Av. Lomas Verdes y Dr. Jiménez Cantú con las zonas urbanas de los municipios de Naucalpan de Juárez y Atizapán de Zaragoza.

El acceso a la parte media de la cuenca puede ser por la carretera estatal Naucalpan-Ixtlahuaca a la cual se puede acceder por San Mateo Nopala o la autopista Chamapa-Lechería, sobre la carretera estatal se encuentran las desviaciones hacia Santiago Tepatlaxco, Agua Buena, San Luis Ayucan y Las Manzanas, también se puede llegar por el Blvd. Espíritu Santo-Chiluca el cual no se encuentra pavimentado y debido al escaso mantenimiento es una vía de difícil acceso. En su trayecto se encuentra la desviación a la Mina Chiluca y al Club Ecuestre Chiluca, en la parte final entronca con la carretera estatal Naucalpan-Ixtlahuaca (Mapa 4.17).



Mapa 4.16. Equipamiento en la CHPM

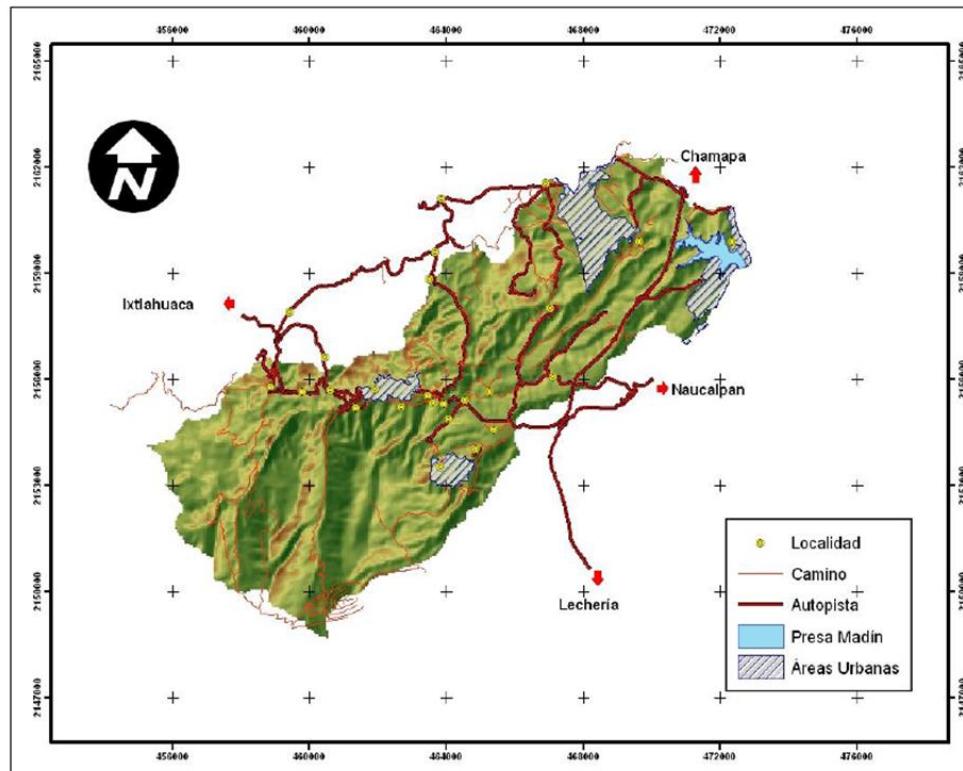


### Simbología

	Límite Municipal	<b>Equipamiento</b>	
	Límite Cuenca Presa Madín		CENTRO DE ASISTENCIA MÉDICA
	Localidades urbanas		ESCUELA
	Cuerpo de agua		INSTALACIÓN DEPORTIVA O RECREATIV
	Acueducto		MERCADO
<b>Áreas Verdes</b>			PALACIO DE GOBIERNO
	CAMELLÓN		TEMPLO
	ÁREA VERDE		
<b>Puentes</b>			
	LINDERO		
	PUENTE		

Fuente: Elaboración propia, con datos de Mapa Digital, INEGI

Mapa 4.17 Vías de Acceso a la CHPM



Fuente: CONAGUA. (2009). Plan Hídrico de Gran Visión en la Cuenca de la Presa Madín, Estado de México, SEMARNAT (p. 3)

#### 4.5 El fenómeno observado en la Cuenca Media de la CHPM

A través de marchas exploratorias<sup>24</sup> por algunas de las localidades más representativas de la cuenca media se pudo valorar el estado real de la zona donde inicia el problema de contaminación al agua que corre por la cuenca y llega a la presa Madín. El recorrido se llevó a cabo con ayuda de una cédula de observación<sup>25</sup>, con la finalidad de que la marcha exploratoria permitiera reconocer el área de estudio además de identificar aspectos importantes que puedan afectar a los ecosistemas de la CHPM. Los puntos a observar durante las marchas exploratorias fueron los siguientes:

<sup>24</sup> Se realizan recorriendo el lugar en cuestión, que es evaluado por medio de una lista de chequeo que busca reconocer la situación real de diferentes temas o aspectos.

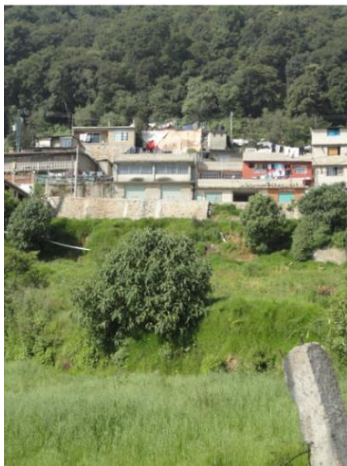
<sup>25</sup> La cédula de observación se puede consultar en el anexo A-1.

- Paisaje e imagen urbana
- Usos de suelo y actividades económicas
- Infraestructura (alumbrado, tuberías y drenajes)
- Vialidades
- Equipamientos identificados
- Servicios (recolección de basura)

También se realizaron entrevistas a algunos habitantes de la cuenca media, solo con la intención de identificar hábitos y costumbres en cuestiones relacionadas con los desechos sólidos y las aguas residuales. Además se obtuvo información general que permite contrastar la opinión de la población con lo que señalan los planes de gobierno. La entrevista<sup>26</sup> se orientó básicamente a los servicios municipales, a la cultura ambiental y algunos riesgos. Al final de la evidencia fotográfica que se presenta a continuación, se resumen algunas de las principales opiniones que se captaron de los vecinos de cada localidad.

Las localidades visitadas fueron: Santiago Tepatlaxco, San Luis Ayucan Santa María Mazatla y Santa Ana Jilotzingo.

***Paisaje e Imagen Urbana de la Cuenca Media de la CHPM.***



---

<sup>26</sup> El formato de la entrevista se puede consultar en el anexo A-1.

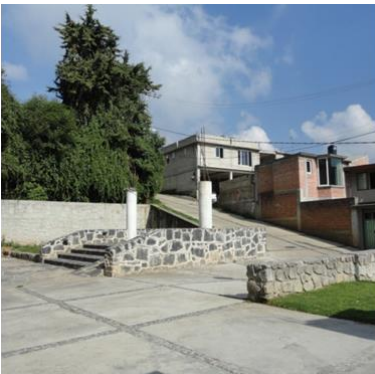


## Maestría en Urbanismo Desarrollo Urbano Regional

---



El paisaje hacia la parte alta de la cuenca es el más boscoso, la vegetación se percibe sana, sin plagas. Las viviendas en la zona son todas diferentes, como puede observarse en las siguientes imágenes.





Algunas bardas se encontraron con graffiti, esto fue más frecuente en San Luis Ayucan.

***Usos del suelo y actividades económicas***

Respecto a la actividad primaria, aún existen espacios destinados a la agricultura y a la crianza de animales, principalmente truchas, borregos, chivos y puercos, también se ubican en la zona un par de minas de materiales (grava y arena).







Se identificaron varios comercios pequeños, tiendas, fruterías, expendios de pan, pollo, ropa y calzado. En general no hay mucho comercio de alimentos, la gente tiene que caminar distancias largas para llegar, aunado a la topografía que hace más largo y sinuoso el camino.

***Infraestructura (alumbrado, tuberías y drenajes)***

El abastecimiento de agua a las viviendas, es por ojos de agua o manantiales, en general, se hace a través de mangueras, como se ve en las siguientes imágenes.



Existen registros en la mayoría de las calles, a las cuales se conectan los drenajes de las viviendas, los vecinos mencionaron que las aguas residuales se conducen a las barrancas, en otras calles hay rejillas que captan agua de lluvia y en algunos casos aguas jabonosas, que también desembocan a las barrancas, como se observa en las siguientes fotografías.



Algunas viviendas tienen salidas de agua pluvial hacia la calle o alguna área natural, las viviendas que no se conectan al drenaje de la calle, tienen fosas sépticas, aunque son las menos y algunas drenan a algún canal que se conecta a un río, como se puede observar en las siguientes imágenes.





En todas las localidades visitadas se cuenta con energía eléctrica y alumbrado público prácticamente en toda la zona urbanizada, aproximadamente a cada 20 o 25 metros, como se observa en las siguientes fotografías.



### ***Vialidad y Transporte***

Las calles son angostas, generalmente de un solo carril, pero de ambos sentidos, prácticamente no hay banquetas, lo cual hace el camino más riesgoso a los peatones, existen dos rutas de peñeros, que dan servicio cada 10 minutos al metro Tereo, saliendo de Santiago Tepetlaxco, San Luis Ayucan y Santa Ana Jilotzingo, dada la topografía del



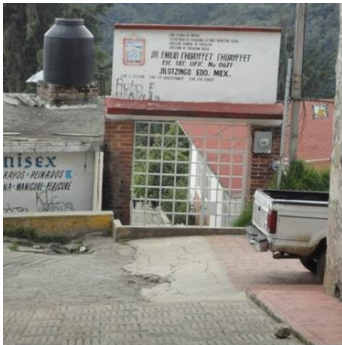
lugar, el transporte público únicamente pasa por las calles principales (de dos carriles), aunque hay algunos tramos, donde la vialidad se angosta y solo hay un carril, algunas calles principales tienen tramos de banquetas.

La gente camina, tramos largos con pendientes pronunciadas para llegar a sus hogares.

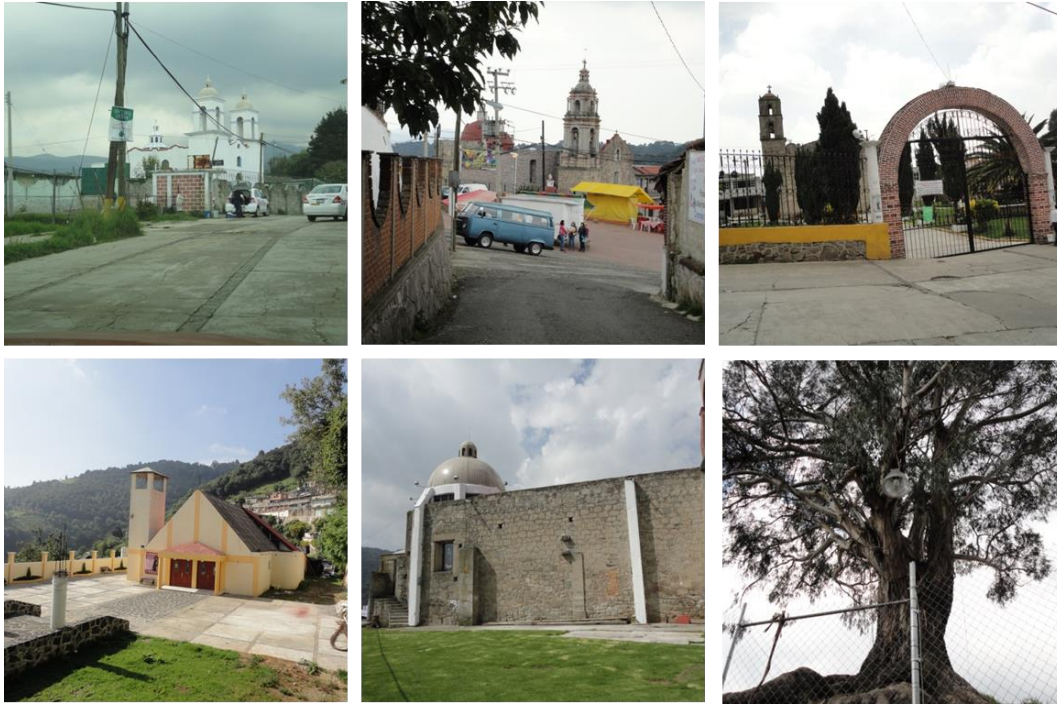


### **Equipamientos**

En cuanto a equipamientos, se encontraron algunas escuelas primarias y preescolar en todas las localidades visitadas, una biblioteca y un jardín, en San Luis Ayucan, un Centro de Salud en Santiago Tepatlaxco, y varias iglesias católicas, por lo menos una por localidad, aproximadamente el 90 % de la población es católica.







Un hermoso árbol, sirve de poste a una luminaria en Santiago Tepatlaxco.

### **Servicios**

Debido a la orografía del lugar y las dimensiones de las vialidades, resulta difícil hacer la colecta de basura con un camión, sin embargo, existen camionetas particulares, que dan el servicio en algunas zonas, pero la disposición final, no siempre es un relleno sanitario. Estas son las barrancas donde desaguan los registros que se encontraron en algunas calles, las cuales también son usadas como tiraderos de basura a cielo abierto.





En la carretera Naucalpan-Ixtlahuaca se encontró un tiradero de basura a cielo abierto en San Mateo Nopala, la foto con un camión del municipio de Naucalpan, pero estos, no llegan a la cuenca media.

### ***Resultados de las entrevistas***

Se entrevistaron a 37 personas que habitan en la cuenca media encontrándose algunos temas importantes para esta investigación. En la mayoría de los casos las personas coincidieron en cuanto al manejo y disposición de los desechos sólidos y líquidos (aguas servidas), cuestiones de riesgos y de transporte, sin embargo en cuestiones de cultura ambiental, se percibió una opinión muy dispersa, a continuación se presenta un resumen de lo más relevante de lo que se identificó y que será de gran utilidad para contrastar la información expuesta en los planes de gobierno.

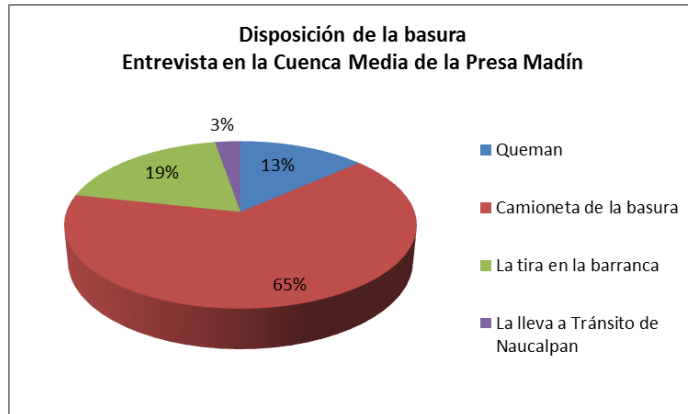
El abastecimiento de agua se hace a través de mangueras que se conectan a un tanque donde se almacena agua de manantiales, nunca les falta agua, y en general llega cristalina, el 95 % de los entrevistados consumen el agua sin hervir y se sienten contentos de recibir agua pura.

Solamente una persona dijo que si pagaba el agua al municipio, pero los demás dijeron que pagan una cuota dos veces al año a las personas que dan mantenimiento al tanque, el mantenimiento consiste en lavar el tanque.

Todos los entrevistados dijeron que sus descargas se conectaban al drenaje de la calle, el cual desemboca en las barrancas, dado que los barrios están divididos por una barranca, cada barrio tiene su propia barranca para desaguar las aguas servidas.

Respecto a la basura (desechos sólidos urbanos), el 65 % de los entrevistados entregan su basura a la camioneta que pasa y la recoge (pero que no es del municipio), el 40 % piensa que la camioneta arroja los desechos a las barrancas. La camioneta pasa una vez a la semana.

Gráfica 4.1 Disposición de la Basura



Fuente: Elaboración propia, con datos de la entrevista

El 13 % acepto que la quemaba, pues ya que no hay recolección frecuente, les parece lo más adecuado, vale la pena resaltar que varios de los entrevistados se quejaron de los vecinos que queman la basura y de otros que la tiran a la barranca, aún y cuando los días que se hizo el recorrido y algunas entrevistas, el lugar se veía muy limpio en general, las personas entrevistadas, comentaron que estaba próximo a celebrarse la fiesta de Santo Santiago (el patrono de Santiago Tepatlaxco) y como hace un recorrido por todos los barrios, todos participan en la faena (limpia de calles), a todos les gustaría que siempre se viera así de limpio.

Las personas que viven cerca del Centro de Salud, se quejaron de malos olores en las calles, por un criadero de puercos que hay cerca, algunos opinan que deberían quitarlo, pues no es bueno para los enfermos que asisten al Centro de Salud.

Respecto a los riesgos, todos coincidieron en que lo más peligroso era cuando había deslaves de los cerros, pues se bloquean los caminos y eso genera mucho



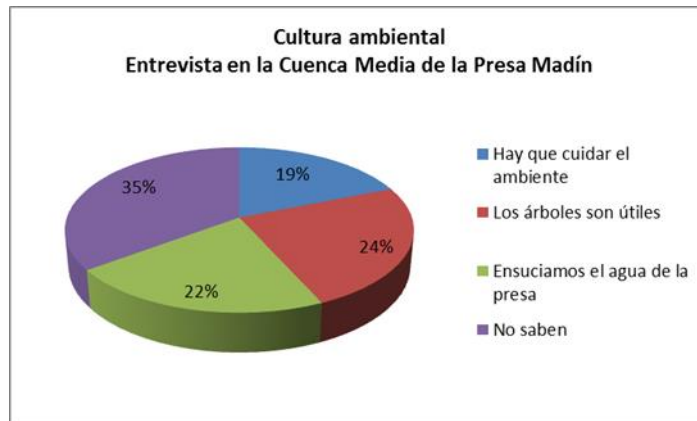
tráfico. Normalmente llueve mucho, pero no se inunda, pues hay muchas zanjas y barrancas por donde corre el agua.

Respecto a la cultura ambiental, las personas entrevistadas tienen diferentes opiniones respecto a cómo contribuir para conservar sana la cuenca, el 35 % no sabe los servicios ambientales que ofrece una cuenca, 24% piensa que hay que cuidar los árboles, 22 % están conscientes que ensucian el agua que llega a la presa

Madín y el 19 % piensa que se debe cuidar el ambiente, pero no precisan, cómo.

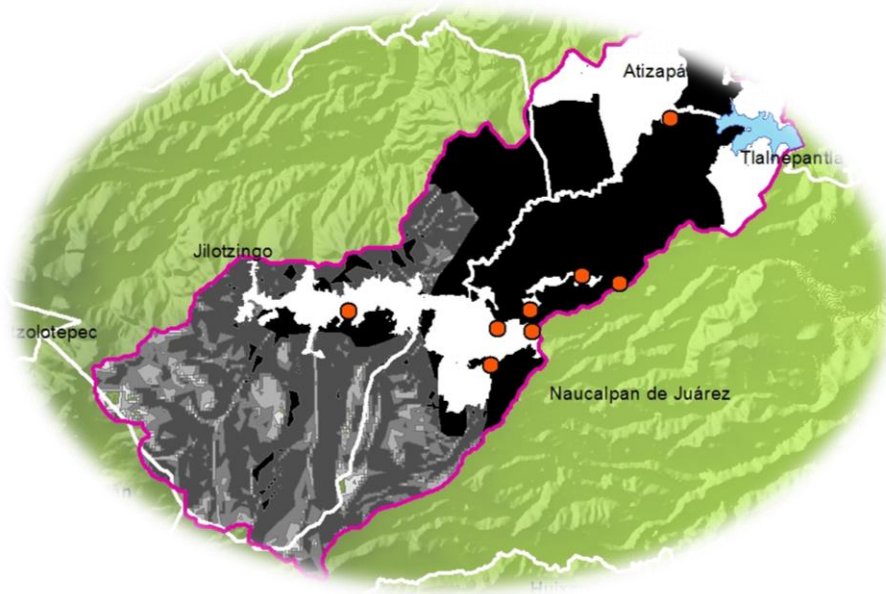
En el siguiente capítulo se presenta un análisis más profundo de lo expuesto en éste.

Gráfica 4.2 Cultura Ambiental



Fuente: Elaboración propia, con datos de la entrevista

*"Las oportunidades son como la salida del sol. Si esperas demasiado las perderás"*  
*George Lukas*



# Capítulo V

## Evaluación y Análisis de la CHPM

## 5. Evaluación y análisis de la CHPM

Este capítulo presenta tres diferentes análisis que serán el sustento de la propuesta que se ofrece en el último capítulo de esta tesis, inicia con el análisis geomorfológico del área de estudio para identificar la aptitud del suelo y con esto poder hacer la propuesta de zonificación, posteriormente se expone el resultado de un análisis socio, económico y demográfico de la población que permite identificar los principales factores que influyen en el deterioro de la CHPM, enseguida se muestra el resultado del análisis del marco legal y los programas de gobierno relacionados con el objeto de estudio, para continuar con una breve descripción del proceso de contaminación y los impactos ambientales que se están presentando en la cuenca y que de alguna manera son una amenaza a los servicios ambientales que ofrece este ecosistema, finalmente se presenta una reflexión, resultado de este análisis, sobre el estado actual que presenta la CHPM y un pronóstico de lo que podría llegar a suceder si no se toman acciones para preservar este ecosistema.

### 5.1 Análisis geomorfológico para determinar la aptitud del suelo

En los capítulos anteriores se presentó a la cuenca hidrológica como un ecosistema, integrado por diferentes subsistemas que cubren ciertas funciones ambientales, las cuales son de gran valor pues ofrecen diversos beneficios que la población recibe de los diferentes ecosistemas que la cuenca alberga, ya sea de manera natural o a través de un manejo sustentable, a nivel local, regional o global; éstos influyen directamente en el mantenimiento de la vida, generando beneficios y bienestar para las personas y los ecosistemas, tales como la captación y filtración de agua; la mitigación de los efectos del cambio climático; la generación de oxígeno y la asimilación de diversos contaminantes; la protección de la biodiversidad, la retención de suelo; la conservación de flora y fauna silvestre; además del paisaje.

Los procesos físicos y biológicos son parte esencial para poder comprender la naturaleza del polígono de estudio y en consecuencia poder proponer un uso de sue-

lo, es necesario comprender la naturaleza como un proceso interactivo que permita plantear una oferta de oportunidades de uso de suelo, que evidentemente tendrá ciertas restricciones y en algunos casos hasta prohibiciones.

El objetivo de este análisis de aptitud es identificar las zonas con mayor potencial para llevar a cabo diversas actividades que permitan mantener sana la cuenca hidrológica y con ello asegurar el abastecimiento de agua a la población.

Para determinar la aptitud del suelo, se definieron criterios de evaluación, mismos que se explicarán a detalle más adelante, para este estudio se consideraron los siguientes:

- Aptitud Agroforestal
- Aptitud Forestal
- Aptitud Agrícola
- Aptitud Ganadera
- Aptitud Ecoturismo
- Unidades de Manejo Ambiental (UMAS)

Los criterios para valorar la aptitud del suelo se determinaron tomando como base dos documentos: 1) el Atlas Geográfico del Suelo de Conservación del Distrito Federal (GDF, 2012), del que se tomaron como base los criterios de la PAOT<sup>27</sup> para determinar aptitud y 2) el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cabo Corrientes, Jalisco, (UAG, s.f.), que ayudo a establecer los parámetros del criterio denominado por la PAOT “fragilidad ecológica”.

La forma de determinar la fragilidad ambiental y calidad ecológica, es a partir de tres parámetros que son: Relieve-pendiente, tipo de suelo y cobertura vegetal, mismos que se definen a continuación:

---

<sup>27</sup> Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial, del D.F.

- Relieve, se evalúa en función de la estabilidad-inestabilidad del tipo de relieve, apoyado con el grado de inclinación del terreno. A mayor pendiente se incrementa la fragilidad.
- Suelo, se evalúa en función del nivel de susceptibilidad a la erosión y la posibilidad de cambio de sus propiedades físicas y químicas. La información se basa en características intrínsecas de los suelos definidas a partir de la clasificación taxonómica y sus niveles de susceptibilidad a la erosión.
- Vegetación, se manejan los requerimientos de hábitat y la capacidad de autorregeneración, a partir de las categorías de vegetación establecidas por el INEGI, realizando equivalencias conforme al mapa de usos de suelo y vegetación.

Vale la pena señalar que a partir de las características del medio físico natural, visto en el capítulo anterior, se definieron los parámetros base para determinar la aptitud del suelo.

El cuadro 5.1 presenta las características principales de los diferentes elementos del medio físico natural, que fueron de gran ayuda para definir los criterios para determinar la aptitud del suelo.



**Maestría en Urbanismo  
Desarrollo Urbano Regional**

**Cuadro 5.1 Características del Medio Físico Natural**

<b>Geología</b>	
<b>Tipo de Roca</b>	<b>Características</b>
Ígnea extrusiva básica	Rocas que contienen entre 45 y 52 % de SiO <sub>2</sub> . De baja viscosidad debido a su bajo contenido en tetraedros de Si-O. Se mueve rápidamente a lo largo de superficies suavemente inclinadas tales como laderas de pendientes suaves, a menudo se desparrama en laminas delgadas. Se usa principalmente como material de construcción. (B,C)
Volcanoclástico	Su medio de transporte es por agua y flujos de masas con diverso grado de saturación de agua: flujos de lodo o bien deslizamiento de laderas por inestabilidad. (B)
<b>Edafología</b>	
<b>Tipo de Suelo</b>	<b>Características</b>
Andosol humico	Suelos formados a partir de materiales ricos en vidrio volcánico que generalmente presentan un horizonte superficial color oscuro, muy poroso. En condiciones naturales tienen vegetación de pino, oyamel y encino. Son suelos susceptibles a la erosión y presentan una capacidad de infiltración media. Son una categoría del sistema de clasificación de suelos de la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Tienen altos valores en contenido de materia orgánica, alrededor de un 20%, además tienen una gran capacidad de retención de agua y mucha capacidad de cambio. Se encuentran en regiones húmedas y pueden encontrarse junto a una gran variedad de vegetales. (B,C)
Feozem halpico	Suelos ricos en materia orgánica. En condiciones naturales tienen casi cualquier tipo de vegetación, se hayan en terrenos desde planos hasta montañosos y la susceptibilidad a la erosión depende principalmente de la pendiente del terreno donde se encuentren. Tienen una capacidad de infiltración media. Se asocian a regiones con un clima suficientemente húmedo, el relieve es llano o suavemente ondulado y la vegetación de matorral tipo estepa o de bosque. (B)
Feozem luvico	Suelos ricos en materia orgánica. En condiciones naturales tienen casi cualquier tipo de vegetación, se hayan en terrenos desde planos hasta montañosos y la susceptibilidad a la erosión depende principalmente de la pendiente del terreno donde se encuentren. Tienen una capacidad de infiltración media. Los Feozems vírgenes soportan una vegetación de matorral o bosque, si bien son muy pocos. Son suelos fértiles y soportan una gran variedad de cultivos de secano y regadío así como pastizales. Sus principales limitaciones son las inundaciones y la erosión.(B)
Luvisol crómico	Suelos ricos en materia orgánica y acumulación de arcilla, son de alta susceptibilidad a la erosión. Los Luvisoles se desarrollan principalmente sobre una gran variedad de materiales no consolidados como depósitos glaciares, eólicos, aluviales y coluviales. Predominan en zonas llanas o con suaves pendientes de climas templados fríos o cálidos pero con una estación seca y otra húmeda. Cuando el drenaje interno es adecuado, presentan una gran potencialidad para un gran número de cultivos a causa de su moderado estado de alteración y su generalmente, alto grado de saturación. Agricultura con rendimiento moderado, en zonas tropicales más favorable. (B,C)
Cambisol	Suelo joven, poco desarrollado, se caracteriza por presentar en el subsuelo una capa con terrones y puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. Actividades agropecuarias, con productividad media o buena, en función del clima. (B)
Regosol calcario	Suelo compuesto con material pedregoso, pobres en materia orgánica, frecuentemente son someros, fertilidad variable. Apropiados para el desarrollo urbano. (C)

Cuadro 5.1 Características del Medio Físico Natural (Continuación)

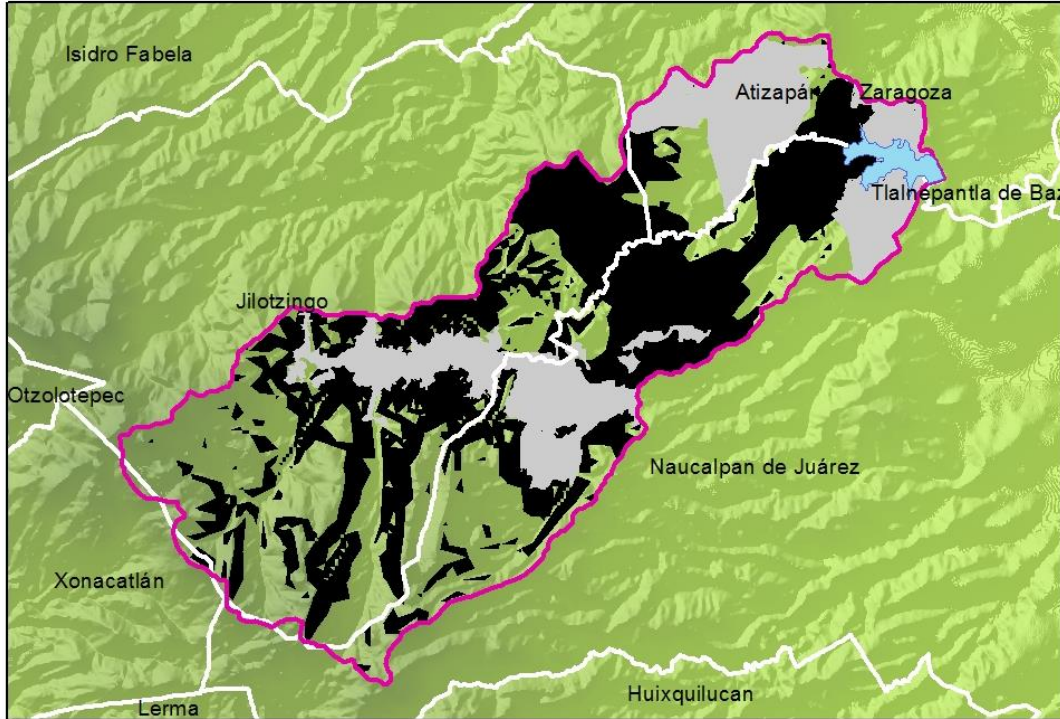
Precipitación pluvial	
Precipitación pluvial	Características
De 600 a 800 mm	La precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae del cielo y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo, pero no la virga, neblina ni rocío que son formas de condensación y no de precipitación. La precipitación pluvial se mide en mm, que equivale al espesor de la lámina de agua que se formaría, a causa de la precipitación sobre una superficie de 1 m <sup>2</sup> plana e impermeable. La variación anual de las precipitaciones se da en el ámbito de un año, en efecto, siempre hay meses en que las precipitaciones son mayores que en otros. (A)
De 800 a 1000 mm	
De 1000 a 1200 mm	
De 1200 a 1500 mm	
Hidrología	
Tipo de acuífero	Características
Cuerpo de agua perene y ríos	Corrientes de agua permanentes, es decir, que siempre están ahí, de manera continua e incesante, con un cauce fijo, tiene un lugar de nacimiento, llamado fuente y un fin o desembocadura. Los cuerpos de agua son depósitos de aguas naturales que mantienen un volumen permanente, pudiendo ser de tipo natural o artificial como es el caso de la presa Madín. (A)
Cuerpo de agua intermitente	Corrientes de agua que se forman en las temporadas de lluvia, por lo que en buena parte del año se mantienen secos. (A)
Usos de suelo y vegetación	
Uso de suelo y vegetación	Características
Bosques de coníferas distintas a pinus	Es característico de regiones montañosas templadas y frías, la mayor parte corresponde a formaciones dominadas por pinus o pinus-Quercus. Prosperan en zonas con una precipitación y temperatura media anual que oscila entre los 350 y 1000 mm y entre 6 y 28°C respectivamente. (A)
Bosque de encino	Esta conformado por especies del género Quercus o Robles, pudiendo presentar árboles de 6 a 8 o hasta de 30 metros. Se distribuyen casi por todo el país, desde nivel del mar hasta 3,000 m de altitud, por lo que el clima varía de calientes o templados húmedos a secos. La precipitación media anual varía de 350 mm a mas de 2,00mm, la temperatura media anual de 10 a 26 ° C. En general está muy relacionado con bosques de pinos, por lo que las comunidades de pino-encino son las que tiene la mayor distribución en los sistemas montañosos del país, y son a su vez, las más explotadas en la industria forestal de México, ya que los encinos se usan para obtener leña y carbón (Challenger, 1998). A los árboles de los bosques de encino se les caen las hojas en cierta temporada del año. (A)
Bosque de pino	Este ecosistema se distribuye principalmente en las cadenas montañosas, presenta mayor diversidad de especies, lamentablemente es uno de los ecosistemas menos protegidos que se encuentra amenazado por incendios forestales naturales y accidentales, así como la deforestación para aprovechamiento de madera comercial o de subsistencia. (A)
Manejo agrícola, pecuario y forestal	Agricultura. Incluye la agricultura de riego, agricultura de temporal basada en cultivos anuales y la agricultura de temporal perene. Pastizal inducido. Considera áreas donde originalmente no existía pastizal, sin embargo éste ha sido introducido para sostener la ganadería extensiva, se presenta principalmente en las áreas limítrofes de la agricultura y los bosques. (A)

Fuente: Elaboración propia, con información de diversas fuentes (PAOT, INEGI, Bazant).

A continuación se presenta la valoración de aptitud, a partir de los criterios establecidos tomando como base a la PAOT y a la UAG. En los mapas lo marcado en negro es **No Apto** para la actividad que se está valorando.

**Aptitud Agroforestal**

Mapa 5.1 Aptitud Agroforestal



Fuente: Elaboración propia con datos de Mapa Digital, INEGI

**Simbología**

- Límite Municipal
- Límite Cuenca Presa Madín
- Localidades urbanas
- Cuerpo de agua

**Pendientes**

- Aptitud**
- 0 a 30%
- >30%

**Edafología**

- Aptitud Agroforestal**
- ANDOSOL HUMICO
- FEOZEM HAPLICO
- FEOZEM LUVICO
- CAMBISOL EUTRICO
- LUVISOL CROMICO
- REGOSOL CALCARICO

La aptitud agroforestal puede definirse como la capacidad que tiene el suelo para desarrollar actividades relacionadas con el cultivo de una o varias especies agrícolas junto con una o más especies arbóreas o arbustivas.

Para definir si el suelo es apto para actividades agroforestales, se tomaron dos criterios:

Cuadro 5.2 Criterios de Aptitud Agroforestal

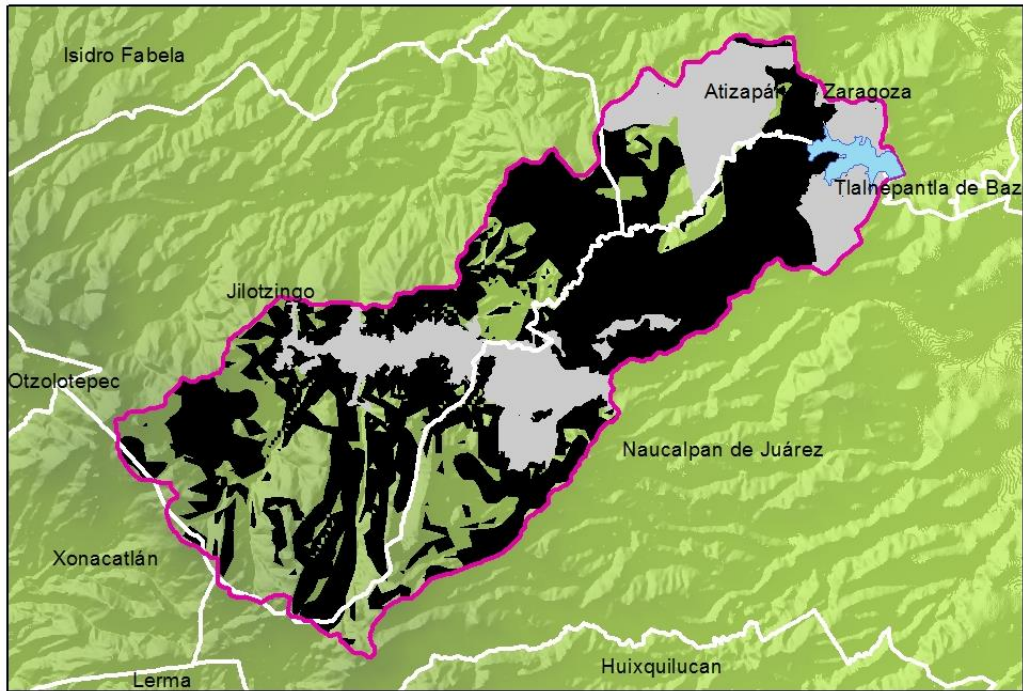
Aptitud Agroforestal	
Criterios	Condición favorable
Fertilidad del suelo	Suelos del tipo feozem y andosol
Pendiente	0% y 30%

Fuente: Elaboración propia

Las zonas marcadas en negro son no aptas para el uso agroforestal, coincidiendo en parte con la zona que presenta degradación del suelo (mapa 4.15).





**Aptitud Forestal**

Mapa 5.2 Aptitud Forestal







Fuente: Elaboración propia con datos de Mapa Digital, INEGI



**Simbología**

-  Cuerpo de agua
-  Límite Cuenca Presa Madín
-  Límite Municipal
-  Localidades urbanas

**Aptitud Forestal**







-  Bosque de coníferas distintas a Pinus
-  Bosque de encino
-  Bosque de pino
-  Manejo agrícola, pecuario y forestal (plantaciones)

**Pendientes**

- Aptitud**
-  0 a 30%
-  >30%

**Edafología**

**Aptitud Agroforestal**

-  ANDOSOL HUMICO
-  FEOZEM HAPLICO
-  FEOZEM LUVICO
-  CAMBISOL EUTRICO
-  LUVISOL CROMICO
-  REGOSOL CALCARICO

La aptitud forestal se define como la capacidad que tiene un área específica para desarrollar actividades de aprovechamiento de maderas (tablones, durmientes, polines, etc.), así como no maderable, como la colecta de hongos silvestres, perilla, musgo y tierra de monte, entre otros.

Para definir las áreas de aptitud forestal se utilizaron las siguientes variables: vegetación, considerando presencia de ecosistemas de bosque (como el criterio más importante); el tipo de suelo, la vegetación y la pendiente.

Los criterios usados para determinar la aptitud se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 5.3 Criterios de Aptitud Forestal

<b>Aptitud Forestal</b>	
<b>Criterio</b>	<b>Condición favorable</b>
Zonas con bosque	Presencia de ecosistemas de bosque
Relieve-pendiente	0 y 30%
Tipo de suelo	Andosol, Feozem luvico y halpico
Cobertura vegetal	Bosques de encino-pino

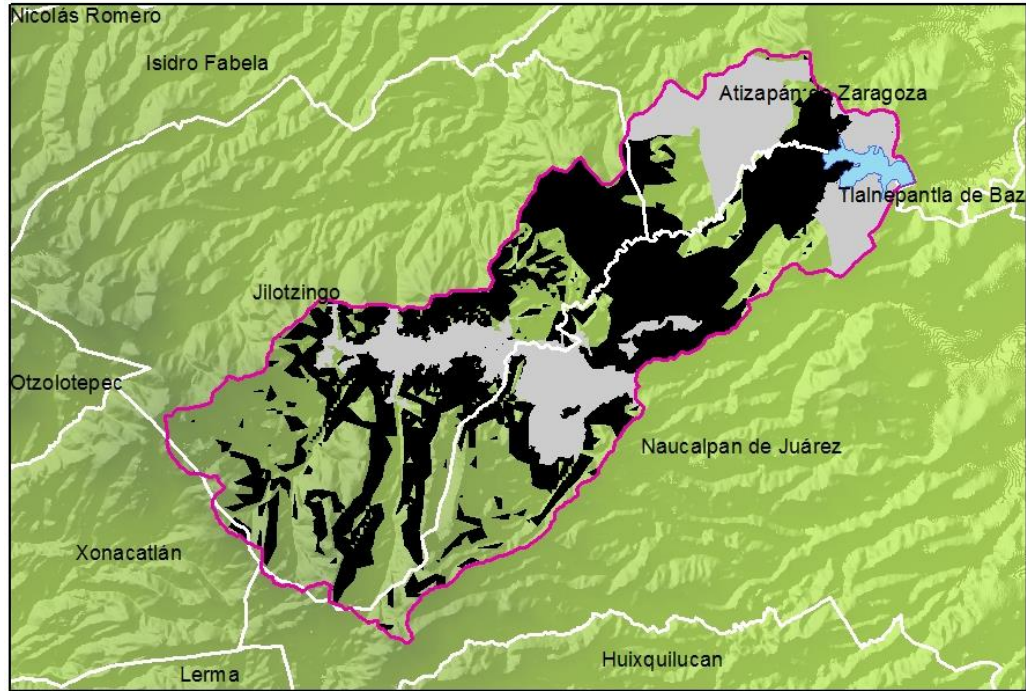
Fuente: Elaboración propia

Como puede observarse se tiene una cantidad importante de suelo al noreste de la cuenca no apto para actividades forestales, adicional a las zonas más altas de la cuenca al sur, sureste y y suroeste, donde se ven las manchas negras.



## Aptitud Agrícola

Mapa 5.3 Aptitud Agrícola



Fuente: Elaboración propia con datos de Mapa Digital, INEGI

### Simbología

- Límite Municipal
- Límite Cuenca Presa Madín
- Localidades urbanas
- Cuerpo de agua

### Aptitud

- Apto
- No apto

Se puede observar que las áreas con aptitud agrícola (verde) de la cuenca coinciden con las zonas agrícolas de la CONABIO, (mapa 4.13).

La aptitud agrícola puede ser definida como la capacidad de un área en particular para desarrollar actividades agrícolas, actualmente se cultiva maíz, avena forrajera, alfalfa y frijol.

Para identificar las zonas de mayor aptitud agrícola se utilizaron las siguientes variables:

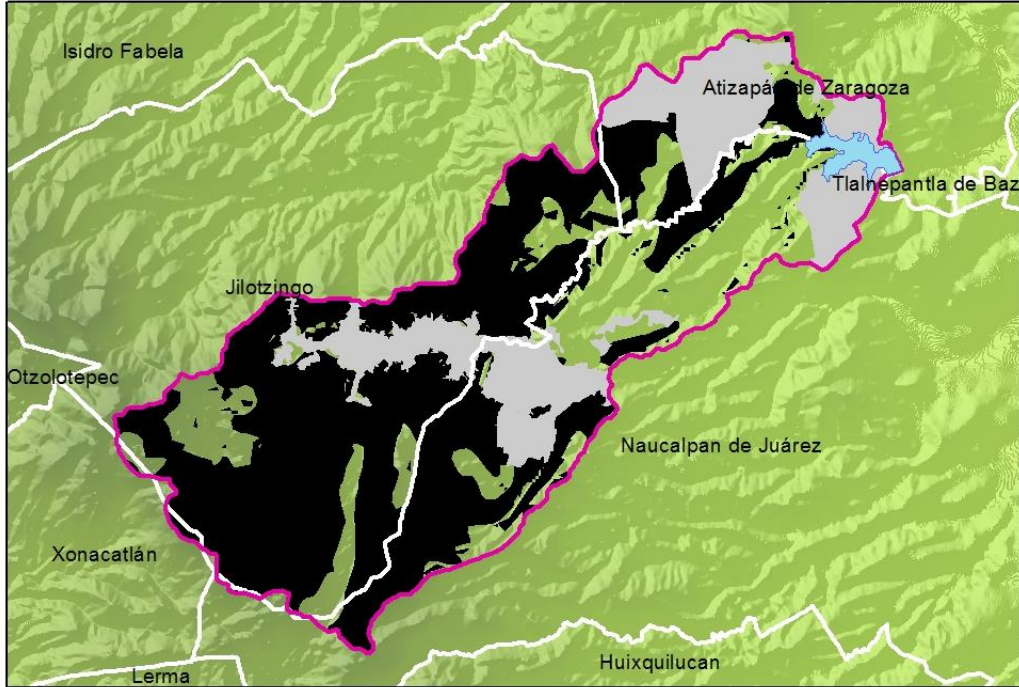
Cuadro 5.4 Criterios de Aptitud Agrícola

Aptitud Agrícola	
Criterios	Condición favorable
Fertilidad del suelo	Suelos del tipo feozem y andosol
Pendiente	Entre el 0% y 30%
Precipitación	Zonas con mayor precipitación (600-1200 mm)

Fuente: Elaboración propia








## Aptitud Ganadera

Mapa 5.4 Aptitud Ganadera



Fuente: Elaboración propia con datos de Mapa Digital, INEGI

### Simbología

- Límite Municipal
-  Límite Cuenca Presa Madín
-  Localidades urbanas
-  Cuerpo de agua
- Aptitud Ganadera**
-  Apto
-  No apto
- Pendientes**
- Aptitud**
-  0 a 30%
-  >30%

Las áreas aptas (verdes) coinciden con las áreas pecuarias del plano 4.13.

La aptitud ganadera puede definirse como la capacidad que tiene el territorio para efectuar actividades para la crianza de animales, actualmente se crían aves de corral, ganado porcino y equino, para su aprovechamiento ya sea comercial o doméstico.

Para definir las áreas con aptitud ganadera se utilizaron las siguientes variables:

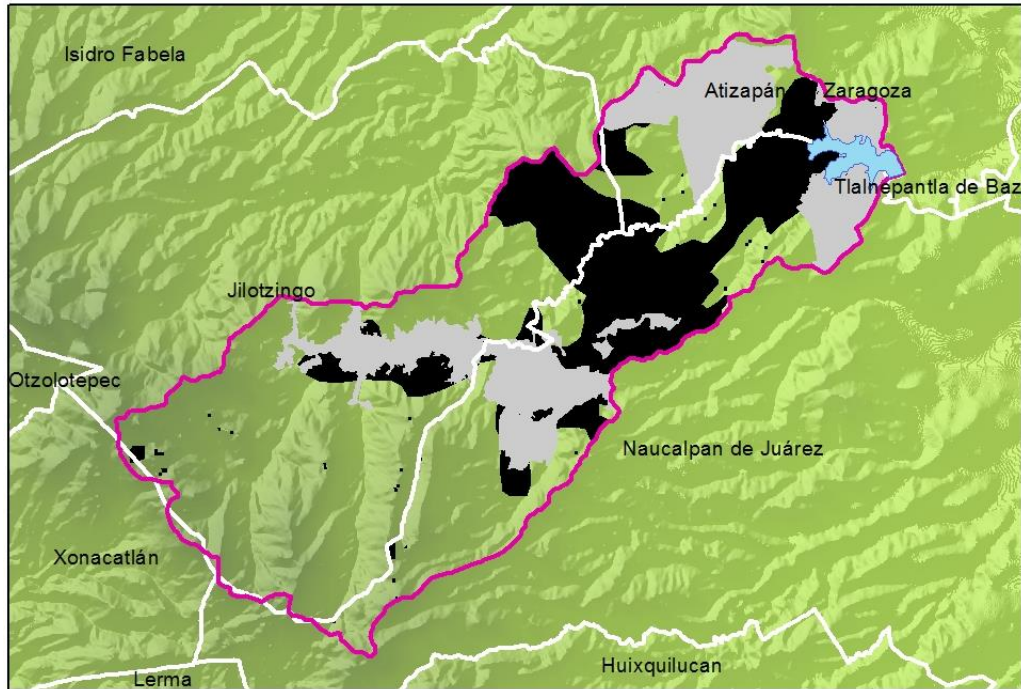
Cuadro 5.5 Criterios de Aptitud Ganadera

Aptitud Ganadera	
Criterio	Condición favorable
Vegetación de agostadero	de Manejo agrícola, pecuario y forestal (plantaciones)
Pendiente	de 0-30 %

Fuente: Elaboración propia

## Aptitud Ecoturismo

Mapa 5.5 Aptitud Ecoturismo



Fuente: Elaboración propia con datos de Mapa Digital, INEGI

### Simbología

- Límite Municipal
- Límite Cuenca Presa Madín
- Localidades urbanas
- Cuerpo de agua

### Vegetación

- Bosque de coníferas y de latifoliadas. Bosque mesófilo de montaña
- Bosque de coníferas y de latifoliadas. Pastizal
- Bosque tropical perennifolio y subcaducifolio

- Pendiente <2%

### Edafología

#### Aptitud Ecoturística

- ANDOSOL HUMICO
- FEOZEM HAPLICO
- FEOZEM LUVICO
- CAMBISOL EUTRICO
- LUVISOL CROMICO
- REGOSOL CALCARICO

El propósito de hacer un análisis de aptitud ecoturística es identificar las zonas con mayor potencial para desarrollar actividades que puedan apoyar económicamente el mantenimiento de la cuenca, sin alterar el medio físico natural.

El ecoturismo es la modalidad turística ambientalmente responsable que consiste en visitar espacios naturales sin perturbarlos, con el fin de disfrutar, apreciar y estudiar sus atractivos naturales y llevar a cabo actividades como el campismo, caminatas por senderos interpretativos, rapel, tirolesas, observación de los ecosistemas y cabalgatas, entre otras (GDF, 2012).

Actualmente el ecoturismo no representa una actividad económica importante en la CHPM, sin embargo, esta actividad tiene un alto potencial para su desarrollo, además de tener un impacto positivo sobre el medio ambiente, ya que sensibiliza a los turistas sobre la problemática ambiental e induce beneficios sociales y económicos para las poblaciones locales (GDF, 2012).

Para la identificación de las zonas con mayor aptitud para el ecoturismo se utilizaron las siguientes variables:

Cuadro 5.6 Criterios de Aptitud Ecoturismo

Aptitud Ecoturismo	
Criterios	Condición favorable
Vegetación	Ecosistemas atractivos para el ecoturismo
Relieve-pendiente	>2 %
tipo de suelo	Feozem y Andosol
Cobertura vegetal	Bosques de encino-pino y coníferas

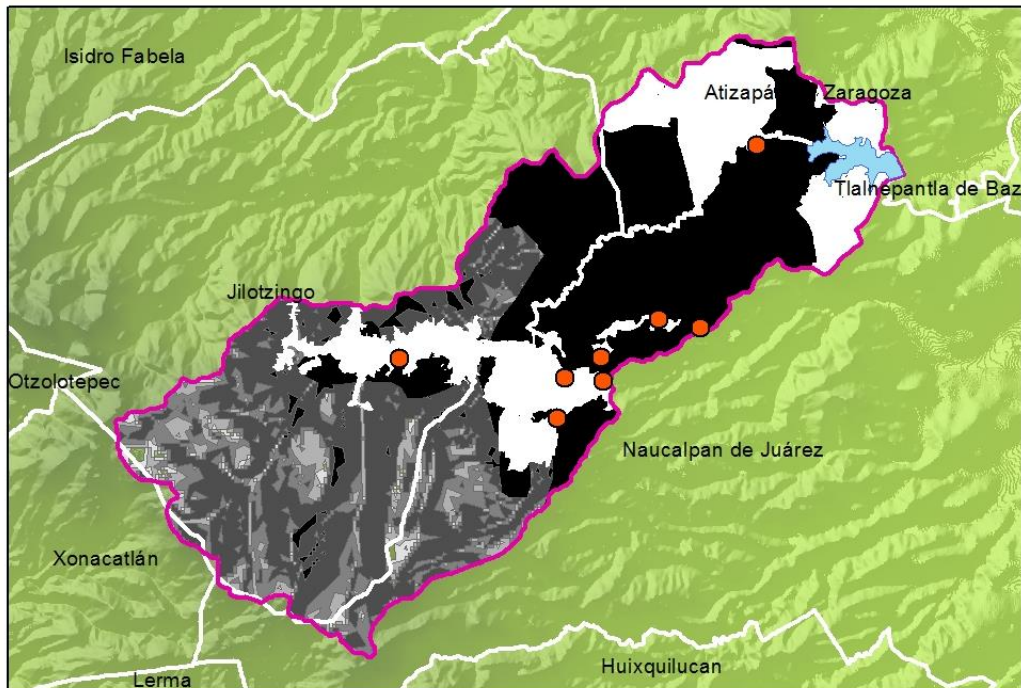
Fuente: Elaboración propia

Se puede observar una gran cantidad de suelo apta para el ecoturismo en la zona sur, sureste y suroeste de la CHPM, (áreas verdes), y las áreas no aptas (negro), coinciden con parte del suelo que CONABIO reporta con erosión hídrica, o degradación de suelo.



## Unidades de Manejo Ambiental (UMAS)

Mapa 5.6 Aptitud para Unidades de Manejo Ambiental (UMAS)



### Simbología

- Localidad rural con marginación alta
- Cuerpo de agua
- Límite Cuenca Presa Madín
- Límite Municipal
- Localidades urbanas
- Erosión

### Aptitud UMA

#### Vegetación

- Bosque de coníferas y de latifoliadas. Bosque mesófilo de montaña
- Bosque de coníferas y de latifoliadas. Pastizal
- Bosque tropical perennifolio y subcaducifolio

### Aptitud UMA

#### % Pendientes

- <2
- 2-6
- 6-13
- 13-20
- 20-55
- >55

### Edafología

#### UMA

- ANDOSOL HUMICO
- FEZEM HAPLICO
- FEZEM LUVICO
- CAMBISOL EUTRICO
- LUVISOL CROMICO
- REGOSOL CALCARICO

Fuente: Elaboración propia con datos de Mapa Digital, INEGI



La aptitud para las Unidades de Manejo Ambiental (UMA) puede definirse como la capacidad que tiene un área específica para el desarrollo de actividades relacionadas con el manejo de poblaciones silvestres de flora y fauna con fines de reproducción para la reintroducción y/o comercialización (GDF, 2012).

Las UMA's actualmente no representan una actividad económica importante en la CHPM, sin embargo, existe el potencial suficiente para el desarrollo de esta actividad, pudiendo llegar a constituirse en una alternativa de ingreso para la población de la región.

Para definir las áreas de aptitud para las UMA se utilizaron las siguientes variables:

Cuadro 5.7 Criterios de Aptitud UMA's

<b>Unidades de Manejo Ambiental</b>	
Criterio	Condición favorable
Marginación	Zonas con comunidades marginadas
Vegetación	Bosques de encino-pino
Relieve-pendiente	Tomar criterios adjuntos
tipo de suelo	Feozem halpico

Fuente: Elaboración propia

El siguiente cuadro muestra los criterios que se tomaron para las pendientes:

Cuadro 5.8 Factor de erosión según pendientes

<b>Factor de erosión según pendientes</b>		
Erosión (según pendientes)	Intervalos en %	Factor de erosión
Sin pendiente	<2	1
Incipiente	de 2 a 6	2
Ligera	de 6 a 13	4
Moderada	de 13 a 20	6
Severa	de 20 a 55	8
Muy Severa	>55	10

Fuente: Elaboración propia

Los tonos más claros de grises son los más aptos para tener UMA's, por lo tanto se tiene al sur, sureste y suroeste, mayor aptitud para UMA's.

## 5.2 Análisis demográfico, social y económico

Este tema analiza algunas características socioeconómicas y demográficas de la población que habita dentro de la cuenca hidrológica de la presa Madín, para poder explicar el fenómeno urbano que se está dando en el área de estudio, resulta indispensable hacer este análisis, a fin de tener un panorama más completo del objeto de estudio.

La Cuenca Hidrológica de la Presa Madín<sup>28</sup> está conformada por 23 localidades rurales y 4 localidades urbanas que pertenecen a los municipios de Atizapán de Zaragoza, Jilotzingo y Naucalpan de Juárez, Estado de México, (Cuadro 5.9).

Cuadro 5.9. Distribución de la Población por Localidad.

Municipio	Localidad Rural	Población Total	Localidad Urbana	Población Total		
Atizapan de Zaragoza	Viejo Madín	100	Cd. López Mateos	10,977		
Jilotzingo	San José de las Manzanas	988	San Luis Ayucan	3,693		
	Barrio la Cuesta	878				
	Barrio de Ensido	1,333				
	Barrio de Monfi	826				
	Barrio de Endonica	1,233				
Naucalpan de Juárez	Villa Alpina	55	Santiago Tepatlaxco	3,864		
	Puente de Piedra	720				
	Córdoba	337				
	Barrio Arenillas (La Capilla)	173				
	El Chabacano	281				
	La Alameda [Criadero de Trucha]	2				
	Ejido el Cristo	437				
	La Cuesta	343			Lomas Verdes	7,427
	Barrio de Juan Gómez	132				
	Barrio de Rancho Viejo	576				
	Ejido de Chiluca (Pueblo de Chiluca)	242				
	La Hiedra	522				
	La Rosa	1,543				
	Barrio Agua Buena	281				
	Ejido San Mateo Nopala (Bellavista)	127				
	Barrio de Tito	52				
	Barrio las Peñitas	329				
<b>Total</b>		<b>11,510</b>		<b>25,961</b>		

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de población y vivienda 2010, SCINCE, INEGI

<sup>28</sup> Conforme a la delimitación que se hizo del objeto de estudio en el capítulo anterior.

El conteo de población de las localidades urbanas se realizó por manzana, conforme al corte realizado para delimitar la CHPM, objeto de esta investigación.

### Análisis Demográfico

La población total de los municipios de Atizapán, Jilotzingo y Naucalpan representa el 8.84 % de la población del Estado de México, mientras que la CHPM representa el 0.25 % a nivel estatal y el 2.79 % a nivel municipal (ver cuadro 5.10).

Cuadro 5.10. Población Total

Año	Población Estado de México			Población Municipios			Población de la CHPM		
	Total	Crecimiento	TCPA	Total	Crecimiento	TCPA	Total	Crecimiento	TCPA
1990	9,815,795			1,110,754			17,649		
2000	13,096,686	3,280,891	1.45	1,341,683	230,929	1.33	25,700	8,051	1.57
2010	15,175,862	2,079,176	1.28	1,341,686	3	1.12	37,471	11,771	1.58
<b>1990-2010</b>		5,360,067	<b>1.60</b>		230,932	<b>1.26</b>		19,822	<b>2.18</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de los Censo de población y vivienda: 1990, 2000 y 2010, SCINCE, INEGI

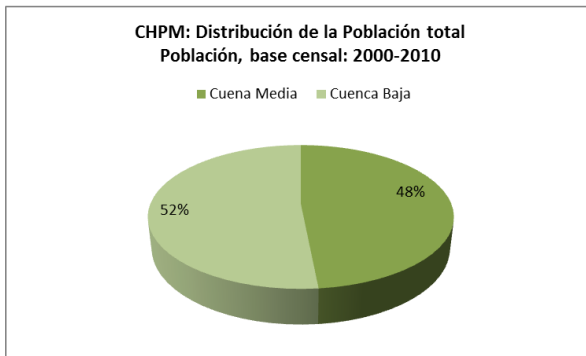
La población de la CHPM en el período de 1990–2010 creció más del doble, la tasa de crecimiento promedio anual (TCPA) fue del 2.18, más del doble de la registrada en los municipios (1.26) y casi el doble de la registrada en el Estado de México (1.60). Se puede observar en el cuadro 5.10 que a nivel municipios no hubo prácticamente crecimiento de la población en la segunda década del periodo 1990-2010, lo que implica que el área de estudio ha tenido una dinámica de crecimiento de población mayor que los municipios que la conforman en su conjunto y que el propio estado.

De los resultados anteriores se puede concluir que la CHPM ha tenido un crecimiento de población importante, más del doble en 20 años; tomando las proyecciones de población de CONAPO para el Estado de México, se hizo el cálculo para el área de estudio, y en 2030, se tendría un incremento del 126.38 % en la población, más del doble, esta tendencia de crecimiento es preocupante, pues se

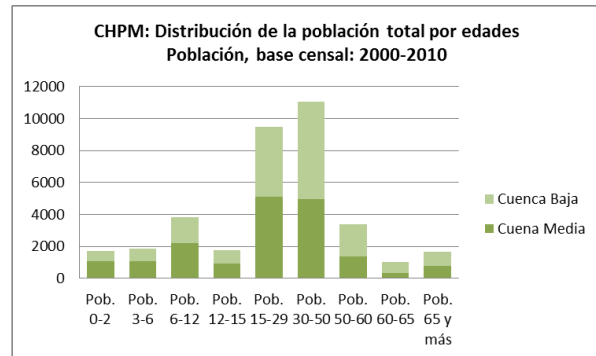
verían invadidos algunos ecosistemas que cumplen ciertos servicios ambientales, que podría colapsar el abastecimiento de agua, tanto para los habitantes de la cuenca, como para los que se abastecen de la presa Madín, aún y cuando habrá necesidad de considerar construir más viviendas e infraestructura básica para satisfacer las necesidades de la población, será necesario fijar bien la atención en donde puede haber crecimiento urbano y donde no.

La cuenca hidrológica como ya se expuso anteriormente se divide en baja, media y alta; respecto a la población, se tiene concentración en la parte baja de la cuenca, en torno a la presa Madín y en la parte media, las gráficas 5.1 y 5.2 presentan la distribución de la población por cuenca y por rangos de edades.

Gráfica 5.1 Distribución de la Población



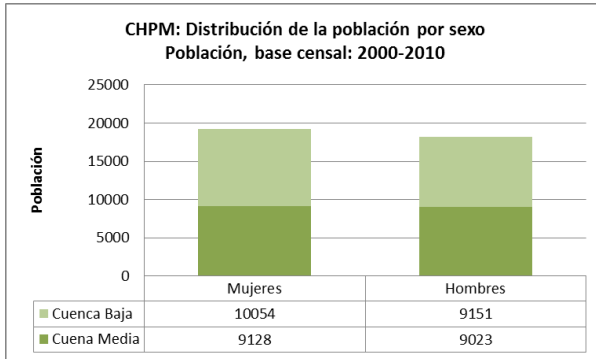
Gráfica 5.2 Distribución por edades



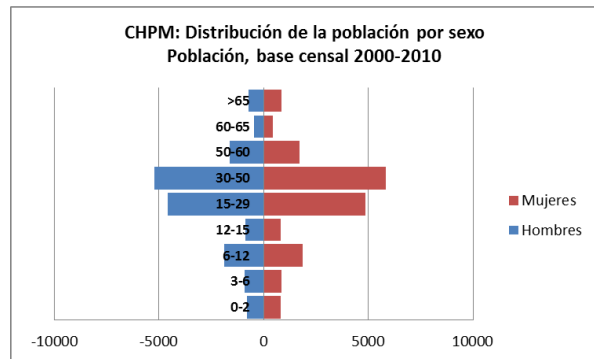
Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2010, SCINCE, INEGI

La población mayoritaria se encuentra en la cuenca baja, dominando los habitantes que oscilan entre 15 y 50 años, la gráfica 5.3 presenta la distribución por sexo en cada cuenca, donde en ambas hay más presencia de mujeres, la gráfica 5.4 presenta la distribución de la población en la CHPM por sexo y edades.

Gráfica 5.3 Distribución de la Población por sexo



Gráfica 5.4 Pirámide de Edades

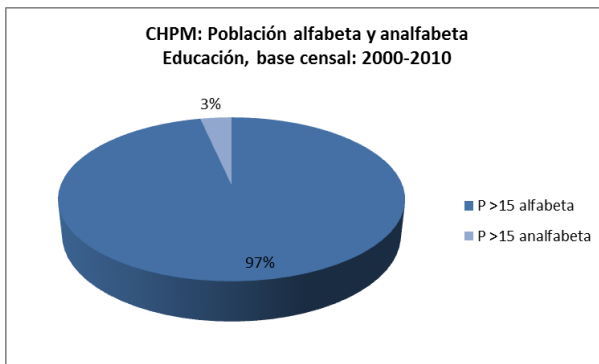


Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2010, SCINCE, INEGI

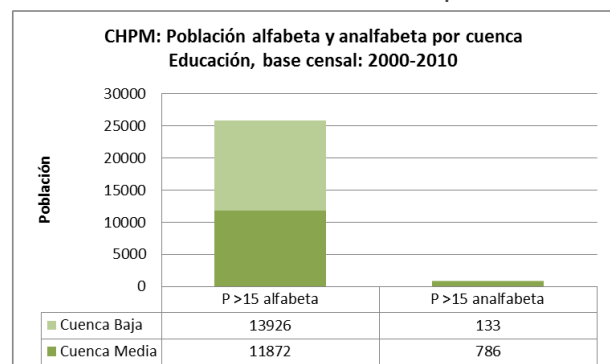
### Análisis Socioeconómico

De la población total de la CHPM, únicamente el 3 % no sabe leer y escribir, y de éste el 86 % se localiza en la cuenca media.

Gráfica 5.5 Población Alfabeta



Gráfica 5.6 Población Alfabetada por Cuenca

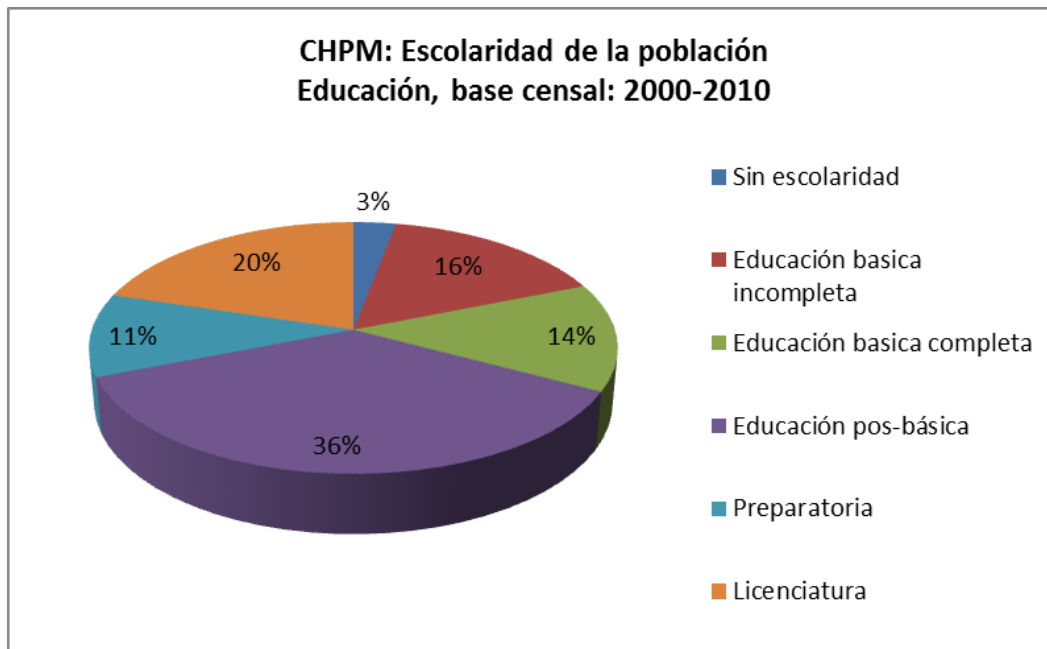


Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2010, SCINCE, INEGI

El gráfico 5.7 muestra la distribución de la población, respecto a su nivel de escolaridad, vale la pena resaltar que la educación básica se refiere a kínder y primaria, la pos-básica es secundaria, de secundaria en adelante el censo cuenta igual a quienes terminaron el ciclo escolar y a quienes hicieron al menos un año del nivel. Como puede verse la población mayoritaria tiene al menos un año de secundaria.



Gráfica 5.7 Escolaridad de la población de la CHPM



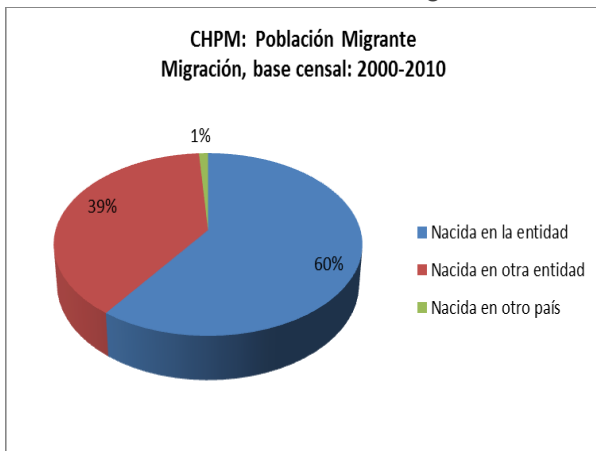
Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2010, SCINCE, INEGI

En la zona de estudio durante la época prehispánica se encontraban grupos otomís, tlalilcas y mexicas. La zona fue considerada en el periodo colonial y de la reforma parte de los llamados municipios de Monte Alto y Tlalnepantla (CONAGUA, 2009), actualmente solo el 0.37 % de la población habla alguna lengua indígena.

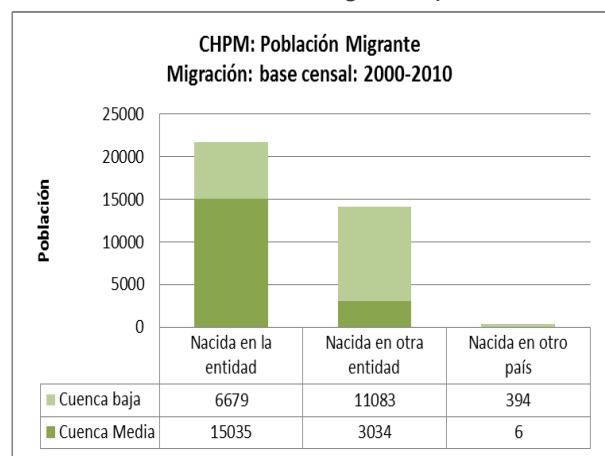
El 40 % de la población que habita la CHPM nació en otra entidad o en otro país y como puede verse en la gráfica 5.9 la mayoría habita en la cuenca baja, mientras que en la cuenca media prevalece la población nacida en la entidad.

Las gráficas 10 y 11 presentan a la población residente en 2005, donde se puede observar que el 96 % de la población radica en la región de estudio desde 2005, las personas de la entidad que han emigrado a otro país equivale al 0.55 %.

Gráfica 5.8 Población Migrante

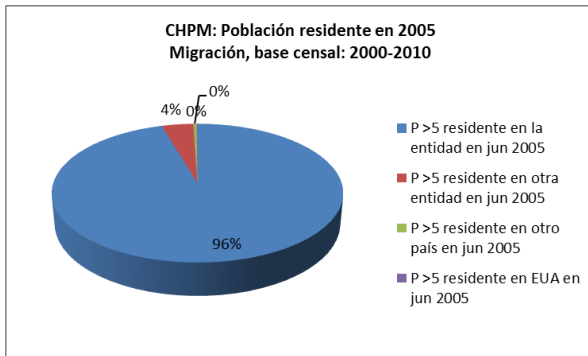


Gráfica 5.9 Población Migrante por Cuenca

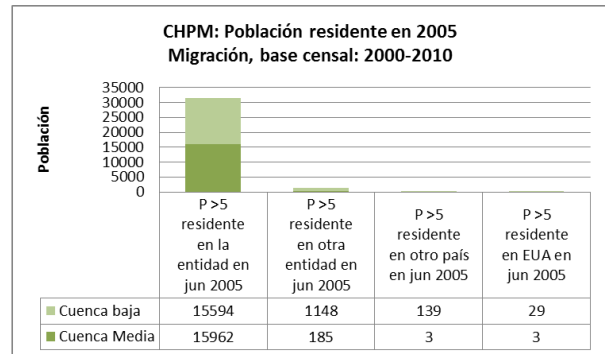


Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2010, SCINCE, INEGI

Gráfica 5.10 Población Residente



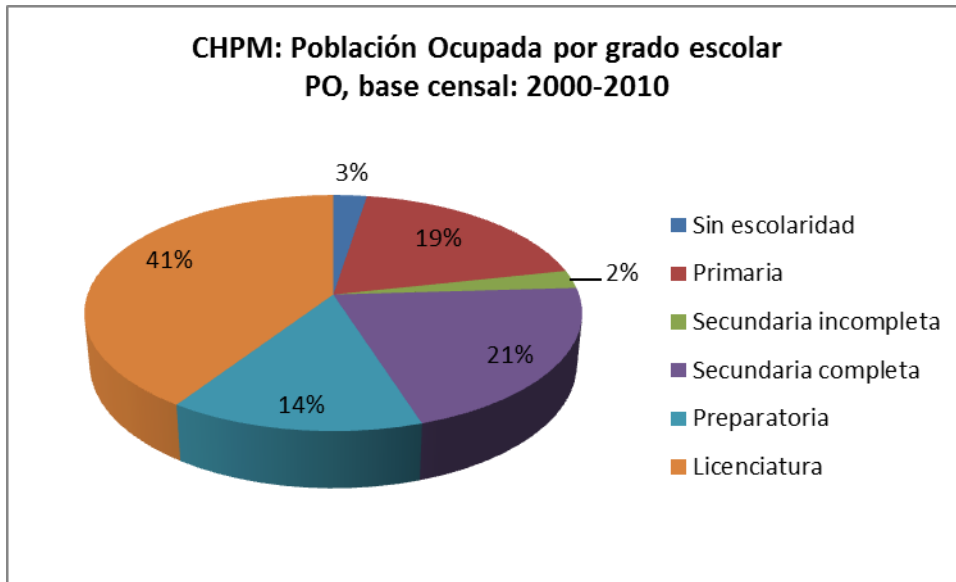
Gráfica 5.11 Pob. Residente por Cuenca



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2010, SCINCE, INEGI

Respecto a la población económicamente activa (PEA), se tiene que únicamente el 4 % se encuentra desempleada y del 96 % que se encuentra ocupada, el 41 % tiene al menos un año de educación superior.

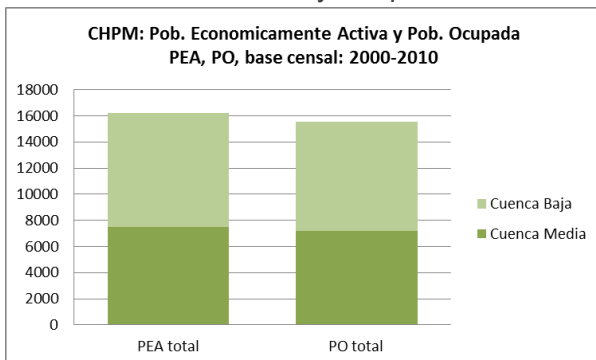
Gráfica 5.12 Población Ocupada por grado de escolaridad



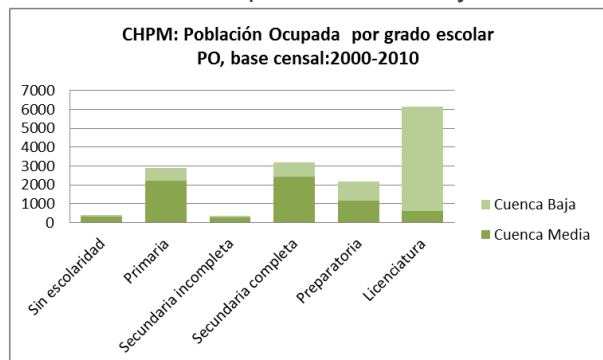
Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2010, SCINCE, INEGI

Respecto a la escolaridad de la población ocupada, la mayoría de la cuenca baja cuenta con al menos un año de licenciatura.

Gráfica 5.13 PEA y PO por cuenca

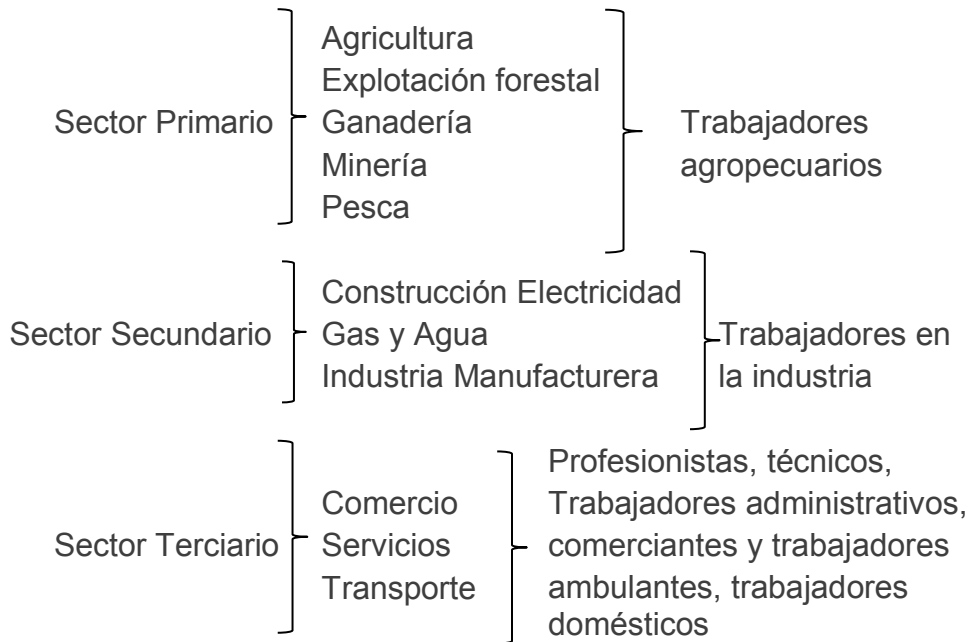


Gráfica 5.14 PO por escolaridad y cuenca



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2010, SCINCE, INEGI

INEGI clasifica las actividades por sector económico de la siguiente manera:



Dentro de los tres municipios que conforman la CHPM la actividad económica preponderante es la del sector terciario, es decir: comercio y servicios, seguida del sector secundario (industria), y finalmente las actividades del sector primario, como se puede ver en el cuadro 5.11.

Cuadro 5.11 Población ocupada por municipio y distribución porcentual según sector de actividad económica

Municipio	Población Ocupada	Sector de actividad económica				
		Primario	Secundario	Comercio	Servicios	No especificado
013 Atizapán de Zaragoza	201,177	0.19	25.81	21.71	48.94	3.35
046 Jilotzingo	6,231	3.59	30.08	14.19	51.24	0.90
057 Naucalpan de Juárez	344,374	0.39	23.45	20.67	51.70	3.78

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010: Tabulados del Cuestionario Ampliado

Entre las actividades económicas que se desarrollan en la CHPM y que no se mencionan en el INEGI se encuentra la Piscicultura que se realiza en las comunidades que disponen principalmente de agua de manantial, en la cuenca media.

También existe la actividad minera dentro de la cuenca y la ganadera con granjas porcinas con una capacidad aproximada de 2,000 cerdos en las localidades de Santiago Tepatlaxco y San Luis Ayucan, también es común la extracción selectiva de Oyamel y Pino de forma clandestina con el fin de aumentar las zonas destinadas a la ganadería (CONAGUA, 2009). El cuadro 5.12 presenta las principales actividades económicas que se desarrollan en los municipios de la cuenca.

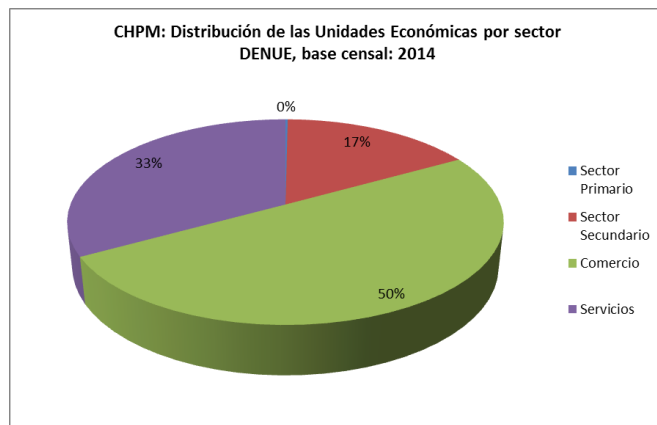
Cuadro 5.12 Municipios de la CHPM y sus actividades por sector económico

	Atizapan	Jilotzingo	Naucalpan
Sector Primario	Principal producción agrícola: maíz y avena forrajera Producción forestal	Principal producción agrícola: maíz, avena forrajera, alfalfa y frijol Principal producción pecuaria: aves de corral, ganado porcino y equino Minería no metálica: arena, grava y cantera.	Producción agropecuaria de autoconsumo Producción forestal
Sector Secundario	973 Industrias	3 Industrias	1313 Industrias
Sector terciario	4735 Comercios 2524 Servicio	24 Comercios	4276 Comercios 4084 Servicio

Fuente: Elaboración propia con datos de los Planes de Desarrollo de los Municipios

De la consulta realizada al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), INEGI, se identificaron 497 Unidades Económicas en la CHPM, de las cuales el 89 % tiene de 1 a 5 empleados, es decir negocios pequeños de comida, talleres, tiendas, etc. En la gráfica 5.15 se puede observar la distribución en

Gráfica 5.15 Distribución de las UE por sector



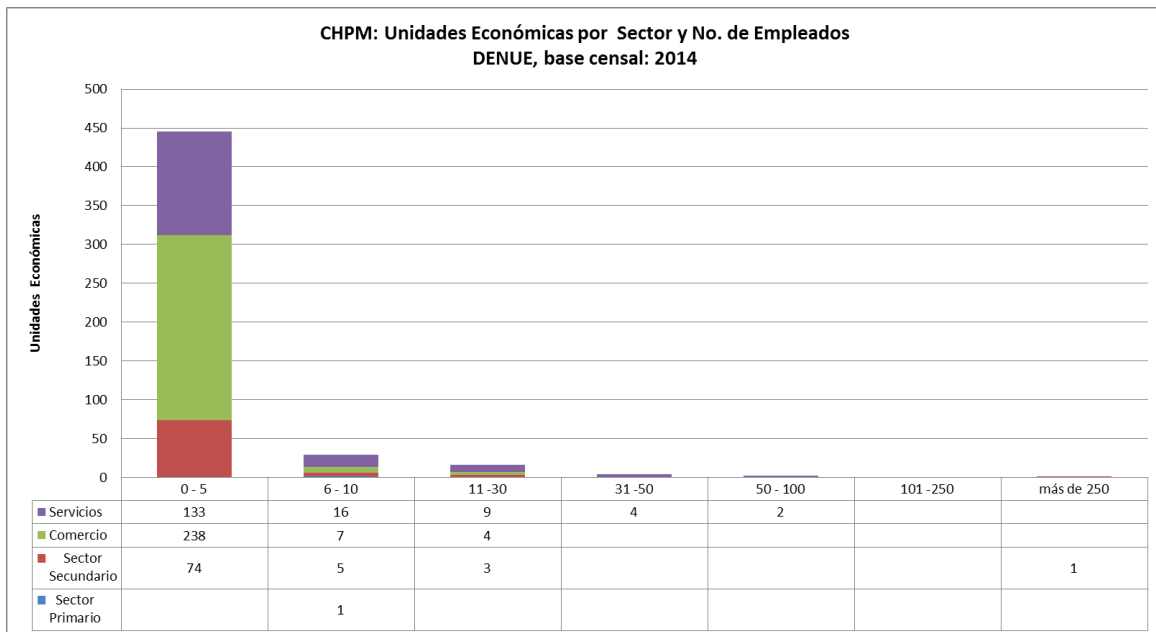
Fuente: Elaboración propia con datos de DENUE, 2014

función al tipo de actividad económica, donde la dominante es el comercio, con



una participación del 50 %, la gráfica 5.16 muestra la distribución de las unidades económicas por número de empleados. Aún y cuando DENUE solo reconoce una empresa del sector primario, dedicado a la piscicultura, al hacer el trabajo de campo de identificaron más negocios dedicados a esta actividad, adicional a un par de minas de materiales que se encontraron en el recorrido y que coincide con los datos referidos de CONAGUA, 2009. La única empresa de más de 250 empleados se dedica a la fabricación de alambre.

Gráfica 5.16 Distribución de las Unidades Económicas por sector

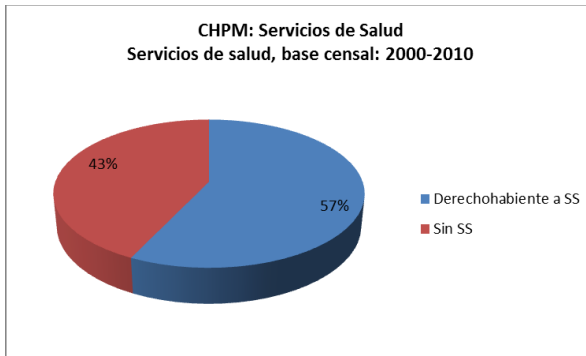


Fuente: Elaboración propia con datos de DENUE, 2014

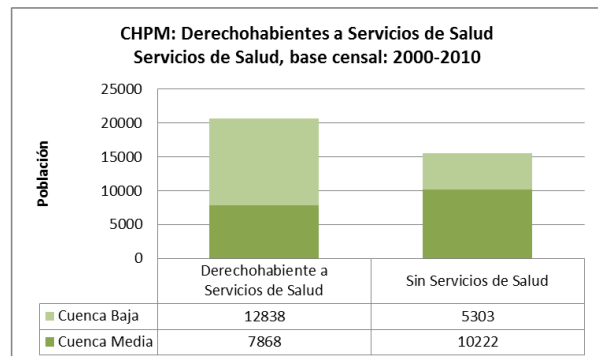
Respecto a los servicios de salud, las gráficas 5.17 y 5.18 presentan por un lado a la población derechohabiente y por cuenca, respectivamente, la población que habita la cuenca media es la mayoritaria en cuanto a falta de algún servicio de salud pública.

Por otro lado las gráficas 5.19 y 5.20 muestran la distribución por tipo de servicio: IMSS, ISSSTE, Seguro Popular y otros, siendo el mayoritario el IMSS.

Gráfica 5.17 Derechohabientes a SS

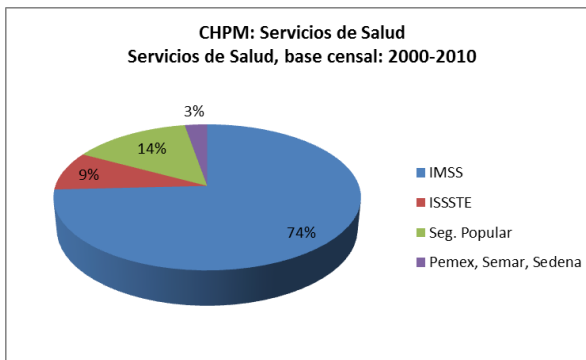


Gráfica 5.18 Derechohabientes por cuenca

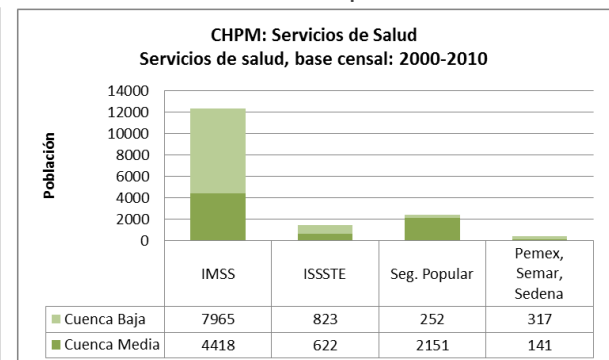


Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2010, SCINCE, INEGI

Gráfica 5.19 Servicios de Salud



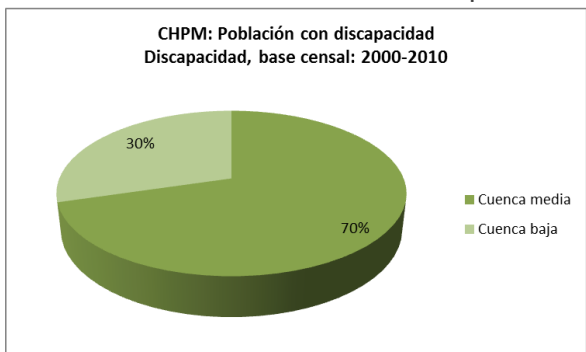
Gráfica 5.20 SS por cuenca



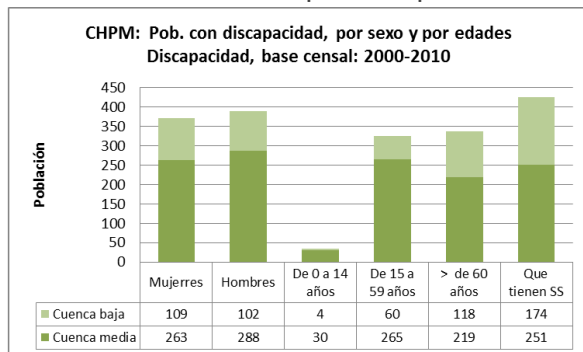
Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2010, SCINCE, INEGI

El 2.3 % de la población total, padece algún tipo de discapacidad, las siguientes gráficas presentan la distribución por cuenca, por sexo y por edades.

Gráfica 5.21 Población con Discapacidad



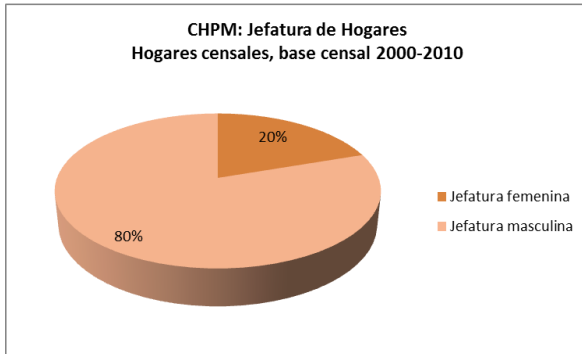
Gráfica 5.22 Discapacidad por edades



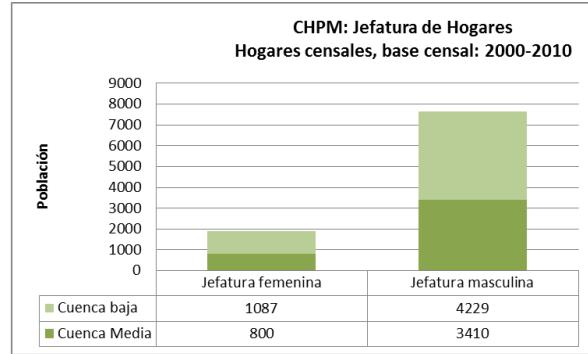
Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2010, SCINCE, INEGI

Respecto a los hogares censados el 80 % tiene jefatura masculina y esto es dominante en la cuenca baja.

Gráfica 5.23 Jefatura de Hogares



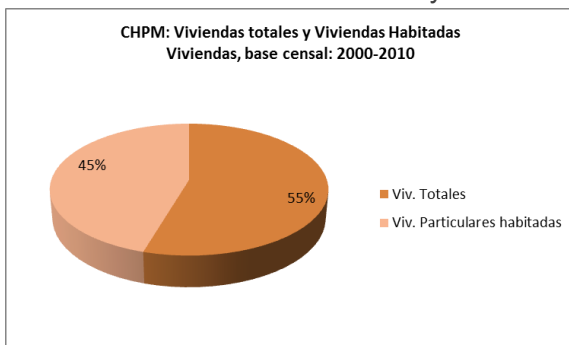
Gráfica 5.24 Jefatura por Cuenca



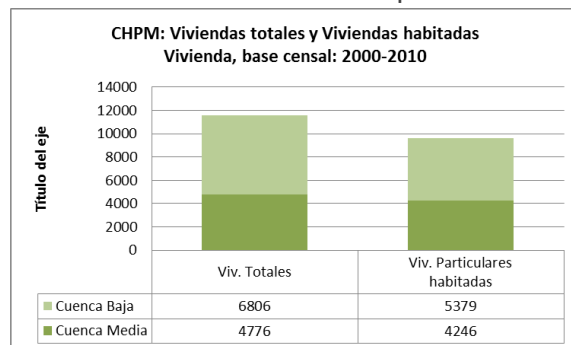
Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2010, SCINCE, INEGI

La CHPM tiene 11,852 viviendas, de las cuales 9,953 están habitadas y 9,625 son de particulares, (SCINCE, 2010) como puede apreciarse en las siguientes gráficas, la mayoría de las viviendas tiene dos o más dormitorios y tres cuartos o más, (ver gráfica 5.27) además cuentan con luz eléctrica, agua entubada y drenaje (ver gráfica 5.28). Vale la pena resaltar que en la visita de campo se pudo comprobar la red de electricidad en todas las localidades visitadas. El promedio de habitantes por vivienda es de 4 en la cuenca media y 3 en la cuenca baja.

Gráfica 5.25 Viviendas totales y Habitadas



Gráfica 5.26 Viviendas por cuenca

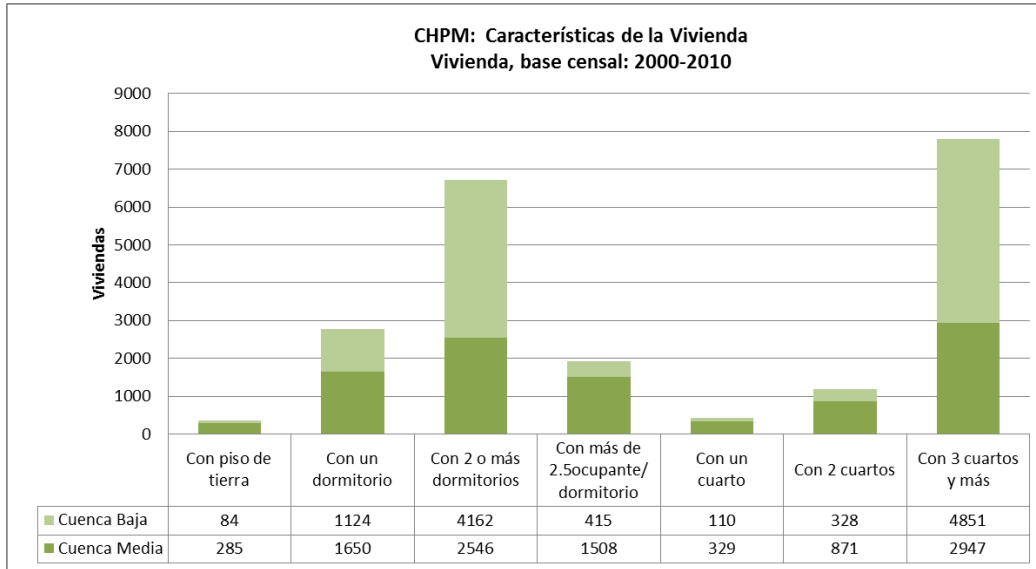


Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2010, SCINCE, INEGI

En cuanto al agua entubada, en la cuenca media llega a través de mangueras que se bombea de los manantiales, mientras que el drenaje existente se canaliza a

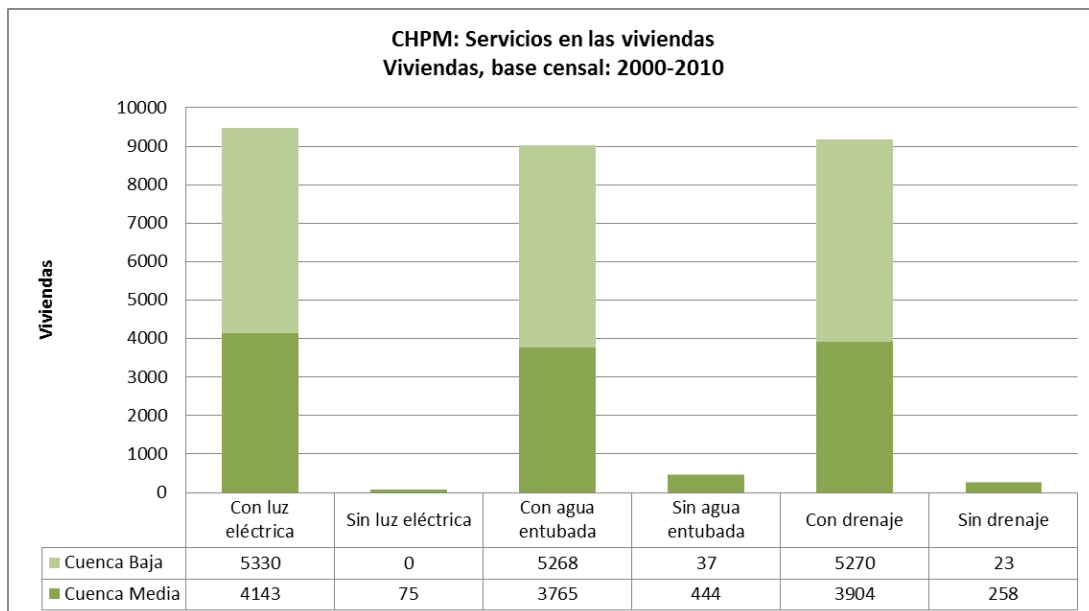
una red, que desagua a las barrancas.

Gráfica 5.27 Características de las Viviendas por cuenca



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2010, SCINCE, INEGI

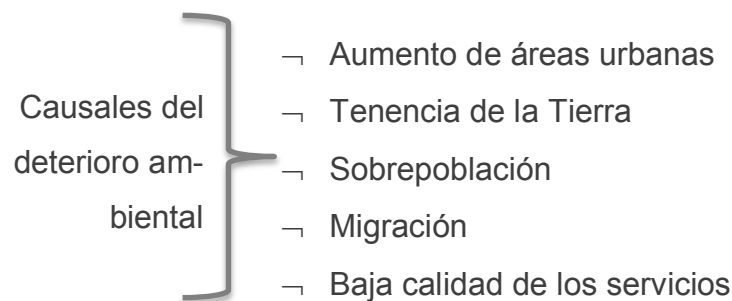
Gráfica 5.28 Servicios en las Viviendas de la CHPM



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2010, SCINCE, INEGI

### 5.3 Factores socio-económicos que influyen en el deterioro de la CHPM

En la cuenca hidrológica de la presa Madín, la demanda de agua potable y el deterioro del medio ambiente se han incrementado considerablemente en los últimos años, dadas las tendencias de crecimiento poblacional, esto puede convertirse en un problema mayor, de no atenderse, por lo que a partir del análisis presentado anteriormente y de las observaciones realizadas en campo, resulta necesario mencionar los principales factores socio-económicos que están propiciando esta problemática.



A fin de sustentar cómo estos factores han participado en el deterioro de la cuenca, a continuación se presenta una breve descripción del estado actual, tomando la opinión de algunos teóricos para reforzar la situación en cada uno de ellos.

#### Aumento de áreas urbanas

La CHPM por su localización geográfica, podría considerarse como un lugar no central dentro del espacio urbano de la ZMVM. Para efectos de esta investigación, la vivienda es un tema importante del análisis, ya que mientras más viviendas, más descargas de agua residual. En el periodo de 2000 – 2010<sup>29</sup>, se tuvo un incremento de vivienda habitada de un 41 % (INEGI, 2000, 2010), en la medida en que se tiene un mayor número de viviendas<sup>30</sup>, se puede intuir que hay cambios

---

<sup>29</sup> Debido a que los censos de población y vivienda, anteriores al año 2000 solo presentan resultados por municipio, haremos el análisis del periodo 2000-2010.

<sup>30</sup> En los censos de población, las viviendas habitadas se definen como aquellas que están destinadas al alojamiento de familias o grupos de personas que forman hogares.



en la superficie ocupada sobre el territorio.

Las siguientes imágenes muestran como se ha ido dando el crecimiento urbano en la cuenca baja, en los últimos años.

Imagen 5.1 Parte baja de la Cuenca en 2003



Imagen 5.2 Parte baja de la cuenca en 2014



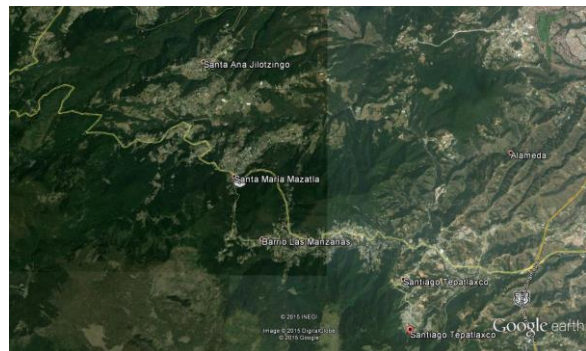
Fuente: Google Earth, visto el 23 de noviembre de 2014.

Las siguientes imágenes muestran el crecimiento que ha tenido la cuenca media.

Imagen 5.3 Parte media de la cuenca en 2003



Imagen 5.4 Parte media de la cuenca en 2015

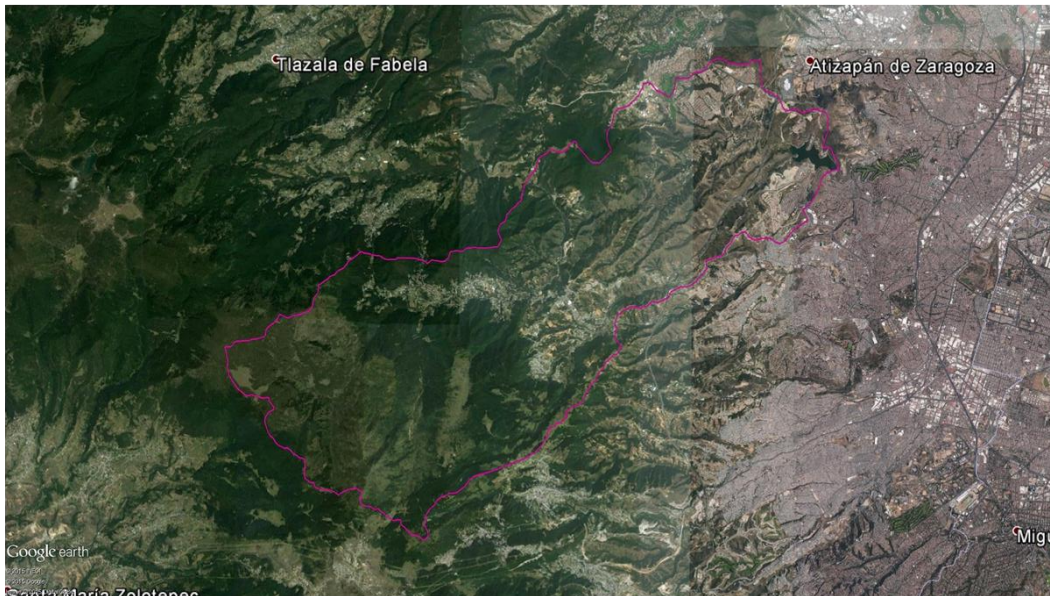


Fuente: Google Earth, visto el 30 de mayo de 2015.

De acuerdo a la información del Censo de Población y Vivienda del 2000, las localidades urbanas que se perciben, son pocas en la cuenca media, como se ve en el mapa 4.17, la imagen 5.5 es una toma de Google Earth, donde se puede ver como de Santiago Tepatlaxco a Santa Ana Jilotzingo, se ha hecho un continuo urbano en torno a la carretera Naucalpan-Ixtlahuaca, de igual manera junto a la presa

Madín se percibe un crecimiento inmobiliario importante, una línea rosa delimita el objeto de estudio, la CHPM.

Imagen 5.5 Cuenca Hidrológica de la Presa Madín, foto de enero de 2015



Fuente: Google Earth, visto el 30 de mayo de 2015.

### Tenencia de la tierra

En la cuenca existen tres tipos de propiedad del suelo: ejidal, ejidal-comunal y privado. En los planes y programas de desarrollo urbano vigentes de Atizapán de Zaragoza y Naucalpan de Juárez, existen algunos cambios en los usos de suelo<sup>31</sup>, algunos terrenos que antes fueron ejidales, ahora pasan a tener uso mixto, lo que implica construcción de viviendas, comercios y servicios principalmente. El uso y la transformación que se le dé al suelo responde a una serie de factores que van más allá de su dimensión física, la expansión urbana implica la ampliación de área urbana construida, es decir, el proceso mediante el cual los suelos que antes eran rurales, se van transformando en áreas pobladas. El proceso de cambio de uso de

---

<sup>31</sup> El cambio de uso de suelo, se refiere a la variación de uso que se le da a un determinado lote urbano o rural, o terreno que estaba destinado a un cierto fin y ahora se dedicará a otro fin, aceptado por las autoridades gubernamentales, con base en estudios previos, declarados por autoridades competentes en la materia. Fuente: Camacho, M. (2012). Diccionario de Arquitectura y Urbanismo, México. Trillas.

suelo es un proceso vigente en la parte baja de la cuenca, principalmente en la zona de los desarrollos urbanos de Chiluca; por otro lado algunos terrenos privados que actualmente están en breña, ya tienen autorización por parte de los municipios para fraccionar, lo cual llevará a una mayor demanda de agua potable, lo que puede incurrir en una sobreexplotación de los acuíferos, adicional a que al tener más zonas habitacionales, se tendrán más descargas de agua residual y menos zonas de recarga, por lo que resulta necesario visualizar esta situación a fin de no generar impactos negativos a los ecosistemas que se encuentran en la cuenca hidrológica de la presa Madín.

### **Sobrepoblación**

Geyer plantea las fases de evolución urbana, donde tanto la localización como las dinámicas demográficas son las que definen las fases de establecimiento de los asentamientos humanos y urbanos (Geyer, 1996).

La población de la CHPM en el período de 1990–2010 creció más del doble, como ya se vió en el análisis demográfico, este crecimiento en la población permite tener una visión más amplia para comprender la dinámica espacial y demográfica que se está dando en el área de estudio, donde se pudo identificar a través de las imágenes de Google Earth en las diferentes localidades, como los procesos de ocupación del espacio se dieron en forma más dispersa en las áreas que son más rurales, pero que ya están formando un continuo urbano, como se pudo apreciar en las imágenes 5.4 y 5.5.

### **Migración**

La migración se define como el desplazamiento de la población desde un lugar de origen a un lugar de destino y lleva consigo un cambio de la residencia. Dentro de la CHPM en el periodo 2000 – 2010, se tuvo un incremento de inmigrantes del 33 %<sup>32</sup>, es decir llegaron al área de estudio personas que nacieron o proceden de

---

<sup>32</sup> INEGI, Censos de población y vivienda, 2000 y 2010, Consulta interactiva de datos.

otro lugar. La llegada de más pobladores, sin duda implica la necesidad de más viviendas y por ende de hacer más vulnerable a la cuenca. Vale la pena resaltar que en el proceso de urbanización, es natural la llegada de migrantes.

### **Baja calidad de los servicios**

La infraestructura hídrica y los servicios de tratamiento de aguas residuales y manejo y disposición de residuos sólidos es muy deficiente; el alcantarillado público de la cuenca de la presa Madín conduce las aguas residuales a ríos y arroyos sin ser previamente tratadas; por ejemplo: el Río San Juan presenta caudales de agua potable hasta la población de Santiago Tepatlaxco, donde las viviendas descargan directamente a su cauce las aguas residuales domésticas y las de una granja porcina, es frecuente que las descargas de las viviendas sean a barrancas, fosas sépticas o a los ríos considerados como canales a cielo abierto; adicional a que los residuos sólidos en algunas localidades, son depositados cerca de los causes de los ríos o en las barrancas como se pudo ver en el capítulo anterior, lo cual acelera el proceso de contaminación.

### **5.4 El proceso de contaminación y los impactos ambientales**

Las ciudades han jugado un papel importante en el proceso de desarrollo económico, son lugares productivos que contribuyen de manera importante en el crecimiento económico de una nación, sin embargo, el proceso de crecimiento urbano ocasiona un deterioro de las condiciones ambientales circundantes. Los daños ambientales resultantes ponen en peligro la futura productividad de las ciudades y en consecuencia la salud y la calidad de vida de su población.

Las ciudades requieren urgentemente realizar evaluaciones ambientales a escala regional metropolitana (Scheingart, 1991). Los sistemas y servicios urbanos se congestionan cada vez más debido al crecimiento demográfico, comercial e industrial y a la mala administración urbana. Los recursos naturales, vitales para el desarrollo económico de las ciudades y de futuras generaciones, se pierden o mal-



gastan mediante políticas urbanas inapropiadas.

Las inversiones térmicas son comunes sobre las áreas urbanas, atrapando las emisiones industriales y los productos de la quema de combustibles, contribuyendo a la formación del nocivo "smog" fotoquímico. A medida que crecen las ciudades, la urbanización inapropiada ejerce presión sobre los ecosistemas naturales circundantes. El desarrollo urbano puede impactar negativamente en las cuencas hidrológicas y también puede provocar que el suelo se erosione.

Las causas más comunes de contaminación en la CHPM son las descargas de los desechos líquidos sin tratar a las barrancas, que son suelos altamente permeables, los tiraderos de basura a cielo abierto que producen lixiviados y el desarrollo urbano que puede impactar negativamente en las cuencas hidrológicas y también puede provocar que el suelo se erosione, afectando así a los ecosistemas que ahí se albergan y afectando los servicios ambientales que brindan.

Los impactos de mayor preocupación se encuentran a escala doméstica y de los pequeños poblados (localidades rurales y urbanas), y se relacionan con las deficiencias de infraestructura y servicios urbanos. Los habitantes de las localidades urbanas, particularmente los de escasos recursos económicos, soportan la mayoría de las condiciones del ambiente deteriorado mediante la pérdida de salud, productividad y la disminución de su calidad de vida.

Los principales contaminantes de los cuerpos receptores son coliformes fecales, grasas y aceites, ortofosfatos, sólidos disueltos y detergentes.

Entre los principales contaminantes causados por los desechos urbanos podemos citar los siguientes:

- Descargas y desagües, que rara vez reciben un tratamiento
- La recolección y disposición final de la basura



- La basura industrial y RIP's<sup>33</sup>, generalmente se carece de capacidad para su correcto manejo, transporte y disposición final
- Las emisiones de gases generadas por los vehículos automotores y las fábricas.

La mayor cantidad de desechos sólidos<sup>34</sup> son del Fraccionamiento Chiluca con 8,159 kg por día, Santiago Tepatlaxco con 6,533 kg y San Luis Ayucan con 5,361 kg (CONAGUA, 2009). Es posible que estas estimaciones ya hayan sido superadas debido al crecimiento que existe dentro de la cuenca.

Cabe señalar que en 2008 fue clausurado el relleno ubicado en San Luis Ayucan, Jilotzingo, el cual descargaba cerca de 1,800 toneladas de basura al día al Arroyo El Muerto, que se une al principal afluente de la Presa Madín, adicional a que tenía una laguna de lixiviados sin tratamiento, la cual contaminaba de manera directa al acuífero y al suelo (CONAGUA, 2009).

En su mayoría, las localidades que no cuentan con servicio de colecta municipal, desechan sus residuos sólidos a las barrancas y/o cauces cercanos; se detectaron cinco barrancas como colectores de desechos sólidos, cuatro de ellos se encontraban en los límites de Santiago Tepatlaxco y otro más en el poblado Las Manzanas (ver el punto 4.5 del capítulo anterior).

A partir de lo expuesto anteriormente, se puede confirmar que el proceso urbano que está viviendo la CHPM, mostró un crecimiento importante en las variables analizadas de vivienda, población y migración, en la última década, lo cual llevó a la necesidad de revisar el tipo de vivienda que se tiene en la zona de estudio y la disposición final que éstas dan a las descargas de agua residual, así como a los desechos sólidos.

---

<sup>33</sup> RIP's significa residuos industriales peligrosos

<sup>34</sup> Datos tomados del Diagnóstico de Degradación de la Cuenca de la Presa Madín, del Plan Hídrico de Gran Visión en la Cuenca de la Presa Madín, Estado de México (2009).

Aún y cuando la mayoría de las viviendas cuenta con drenaje, éste se conduce en su mayoría a barrancas o a ríos considerados como canales a cielo abierto, cuyos escurrimientos llegan a la presa Madín, generando impactos ambientales por contaminación al agua y al suelo.

### **5.5 Análisis del Marco Legal, Planes y Programas de Gobierno que influyen en la CHPM**

En este apartado nos enfocaremos únicamente a revisar los aspectos más relevantes de la legislación urbana y ambiental vigentes y aplicables en los tres órdenes de gobierno (federal, estatal y municipal) que están directamente relacionadas con nuestro objeto de estudio, la CHPM, para continuar con un análisis de los planes, programas y acciones del Gobierno en torno al crecimiento urbano, las cuencas hidrológicas, y la problemática de contaminación que actualmente está afectando a la cuenca.

La carta magna del sistema jurídico de México, es la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), que establece los principios y objetivos que guían a nuestra nación, el artículo 25 menciona que: "...al Estado le corresponde la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable...", pensar en un desarrollo integral y sustentable implica buscar la forma de conservar y preservar los recursos naturales, por ello esta tesis tiene un sustento legal: mantener sana la CHPM para asegurar agua a las generaciones futuras.

La legislación urbana tiene la finalidad de normar y regular el ordenamiento territorial, así como de planear el desarrollo urbano de los asentamientos humanos en él comprendidos, cumpliendo con las disposiciones legales en materia de asentamientos humanos, medio ambiente y protección civil, por otro lado la función de la legislación ambiental es garantizar el derecho colectivo a un medio ambiente sano,

asegurando un desarrollo sustentable<sup>35</sup>.

Vale la pena resaltar que la legislación ambiental se puede visualizar a partir de dos enfoques: por un lado, el encaminado al control de la contaminación, y por otro lado, el orientado a la remediación, la conservación de los recursos y la gestión; para este caso de estudio, dada la problemática, será importante considerar ambos.

Dado que el interés de esta investigación se centra en la legislación orientada al desarrollo urbano sostenible, podemos inferir que en conjunto lo que se busca es; ordenar, regular y dirigir los asentamientos humanos y sus actos en relación con el ambiente.

Disertar sobre el impacto ambiental ocasionado por el crecimiento urbano, implica considerar un marco normativo ambiental que debe interactuar con las cuestiones relacionadas con el crecimiento y/o desarrollo urbano, a fin de que los requerimientos legales sean cumplidos y contemplados en la planeación para asegurar la continuidad de los ecosistemas.

La ejecución de programas de desarrollo urbano, ordenamiento territorial sustentable y vivienda, ha favorecido la creación de diferentes instrumentos jurídicos, dado que la CHPM se encuentra ubicada en cuatro municipios del Estado de México, los instrumentos jurídicos que van a dar sustento al desarrollo urbano sustentable de la región de estudio serán en los tres órdenes de gobierno<sup>36</sup>.

Otro aspecto significativo de los Municipios, es que están facultados para: formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal; participar en la creación y administración de sus reservas territoriales; autorizar,

---

<sup>35</sup> La definición de desarrollo sustentable publicada en el Informe Brundtland de 1987 es: "Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades".

<sup>36</sup> Se refiere al Federal, Estatal y Municipal.

controlar y vigilar la utilización del suelo, intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana; participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia (CPEUM, Art. 115).

La Ley General de Asentamientos Humanos, en su Art. 3º, habla sobre la distribución equilibrada y sustentable de los centros de población y las actividades económicas en el territorio nacional, donde, hablar de equilibrio, implica mantener el ecosistema estable, por lo que resulta muy necesario el cumplimiento de las disposiciones legales para asegurar la estabilidad de los ecosistemas.

Lo anterior debería verse reflejado en la región de estudio, desafortunadamente se han identificado algunas áreas erosionadas y algunos contaminantes en el agua, debido principalmente a la tala inmoderada y al crecimiento urbano. La LGEEPA<sup>37</sup> cuyo objetivo principal es la "...preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional...", además de "...la preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas; el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, con la intención de preservar los ecosistemas". También refuerza la intención de esta tesis.

Conforme a las LGEEPA y la LGPGIR<sup>38</sup>, es obligación de los municipios formular, por sí o en coordinación con las entidades federativas, los programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, a fin de: controlar los residuos sólidos urbanos; establecer y mantener actualizado el registro de los grandes generadores de residuos sólidos urbanos, autorizar y llevar a cabo el control de los residuos peligrosos generados o manejados por micro generadores y en materia de agua, es responsabilidad de los municipios dar atención y

---

<sup>37</sup> Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

<sup>38</sup> Ley General para la Gestión Integral de los Residuos

tratamiento a las descargas de agua residual; por otro lado la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, tiene por objeto “regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos”. El Art. 2° plantea “contribuir al desarrollo social, económico, ecológico y ambiental del país, mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidrológico-forestales, sin perjuicio de lo previsto en otros ordenamientos”.

En materia de agua, es responsabilidad de los municipios dar atención y tratamiento a las descargas de agua residual, pero en la cuenca media, no se está atendiendo el problema y diariamente las aguas residuales drenan a las barrancas.

En términos generales se puede decir que las diferentes leyes urbanas y ambientales coinciden en cuanto a su enfoque orientado a la sustentabilidad, lo cual resulta indispensable para esta investigación que pretende proponer acciones para regenerar la CHPM; sin embargo, aún y cuando en la parte ambiental se observa una alineación total; en las leyes de corte urbano, se percibe cierta desarticulación con las normas ambientales, pues los desarrollos inmobiliarios, muchas veces no atienden al cumplimiento de los requerimientos ambientales, antes mencionados, esto puede comprobarse en el objeto de estudio, donde no se están atendiendo de manera adecuada las descargas de agua residual ni el manejo, almacenamiento y disposición final de los residuos sólidos, ambos aspectos medulares en esta investigación.

Se busca proponer acciones que permitan asegurar el cumplimiento de los requerimientos legales, y con ello el buen funcionamiento de los servicios ambientales que brindan los ecosistemas que se encuentran en la CHPM. Los cuatro municipios que conforman la CHPM coinciden en el discurso respecto a la intención de planear de manera ordenada con un enfoque de sustentabilidad. Sin embargo, no



se especifica el instrumento que se debe usar para hacer cumplir tan buenos deseos.

Los recursos legales expuestos son los que más pueden enmarcar esta investigación, ya que aún y cuando se tienen diferentes tipos de impacto ambiental, esta investigación hace más énfasis en revisar los aspectos ligados a las descargas de agua residual y a los residuos sólidos urbanos.

La legislación en temas urbano ambientales es una realidad social, expresada a través de normas de comportamiento que exige una sistematización, en opinión de Ovilla Mandujano ha sido muy pobre (Ovilla, s.f.); finalmente me parece interesante la siguiente reflexión: el autor, plantea la posibilidad de un error de dedo en la transcripción de la ley, que dice: “la Ley obliga a la *provisión* de usos, reservas y destinos”, esto significa que obliga al acopio; pero si establece “*previsión*” implica planeación futura en virtud de datos previsibles, quizá a éste error se deba que en lugar de preservar los ecosistemas, los hemos ido devastando....

### **Planes y Programas de Gobierno**

Un problema recurrente en las microcuencas de la zona del Valle de México es la degradación que conlleva a graves desequilibrios en los sistemas naturales e hidrológicos ocasionando que sean menos sustentables, esto deriva principalmente en el aprovechamiento irracional y el inadecuado manejo de los recursos naturales al interior de los sistemas de cuenca, el Plan Hídrico de Gran Visión de la Cuenca de la Presa Madín (CONAGUA, 2009) considera que se pueden ilustrar con fenómenos como:

- Cambios de uso del suelo.
- Aprovechamiento y manejo irracional de los escurrimientos y acuíferos.
- Presencia de incendios, plagas y enfermedades en zonas forestales; que acompañan la tala clandestina.

- Utilización de prácticas productivas inadecuadas en los sistemas de producción agropecuarios, forestales, acuícolas y otros de extracción de recursos naturales.
- El sobrepastoreo de ganado mayor y especies menores.
- Utilización de cauces para descargas de drenajes de poblados diversos y asentamientos dispersos, así como para depósitos de desechos sólidos.
- Falta de una adecuada planeación en el desarrollo urbano.

En el caso de la Cuenca Hidrológica de la Presa Madín, se tiene la participación de cuatro municipios: Atizapán de Zaragoza, Jilotzingo, Naucalpan de Juárez y Xonocatlán, lo que lleva a que la responsabilidad de dotar infraestructura sea del gobierno estatal en colaboración con los municipios involucrados; el porcentaje de aportación correspondiente a cada una de las partes se determina según el impacto que el proyecto tenga en cada uno de los gobiernos involucrados.

Existe alineación de los diferentes niveles de gobierno para formular sus Planes de Desarrollo, (México, 2006-2009) las estrategias y objetivos están encaminados a un desarrollo sustentable y a la preservación los ecosistemas, haciendo énfasis en las áreas boscosas, las zonas de recarga y los aspectos hidrológicos y las cuencas. El cuadro 5.13 presenta la información más relevante de los Planes de Desarrollo Urbano a nivel estatal, regional y municipal; donde como puede observarse existen similitudes que nos hacen pensar en una coordinación como región, los diagnósticos de los cuatro municipios plantean problemas severos en el tema de aguas residuales, desechos o residuos sólidos y deforestación. Sin embargo, aún y cuando los fines que persiguen son similares; se tienen varios puntos importantes que resaltar.

- Los planes publicados en la página del gobierno del Estado de México, tanto regional como municipales no son recientes, pertenecen a una o

dos administraciones anteriores, lo cual muestra que la información reciente del estatus de cada municipio, no está disponible.

- Se tienen definidas estrategias, objetivos, líneas de acción y programas en algunos de los temas de interés a esta investigación, pero no se aclara en ningún lado, quien será responsable de asegurarse que dicha acción se lleve a cabo.
- Todos los planes coinciden en tener un ordenamiento territorial acorde a la aptitud del suelo, evitando tener desarrollo urbano en zonas de riesgo, pero, la realidad es que en varios lugares con riesgo, se sigue construyendo.
- Se menciona que por ningún motivo se permitirá invadir las zonas de recarga acuífera y la mancha urbana sigue haciendo uso de esos espacios.
- Se habla de zonas con alta deforestación y de la intención de reforestar y nutrir los suelos para recuperar esas zonas de recarga y no se ven acciones concretas que permitan ver una disminución en esta problemática.
- Los diferentes planes incluyen temas que son por demás importantes, si se cumpliera sería maravilloso para el país, desafortunadamente, no es más que un catálogo de buenas intenciones.

## Maestría en Urbanismo Desarrollo Urbano Regional

Cuadro 5.13 Alineación de Planes de Desarrollo Urbano a nivel  
Estatad, Regional y Municipal

Aspectos Relevantes de los Diferentes Planes de Desarrollo Urbano	Planes de Desarrollo Urbano					
	Estatad	Regional	Municipal			
	Estado de México	Valle Cuautitlán Texcoco	Atizapan de Zaragoza	Jilotzingo	Naucalpan de Juárez	Xonocatlan
Vincular el desarrollo territorial con los niveles de bienestar de la población; evitar la ocupación de suelos con valor ambiental.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
El desarrollo urbano sustentable como estrategia para promover un desarrollo urbano ordenado acorde con las necesidades sociales y ambientales.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Orientar el crecimiento inevitable de las áreas urbanas hacia las áreas más aptas, susceptibles de dotarse de servicios a menor costo.	✓	✓	✓	✓	✗	✓
Conservación de áreas naturales protegidas, zonas boscosas y áreas verdes.	✓	✗	✓	✓	✗	✓
Evitar la ocupación y urbanización de áreas con valor ecológico y agropecuario, áreas con riesgos naturales, zonas de recarga acuífera.	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Proteger el agua para garantizar el acceso al vital líquido y fomentar el desarrollo sustentable.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ordenar el territorio a través de la regulación de usos y destinos del suelo, planeación territorial sustentable.	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Estimular la explotación racional de los recursos forestales.	✗	✗	✗	✓	✗	✗
Fomentar de manera sustentable la generación de servicios ecoturísticos, relacionados con la acuicultura, aprovechando los recursos hidráulicos con que se cuenta.	✗	✗	✓	✗	✗	✗
Evitar la actual tendencia de crecimiento de los asentamientos irregulares en áreas de preservación ecológica y de riesgo.	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Disposición de residuos sólidos, cuentan con relleno sanitario.	✗	✗	✓	✗	✓	✗
Aplicar medidas efectivas para la conservación de las áreas de recarga acuífera y valor ecológico	✗	✗	✗	✓	✗	✓
Sistemas de drenaje municipal con vertido a ríos o drenajes a cielo abierto.	✗	✗	✓	✓	✓	✓
No orientar el poblamiento a Zonas de recarga acuífera Zonas de alto valor ambiental	✗	✗	✗	✓	✗	✓
Sustentabilidad ambiental para el desarrollo con conciencia ambiental y protección a la biodiversidad.	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓ Significa que el PDU contempla el aspecto señalado

✗ Significa que el PDU no menciona el aspecto señalado

Fuente: Elaboración propia con datos de los Planes de Desarrollo Urbano, consultados en la página del Gobierno del Estado de México, visto en:

[http://portal2.edomex.gob.mx/edomex/gobierno/publicaciones/plan\\_de\\_desarrollo/index.htm](http://portal2.edomex.gob.mx/edomex/gobierno/publicaciones/plan_de_desarrollo/index.htm)

Dado que Naucalpan es el municipio que más población aporta al objeto de estudio (47 %), a manera de ejemplo, a continuación se presenta el plano de estrategia definido en el plan, donde se puede percibir la inconsistencia en la intención de preservar las áreas de bosque y de recarga, como está estipulado en la legislación y como se expresa en el plan, ya que se tienen clasificadas algunas áreas para desarrollo urbano, que sin duda, provocarán un desequilibrio en los ecosistemas que habitan en la CHPM y en consecuencia en los servicios ambientales que la cuenca ofrece a la población.

El municipio de Naucalpan de Juárez ha definido la estrategia de crecimiento y la clasificación del territorio, ver mapa 5.7. A fin de ver con más claridad se hizo una ampliación de la imagen en la parte del municipio que corresponde a la CHPM, en la cual se puede percibir con más claridad las áreas que pueden alterar gravemente los ecosistemas de la cuenca.

La franja gris en torno a la Carretera Chamapa-Lechería la anuncian como un corredor de usos controlados el cual al ser urbanizado impactará a la cuenca, no solo por la reducción de áreas de bosque y de recarga, sino por todo lo que conlleva la urbanización.

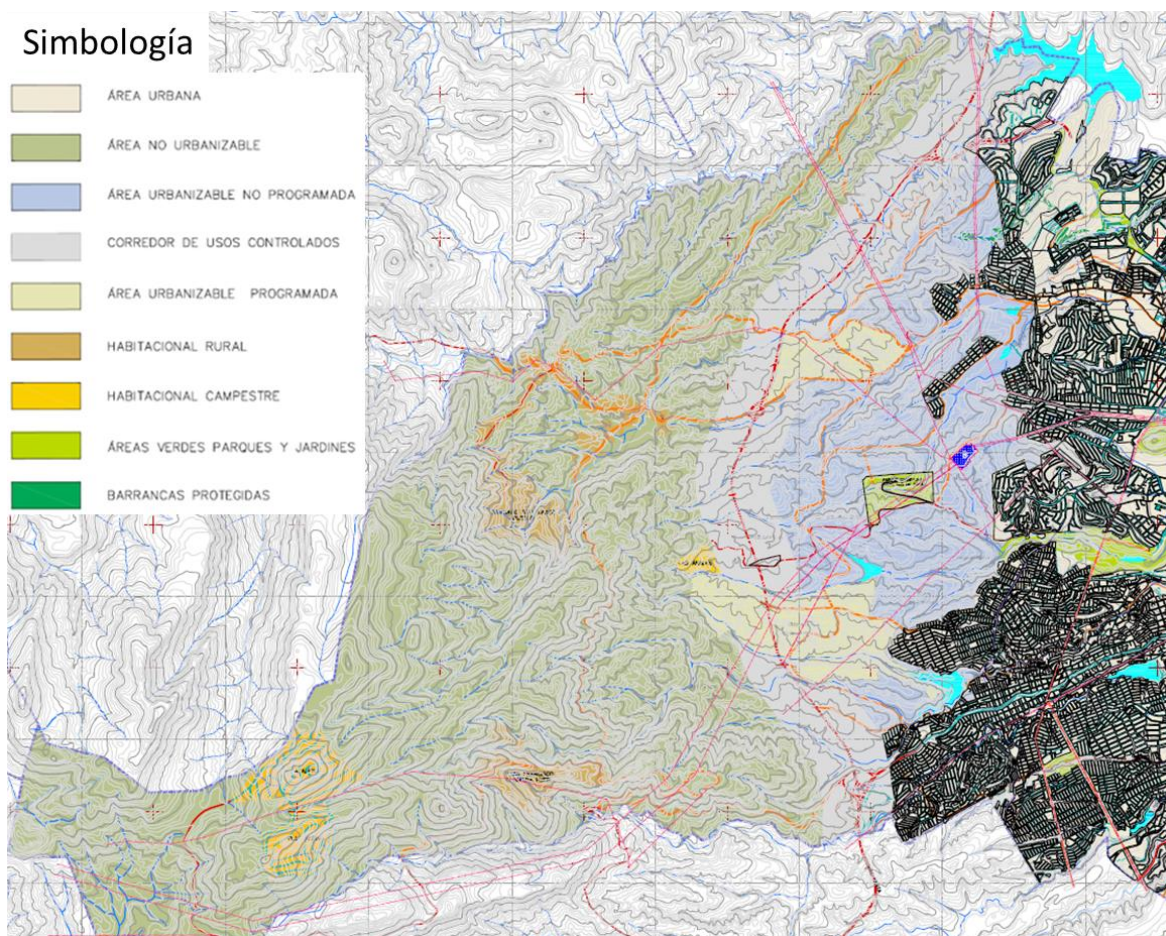
Quizá el primer paso está dado, se tiene un diagnóstico del estado, de la región y de cada municipio, los diferentes gobiernos han definido objetivos, estrategias y líneas de acción para tratar de dar cumplimiento a lo expuesto en los planes, ya tienen los qué... qué se necesita para tener un país más competitivo y que ofrezca a sus pobladores una mejor calidad de vida, por la diversidad de oportunidades de desarrollo, ahora solo falta establecer ¿quién lo debe hacer?, ¿cuándo lo harán?, ¿qué recursos necesitan para lograrlo con éxito? y ¿cómo lo ejecutarán?... la gestión y el control de los recursos, son algo que no está claro, sin duda, estas interrogantes aún siguen en el aire.

En general los planes y programas revisados se ven bien elaborados, además de



ofrecer información suficiente para la toma de decisiones, los diagnósticos son consistentes y parecen certeros. Desafortunadamente no se han traducido en acciones claras y concretas. Considero que lo que hace falta es acción, mejorar los mecanismos y herramientas de gestión y control del gobierno, auditorías a la gestión de los gobernantes y castigos ejemplares a los corruptos que no permiten que el país avance.

Mapa 5.7. Estrategia y Clasificación del territorio de Naucalpan de Juárez

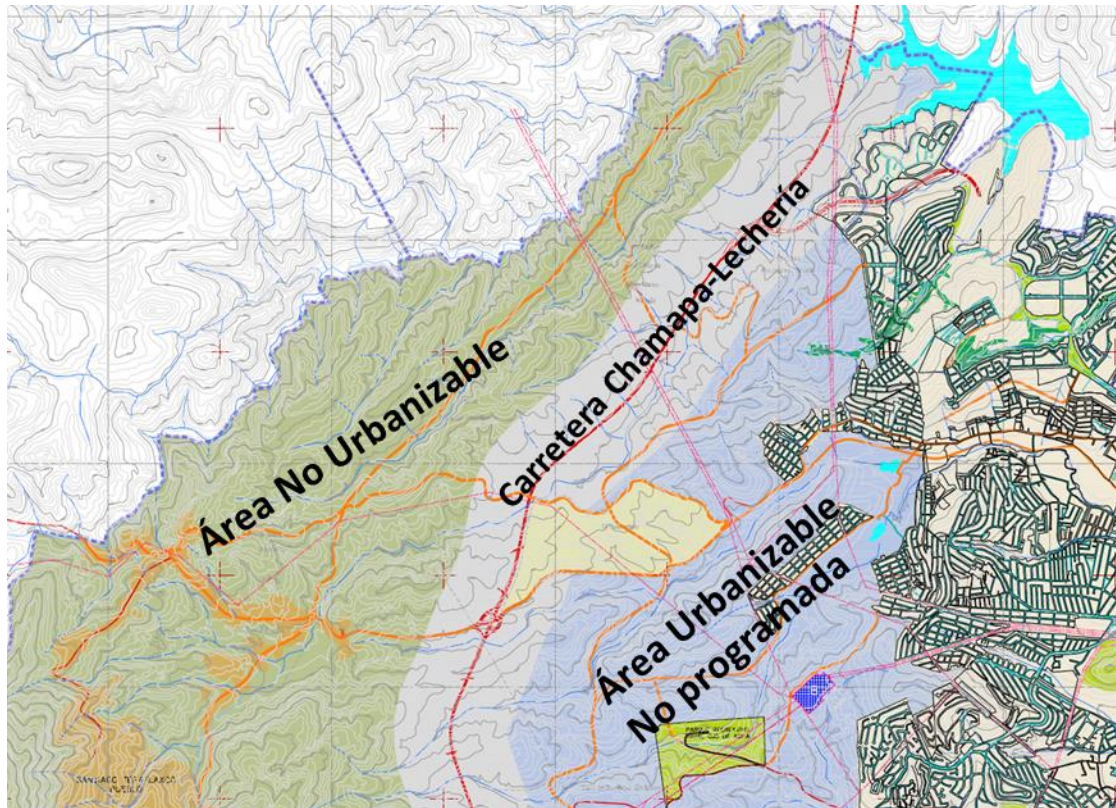


Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Naucalpan de Juárez 2006-2009

El área verde definida como “No urbanizable” y la violeta como “urbanizable no programada”, tienen fracciones del espacio definidas como áreas de reserva ecológica en los usos de suelo, sin embargo la franja gris, será un corredor urbano.



Ampliación del Mapa 5.7 Estrategia y Clasificación del territorio de Naucalpan de Juárez



Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Naucalpan de Juárez 2006-2009

El cuadro 5.13, sintetiza los temas que abordan los diferentes planes de desarrollo urbano, donde se puede visualizar fácilmente las áreas de oportunidad a nivel municipal y que dada la similitud de las problemáticas, quizá haciendo acciones regionales tendrían efectos más positivos y en beneficio de toda la población de la cuenca y sus alrededores.

## 5.6 Reflexión sobre el estado actual de la CHPM

Después de evaluar y analizar las características geomorfológicas, socioeconómicas, demográficas y los planes de gobierno tanto para el desarrollo urbano, como para las cuestiones hídricas del área de estudio, es evidente que hay una problemática que va en aumento. Es importante resaltar que la dinámica demográfica permite visualizar el peligro inminente al que se puede ver sometida la CHPM de

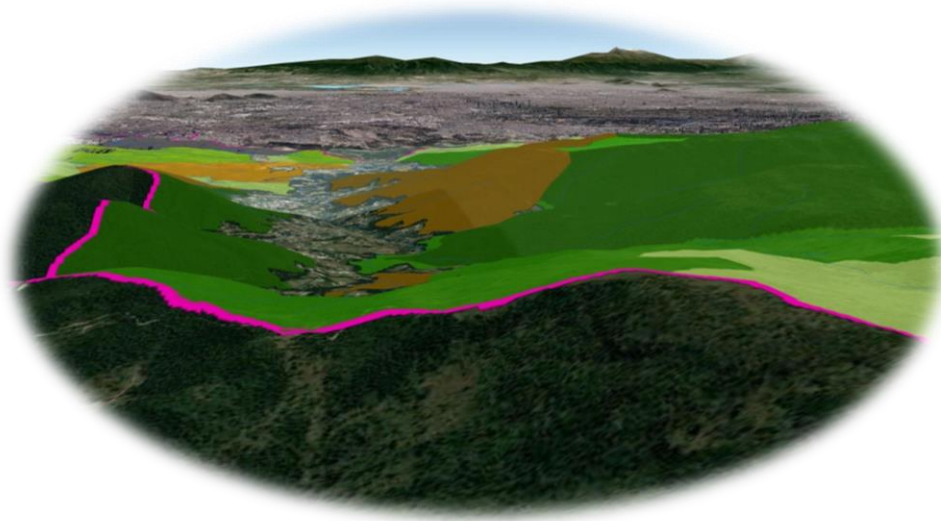
continuar creciendo la mancha urbana, aunado a la falta de atención por parte de las autoridades para atender las malas prácticas en el manejo, almacenamiento y disposición final de las aguas residuales y los desechos sólidos. Todo esto propicia que la cuenca se vuelva cada vez más vulnerable y con ello este más expuesta a perder efectividad en los servicios ambientales que ofrece.

Dada la importancia de mantener sana la cuenca hidrológica y dada la tendencia a la degradación registrada para algunas zonas, es necesario tomar acciones preventivas, ya que el crecimiento urbano en áreas donde se impacte negativamente a los ecosistemas, puede traer consecuencias adversas a la población que habita dentro de la cuenca y a la que se abastece de la presa Madín, debido a que la CHPM tiene participación de cuatro municipios, se debe contar con el apoyo del estado, a fin de asegurar su implantación y operación permanente.

Mi percepción para finalizar con este capítulo es que las políticas y los reglamentos se centran de manera individual en cada componente del sistema, pero no tienen en cuenta cómo se interrelacionan entre sí, esta tesis se sustenta en la teoría de sistemas. La CHPM es el ecosistema en el que conviven y se interrelacionan diferentes subsistemas que en él habitan y por ende se deben considerar acciones holísticas, para poder tener resultados exitosos.

Con todo lo expuesto en este capítulo, se tienen los elementos suficientes para llevar a cabo la propuesta de zonificación de usos de suelo más convenientes para poder mantener sana la cuenca hidrológica, así como una propuesta de estrategias sustentables y acciones bien sustentadas que se plantearán en el siguiente capítulo.

*"Todo lo que puedes hacer o sueñas con hacer, empíezalo.  
La audacia encierra ingenio, poder y magia"  
Goethe*



# Capítulo VI

## Propuesta de Estrategias Urbano – Ambientales para regenerar la CHPM

## **6. Propuesta de Estrategias Urbano Ambientales para regenerar la cuenca hidrológica que abastece a la presa Madín**

A partir de los resultados del análisis geomorfológico, la determinación de aptitud de suelo y la revisión de los planes de desarrollo urbano de los municipios que conforman la cuenca, se presenta una propuesta de zonificación del área de estudio, en la cual se ofrece un mosaico de usos de suelo, cuya principal intención es contribuir a preservar todos los ecosistemas que la cuenca alberga. Se complementa con la declaratoria de usos de suelo, en la que se presenta una descripción de las características y usos de cada tipo de suelo, a través de una propuesta de reglamento cuya intención es normar los usos para asegurar la continuidad de todos los servicios ambientales que ofrece el área de estudio y que actualmente se están viendo afectados por malas prácticas en el manejo y disposición final de aguas residuales y desechos sólidos, además de degradación del suelo a causa de la deforestación.

Conforme a lo visto en capítulos anteriores, el crecimiento urbano en la cuenca media ha propiciado algunos impactos ambientales, que de seguir, sin una buena planificación del territorio, puede generar severas alteraciones a los ecosistemas. Con ello reducir los beneficios que los servicios ambientales de la cuenca ofrecen a la población. Este capítulo concluye con una serie de estrategias que permitan mitigarlos. La intención de esta tesis como se mencionó desde el inicio es buscar alternativas para preservar la cuenca y con ello conservar todos los servicios ambientales que éste ecosistema brinda a generaciones presentes y esperamos que también a futuras.

“La Ordenación del Territorio es el método que permite orientar el proceso de evolución espacial del desarrollo económico, social y ambiental, promueve el establecimiento de nuevas relaciones funcionales entre regiones, pueblos y ciudades, así como entre los espacios urbanos y rurales, además de buscar una visión coheren-

te de largo plazo para guiar la intervención pública y privada en el proceso de desarrollo local, regional y nacional” (GDF, 2001-2006) visto en el PNDUOT<sup>39</sup>.

Las reservas ecológicas de aprovechamiento productivo tienen como finalidad mantener, en zonas circunvecinas a los asentamientos humanos, los elementos naturales indispensables al equilibrio ecológico y al bienestar general, siendo factible en ellas su aprovechamiento con fines distintos a los urbanos. El suelo es el componente que de manera importante condiciona el desarrollo urbano debido a la función de sus cualidades productivas, así como de sus posibilidades de uso, explotación o aprovechamiento; de manera general se le puede clasificar o distinguir, según su ubicación en:

- Suelo urbano.
- Reserva territorial.
- Suelo rural.

Cualquier asentamiento urbano presenta usos de suelo distintos: habitacional, industrial, comercial, recreativo, de servicios, de circulación, los cuales al distribuirse conforman una estructura urbana. El levantamiento de estos usos y su distribución en un plano es una base muy importante para detectar los problemas del asentamiento y para plantear su reestructuración y futuro crecimiento (Ducci, 2011).

Reserva Territorial, son superficies de terreno que serán utilizadas para el crecimiento de un centro de población, con prohibición estricta de darle usos diferentes a los especificados por las declaratorias de usos y destinos de la localidad, municipio, estado. La reserva territorial debe responder a la estrategia global a nivel nacional, estatal y municipal de acuerdo a los objetivos nacionales de desarrollo económico y social, deberá considerar la localización de los espacios físicos para la fundación de centros de población y el crecimiento de los mismos.

---

<sup>39</sup> Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio 2001 – 2006



El artículo 27 constitucional establece la obligación de tomar medidas para ordenar los asentamientos humanos y adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población, por otro lado el artículo 115 dice que los municipios están facultados para formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal, participar en la creación y administración de sus reservas territoriales, controlar y vigilar la utilización del suelo en sus jurisdicciones territoriales, intervenir en la regulación de la tenencia de la tierra urbana, otorgar licencias y permisos para construcciones y participar en la creación y administración de zonas de reserva ecológica. En este capítulo se hace una propuesta que pretende servir como guía a los gobiernos municipales para tomar mejores decisiones para conservar sana la cuenca hidrológica de la presa Madín.

### **6.1 Usos de Suelo y Reservas Territoriales**

Los usos de suelo se definen como el fin al que se dedicará determinado terreno o lote urbano o rural. Este fin es marcado por las autoridades gubernamentales, con base en estudios previos y declarados públicamente por la autoridad administrativa competente, (Camacho, 2012, p. 774). Los fines particulares pueden ser habitacionales, recreativos, comerciales, educativos, industriales, de servicios, administrativos, turísticos, pecuarios, agrícolas, forestales, etc.

La zonificación, en sentido amplio, indica la división de un área geográfica en sectores homogéneos conforme a ciertos criterios. Por ejemplo: capacidad productiva, tipo de construcciones permitidas, intensidad de una amenaza, grado de riesgo, etc.

Si nos referimos a recursos naturales renovables, la zonificación, es la clasificación de usos que se realiza dentro de las unidades territoriales, conforme a un análisis previo de sus aptitudes, características y cualidades abióticas, bióticas y



antrópicas.

Dado que la cuenca hidrológica es un ecosistema compuesto por diferentes sub-sistemas que realizan diferentes servicios ambientales en beneficio de la población, a partir de los análisis geomorfológico, de aptitudes y de la revisión de usos de suelo y estrategias de usos de suelo vistas en los Planes de Desarrollo Urbano de los municipios que conforman la cuenca, revisados en el capítulo anterior, se plantea la zonificación del polígono de estudio a partir de las siguientes consideraciones:

- Determinación de la vocación del suelo.
- Compatibilidad de usos del suelo.
- Revisión de las políticas de usos de suelo para el estado y los municipios de la cuenca hidrológica.
- Revisión de la zonificación propuesta en los planes de desarrollo urbano.

En la zona de estudio, se puede observar como se ha dado un continuo urbano en torno a la carretera estatal Naucalpan-Ixtlahuaca, lo que confirma que: “Los usos del suelo, evolucionan de manera espontánea de acuerdo con las necesidades de comercio y servicios, de proximidad y la aparición de centralidades inducidas por la presencia de alguna vialidad principal y el flujo de los medios de transporte público” (Duhau, 2008, p. 128).

Al revisar los usos de suelo definidos en los Planes Municipales de Desarrollo Urbano de Naucalpan y Atizapán principalmente, se encontraron algunas inconsistencias, ya que los usos estipulados, no siempre se han respetado, tal es el caso de zonas de suelo calificadas como reservas ecológicas, que actualmente ya tienen algunos fraccionamientos, no solo construidos, sino habitados y algunas zonas propuestas como por ejemplo el corredor de usos controlados al margen de la carretera Chamapa - Lechería, que en su mayor parte se encuentra en zonas de reserva ecológica, como se vio en el capítulo anterior, existen también algunas

zonas tanto en Jilotzingo, como en Naucalpan, donde los Planes Municipales de Desarrollo Urbano establecen áreas de reserva ecológica o áreas naturales protegidas y el tipo de suelo está clasificado como ejidal o como propiedad privada, lo cual también resulta inconsistente, pues en cualquier momento esos terrenos que forman parte del bosque podrían convertirse en un nuevo fraccionamiento urbano y con ello reducir y/o alterar las funciones ambientales de los ecosistemas.

La propuesta de usos de suelo para la CHPM, está considerando la importancia de los servicios ambientales que ofrece la cuenca, por lo que aún y cuando incluye reservas territoriales para el crecimiento urbano (zonas habitacionales y equipamientos), se está dando un mayor peso a la conservación de áreas verdes que ayuden a preservar mejor los ecosistemas, por lo que está pensada en dos vertientes: por un lado, busca aprovechar la vocación y aptitud del suelo y por otro lado, pretende preservar los ecosistemas que habitan en la CHPM a fin de garantizar el abastecimiento de agua de buena calidad a la población actual y futura.

A fin de conciliar la expansión urbana con la preservación del medio ambiente los criterios utilizados para definir los usos de suelo se describen a continuación:

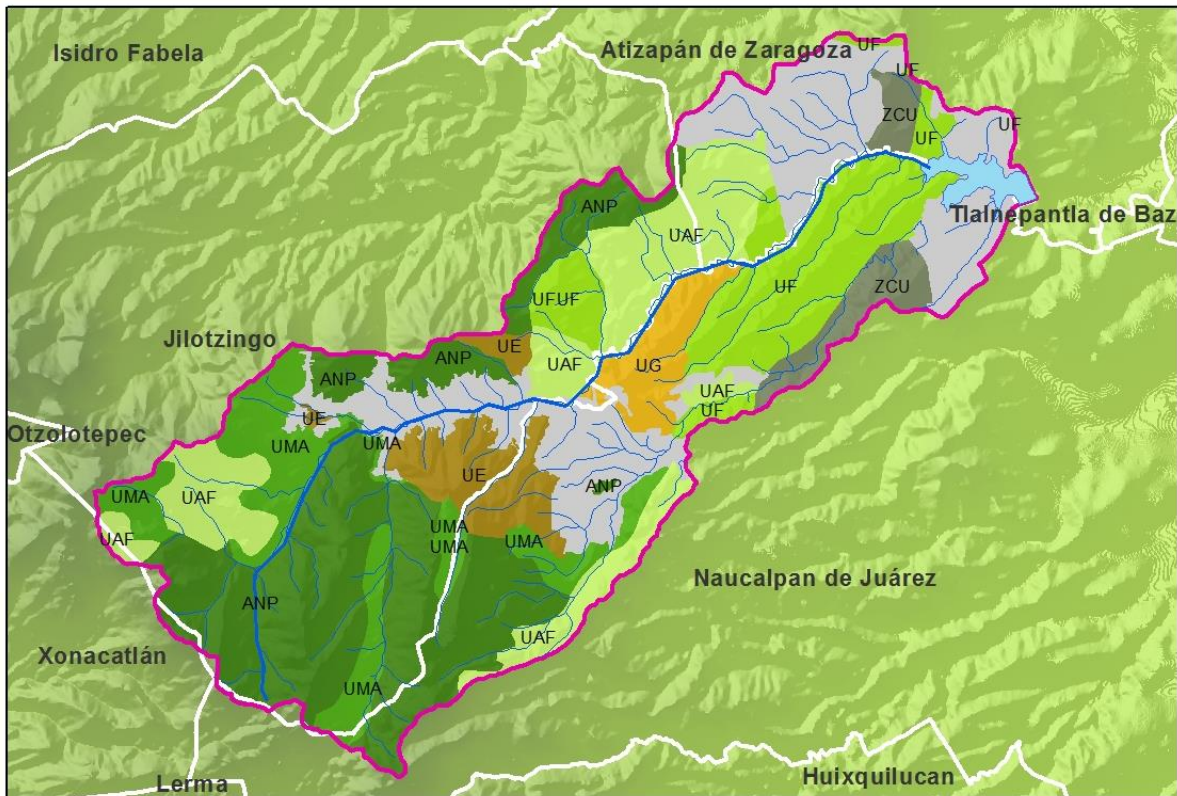
- Para los usos *Agrícola y/o Agroforestal y Forestal*, se consideraron las áreas que ya CONABIO identifica con esta actividad y que además son terrenos ejidales.
- Las *Áreas Naturales Protegidas* se delimitaron a partir del análisis de aptitud, de aquellas áreas que no son ejidos y que dentro de los planes municipales de desarrollo, están identificadas como áreas de reserva ecológica.
- Las *Unidades Medio Ambientales* se definieron a partir de los criterios de uso de suelo de la CONABIO y su cercanía con las zonas urbanas, a fin de otorgar beneficios económicos a aquellas personas que contribuyan a cuidar la preservación de la flora y la fauna en el medio ambiente.
- En el caso de las *Zonas para Crecimiento Urbano* a mediano y largo plazo, se está considerando el suelo que tiene alguna afectación por deforestación

y que en el caso de las evaluaciones de aptitud, aparecen como no aptas para las actividades agrícolas, forestales, ganaderas y UMA's.

- Las áreas destinadas a uso *Ganadero* se consideraron a partir de la evaluación de aptitud para este tipo de uso.
- Las áreas destinadas a *Ecoturismo*, están considerándose a partir de dos elementos: por un lado la accesibilidad y por otro, su cercanía a la zona urbana a fin de aprovechar a la población cercana en actividades económicas encaminadas a la conservación de áreas verdes.

El mapa 6.1 presenta la distribución de estos usos de suelo y reservas territoriales en el polígono de estudio, en el siguiente tema se plantea la declaratoria de usos, destinos y reservas, donde la idea principal es clasificar las áreas y predios de la cuenca hidrológica, determinando los usos permitidos, prohibidos y condicionados.

Mapa 6.1 Mosaico de Usos de Suelo de la CHPM



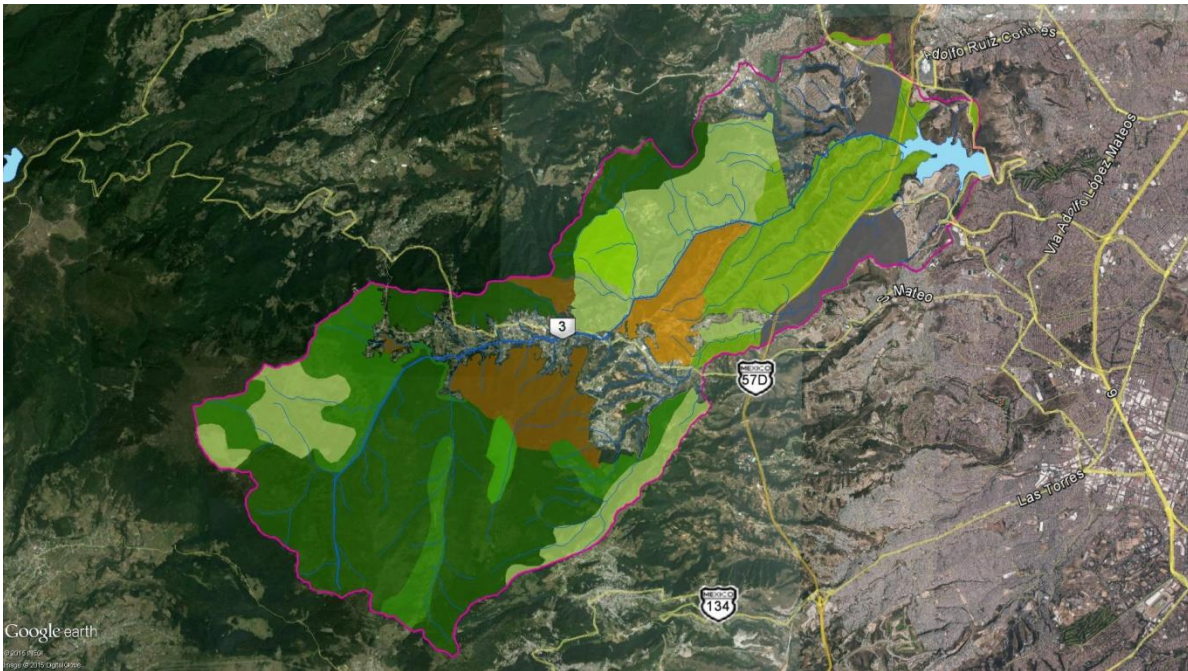
Fuente: Elaboración propia a partir de los análisis geomorfológico, de aptitud y de los Planes Municipales de Desarrollo Urbano.

### Simbología

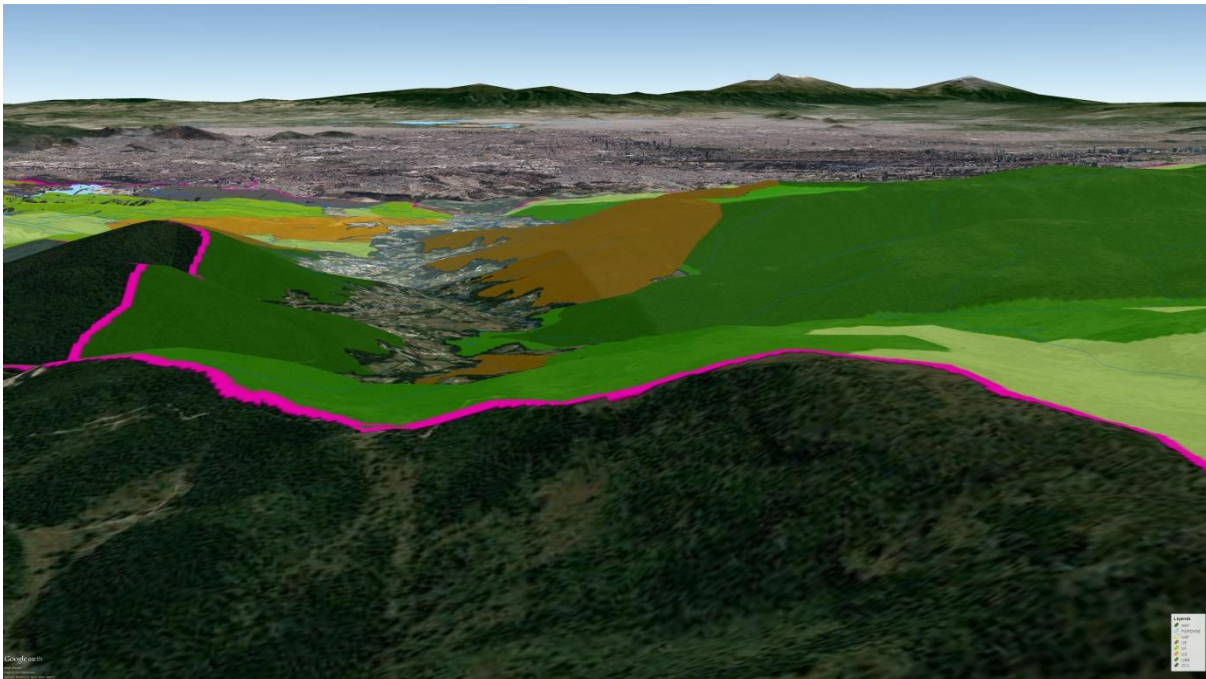
	Cuerpo de agua		Agrícola y/o Agroforestal (UAF)
	Límite Cuenca Presa Madín		Área Natural Protegida (ANP)
	Límite Municipal		Crecimiento Urbano (ZCU)
	Localidades urbanas		Ecoturismo (UE)
			Forestal (UF)
			Ganadero (UG)
			Unidad de Manejo Ambiental (UMA)

Las siguientes imágenes presentan el mosaico de suelos propuesto para la CHPM sobre fotografías aéreas de Google earth, vistas el 30 de agosto de 2015, donde puede apreciarse claramente el estado en que se encuentran las distintas áreas.





En esta imagen se alcanzan a captar los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl y la mancha urbana de la ZMCM.





## 6.2 Declaratoria de Usos de Suelo en la CHPM

### 6.2.1 Información General de la CHPM

La cuenca hidrológica de la presa Madín se localiza en la zona poniente del Valle de México, está conformada por cuatro municipios del Estado de México: Atizapán de Zaragoza, Jilotzingo, Naucalpan de Juárez y Xonacatlán; se comunica a través de las Av. Lomas Verdes y Dr. Jiménez Cantú con las zonas urbanas de la cuenca baja de los municipios de Naucalpan y Atizapán, mientras que el acceso a la parte media de la cuenca puede ser por la carretera estatal Naucalpan-Ixtlahuaca a la cual se puede acceder por San Mateo Nopala o la autopista Chama-Lechería; tiene una superficie total de 10,006.122 hectáreas.

### 6.2.2 Declaratoria de Usos de Suelo

La presente declaratoria de usos y destinos del suelo de la CHPM se llevó a cabo conforme a la zonificación realizada a partir del análisis comparativo entre las aptitudes de suelo determinadas, el análisis geomorfológico y los Planes Municipales de Desarrollo Urbano de Naucalpan de Juárez, Jilotzingo, Atizapán de Zaragoza y Xonacatlán, tomando en cuenta lo previsto en las leyes y reglamentos ambientales.

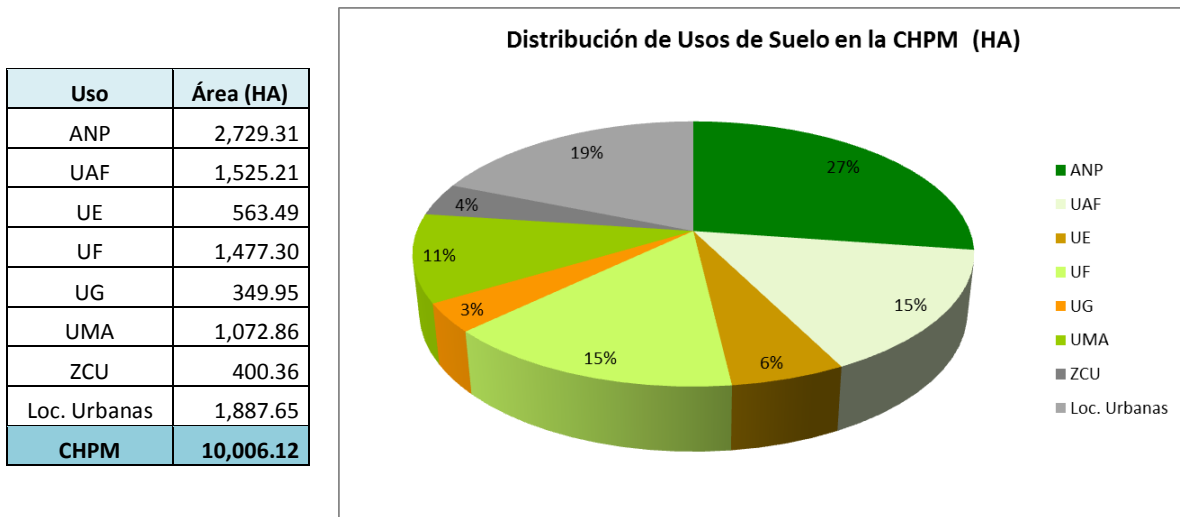
Los usos y destinos del suelo de la CHPM, se definieron considerando los siguientes elementos:

- La delimitación precisa del área ocupada por cada tipo de uso.
- Integrar infraestructura hidráulica de redes de alcantarillado y drenajes separados, para el mejor manejo, tratamiento y disposición final de las aguas residuales.
- Delimitación de una zona de reserva territorial para el crecimiento urbano, donde se deberán reservar espacios para el equipamiento ambiental.
- Delimitación de zonas de reserva ecológica o área natural protegida, para garantizar la conservación de áreas de captación de agua y el buen funcio-

namiento de todos los servicios ambientales que ofrece la cuenca hidrológica.

La declaratoria de usos y destinos de suelo se puede observar con claridad en el plano 6.1, mientras que en la gráfica 6.1 se puede observar la distribución por áreas de los usos y destinos del suelo en la CHPM.

Gráfica 6.1 Distribución de usos de suelo en la CHPM



Fuente: Elaboración propia con información recabada del mapa 6.1 en ArcMap

**Uso de Suelo**

- Agrícola y/o Agroforestal (UAF)
- Área Natural Protegida (ANP)
- Crecimiento Urbano (ZCU)
- Ecoturismo (UE)
- Forestal (UF)
- Ganadero (UG)
- Unidad de Manejo Ambiental (UMA)

Como puede observarse en el gráfico el 19 % del territorio de la CHPM ya está ocupado por localidades urbano-rurales, esta propuesta busca mantener los servicios ambientales que ofrece la cuenca, por ello casi el 60 % está destinado a continuar siendo área verde, explotar el suelo para usos agrícola, agroforestal, ganadero y ecoturismo, será provechoso para la población de la cuenca.

### **6.2.3 Propuesta<sup>40</sup> de Reglamento de Zonificación y Usos de Suelo para la Cuenca Hidrológica de la Presa Madín**

Las disposiciones que se proponen en este Reglamento son de aplicación a los cuatro municipios que conforman la CHPM, ya que como se ha visto a lo largo de esta investigación, el ecosistema que representa la cuenca está integrado por varios subsistemas que aportan diversos servicios ambientales y éstos pueden estar en más de un municipio, por lo que lo ideal para que esta propuesta funcione es que todos participen activamente en darle cumplimiento.

---

<sup>40</sup> Se tomaron como base los Reglamentos de Usos de Suelo de Tepic, Nayarit (2005) y Baja California (2015) y el Reglamento de Ordenamiento Territorial de Naucalpan de Juárez (2006-2009).

## REGLAMENTO DE ZONIFICACIÓN Y USOS DEL SUELO DE LA CUENCA HIDROLÓGICA DE LA PRESA MADÍN

### *Capítulo 1. Disposiciones Generales*

**Artículo 1.** Las disposiciones de este Reglamento, son de orden público e interés social, y tiene por objeto fijar el procedimiento para llevar a cabo la planeación, regulación y zonificación de la Cuenca Hidrológica de la Presa Madín, en el Estado de México, de conformidad con la legislación urbano-ambiental vigente.

**Artículo 2.** El presente Reglamento es de observancia general en la Cuenca Hidrológica de la Presa Madín (CHPM), y tiene por objeto:

- Normar la zonificación y los usos de suelo del territorio que comprende la CHPM, para que sean considerados como un elemento primordial en los procesos de planeación para ordenar el territorio, a través de la elaboración de Planes de Desarrollo Urbano del Estado de México y de los municipios de Atizapán de Zaragoza, Jilotzingo, Naucalpan de Juárez y Xonocatlán; ejerciendo sus atribuciones para zonificar el centro de población y determinar las correspondientes provisiones, usos, destinos de áreas y predios;
- Fijar las normas básicas para planear el desarrollo, mejoramiento, crecimiento y conservación de la CHPM;
- Determinar los usos del suelo, su clasificación y zonificación que serán aplicados en la planeación y programación de los centros de población;
- Definir las disposiciones que regulen toda acción inmobiliaria que emprendan las entidades de la Administración Pública Federal, Estatal y Municipal, o los particulares con el fin de ejecutar las acciones que se determinen.

**Artículo 3.** Las disposiciones comprendidas en el presente reglamento, tienen el carácter de obligatoriedad, para todos los propietarios y adquirientes de inmuebles dentro de la CHPM.

**Artículo 4.** Este ordenamiento es reglamentario de los Planes de Desarrollo Urbano del Estado de México y de los municipios de Atizapán de Zaragoza, Jilotzingo, Naucalpan de Juárez y Xonocatlán, ya que con acciones conjuntas, se obtendrán mejores resultados.

**Artículo 5.** Los Programas de Desarrollo Urbano, las declaratorias sobre provisiones, usos, reservas y destinos de áreas, zonas, predios y moratorias, son de orden público e interés social, por lo que el ejercicio del derecho de propiedad sobre los bienes inmuebles comprendidos en ellos será ejercido por su titular en forma compatible con el aprovechamiento determinado por las correspondientes declaratorias de provisiones, usos, reservas y destinos que se expidan.

**Artículo 6.** Para los efectos del presente Reglamento, se entenderá por:

Alineamiento: La delimitación física de cualquier predio y/o construcción que divide la propiedad privada de la propiedad pública existente o futura.

Área de Amortiguamiento: El área situada al interior de los lotes o predios con la finalidad de aminorar los impactos entre dos o más zonas o usos del suelo.

Área de Aprovechamiento: Área útil de los predios para el desarrollo de actividades en virtud de su uso.

Área de Agricultura: Área que por sus características se destina a la agricultura de alta productividad, tecnificada y orgánica.

Áreas especiales de conservación: que por sus características de valor, las tierras, aguas y bosques en estado natural científico, ambiental o paisajístico deben ser conservadas.

Área Natural Protegida: Superficie considerada restrictiva para cualquier uso diferente o contrario a la conservación de las condiciones del medio ambiente.

Área de Crecimiento Urbano: Aquella que por sus características y condiciones urbanas y naturales, por su infraestructura, equipamiento y servicios, se determine como viable para incorporarse a la expansión futura, en el corto, mediano y largo



plazo, del centro de población; considerando la dotación para los diferentes usos de suelo.

Área urbana: Aquella que ocupa la infraestructura urbana, equipamientos, construcciones o instalaciones de un centro de población.

Áreas Urbanizables: Son las áreas que así definidas en el respectivo Plan de Desarrollo Urbano, están previstas para el crecimiento de los Centros de Población, por reunir las condiciones para ser dotadas de infraestructura urbana, equipamiento urbano y servicios públicos. Pudiendo ser:

- Áreas Urbanizables Programadas y Áreas Urbanizables No Programadas.

Áreas No Urbanizables: Son las áreas que así definidas en el respectivo Plan de Desarrollo Urbano, quedan excluidas del Desarrollo Urbano, así como todos aquellos predios ubicados por encima de la cota de dos mil ochocientos sobre el nivel del mar y las demás áreas que con este carácter se encuentren definidas en los ordenamientos jurídicos aplicables de la materia.

Cambio de Uso del Suelo: Procedimiento administrativo que se efectúa en términos de la legislación vigente, cuando a una determinada porción de terreno le ha sido asignado un uso en un programa en un momento determinado, y posteriormente es modificado para asumir otro distinto, como resultado de cambio o modificación a las condiciones que determinaron el uso asignado.

Centro de población: El área constituida por las zonas urbanizadas, las que se reserven para su expansión y las que se consideren no urbanizables por causas de preservación ecológica, prevención de riesgos y mantenimiento de actividades productivas.

Conservación: La planeación, regulación y acciones específicas tendientes a mantener el equilibrio ecológico y preservar el buen estado de la infraestructura, equipamiento, vivienda y servicios urbanos de los centros de población, incluyendo sus valores históricos y culturales.

Construcción: Superficie de un inmueble techado, incluye muros y áreas descubiertas.

*Declaratoria de Usos, Destinos y Reservas:* Son los actos de derecho público, que corresponde autorizar al Ayuntamiento y publicar al Ejecutivo Estatal, a fin de clasificar las áreas y predios de un centro de población, determinando los usos permitidos, prohibidos y condicionados y sus normas de utilización, a las que se sujetará el aprovechamiento público, privado y social de los mismos.

*Densidad de la Edificación:* Características físicas referentes a volumen, tamaño y conformación exterior.

*Destino:* el fin público a que se prevea dedicar determinada zona, área o predio dentro del centro de población.

*Entorno:* Conjunto de elementos físicos, económicos y sociales que caracterizan un espacio e impactan a un grupo humano.

*Equipamiento Ambiental:* es el destinado para instalar equipos y/o sistemas para atender aspectos de contaminación o deterioro ambiental en beneficio de la CHPM.

*Expansión Urbana:* El crecimiento que implica la transformación de suelo rural a urbano, modificando su aprovechamiento y el régimen de propiedad de áreas y predios.

*Habitacional:* Uso relativo a la vivienda; considerando lo ya existente, así como las reservas previstas.

*Infraestructura básica:* Las redes generales que permiten suministrar en el territorio, los servicios públicos de vialidad, energía eléctrica, agua potable, drenaje y alcantarillado.

*Inmueble:* El suelo y sus construcciones adheridas a él; es decir; terrenos, departamentos, edificios, locales comerciales y demás lotes o predios.

*Mejoramiento:* acción tendiente a reordenar y renovar las zonas deterioradas o de incipiente desarrollo dentro del centro de población.

*Plan de Desarrollo Urbano (PDU):* Conjunto de normas y disposiciones para ordenar, regular y planear la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; así como para determinar las provisiones, reservas, usos

y destinos de áreas y predios, con objeto de mejorar la estructura urbana, proteger al medio ambiente, y fijar las bases para la programación de acciones, obras y servicios de infraestructura y equipamiento urbano.

Planeación del ordenamiento territorial: Proceso permanente y continuo de formulación, programación, ejecución, control, fomento, evaluación y revisión del ordenamiento.

Reglamento: Se refiere al presente Reglamento de Zonificación y Usos de Suelo.

Urbanización: Conjunto de obras que tiene por objeto mejorar las condiciones de vida, tanto de seguridad como de comodidad, comprendidas en una acción de urbanización, ajustadas a proyectos públicos y/o privados previamente aprobados por la autoridad.

Uso compatible: El uso de suelo que puede coexistir con los usos predominantes de la zona, siendo permitida su ubicación en la zona señalada.

Uso de suelo: Los fines específicos a que podrán destinarse determinadas zonas, áreas y/o predios del territorio de aplicación del presente Reglamento.

Uso mixto: La combinación de varios usos de suelo compatibles entre sí, de acuerdo a lo señalado en el PDU.

Vivienda Productiva: Vivienda vertical u horizontal en uno o dos niveles donde se dedica una superficie en planta baja no mayor a 25 m<sup>2</sup> a alguna actividad comercial o de servicio de bajo impacto.

Zona: Área con predominio de usos o destinos.

Zona Mixta: Área donde se mezclan usos y actividades que pueden coexistir desarrollando funciones complementarias o compatibles.

Zonificación: La determinación de las áreas que integran y delimitan en la CHPM; sus aprovechamientos predominantes, las reservas, usos y destinos, así como la delimitación de las áreas de conservación, mejoramiento y crecimiento de los mismos.

## **Capítulo 2. Zonificación y Clasificación de los Usos de Suelo**

**Artículo 7.** Este reglamento de usos de suelo aplica a todos los habitantes y/o poseedores de algún predio en la CHPM, conforme a la estructura territorial, zonificación, usos, reservas y destinos establecidos en el documento rector del desarrollo urbano propuesto.

**Artículo 8.** Para efectos de este reglamento los cambios de uso de suelo, únicamente podrán llevarse a cabo, si la solicitud está acorde a la tabla de compatibilidades de usos que se presenta en el artículo 12.

**Artículo 9.** Para los efectos de este reglamento, se establecen los siguientes usos; y las claves de referencia correspondientes:

<b>Uso de Suelo</b>	<b>Clave de Referencia</b>
– Área Natural Protegida	ANP
– Unidades de Manejo Ambiental	UMA
– Zona de Crecimiento Urbano	ZCU
– Uso Forestal	UF
– Uso Ecoturismo	UE
– Uso Agrícola y/o Agroforestal	UAF
– Uso Ganadero	UG

**Artículo 10.** La localización y límites de cada zona se muestran en el plano de zonificación correspondiente (Anexo 1), el cual es parte integral del presente reglamento, siendo por lo tanto, de observancia obligatoria para los siguientes aspectos:

- La delimitación de las zonas anunciadas en el artículo anterior.
- La demarcación de las áreas y predios comprendidos de las mismas.
- Los señalamientos que contienen, clasificados con letras y claves iguales a las expresadas en el artículo anterior y que identifican las normas descritas en este reglamento.

**Capítulo 3.- Clasificación de los Usos de Suelo**

**Artículo 11.** La clasificación de usos de suelo se establece en función del análisis de aptitud y de las condicionantes que resulten de las características del medio físico y natural, las zonas se especifican en el Anexo 1; para lograr los objetivos y propósitos de este reglamento, y con el fin de lograr un adecuado y equilibrado ordenamiento del territorio.

**Artículo 12.** En cada una de las zonas enunciadas en el artículo 9 de este reglamento, se permitirá ubicar exclusivamente los usos ó actividades contenidas en algunos de estos grupos de usos, bajo las siguientes modalidades.

- Uso predominante; Es el uso o usos que caracterizan de una manera principal una zona, siendo plenamente permitidos de ubicarse en la zona señalada.
- Uso compatible; Es el uso o los usos que desarrollen funciones totalmente compatibles con los usos predominantes de la zona, siendo también permitidos de ubicarse en la zona señalada.

Para clarificar la compatibilidad de usos, la tabla siguiente presenta las compatibilidades de los usos, bajo tres criterios, compatible, medianamente compatible e incompatible.

	ANP	UMA	ZCU	UF	UE	UAF	UG
ANP							
UMA							
ZCU							
UF							
UE							
UAF							
UG							

Simbología	
Compatible	
Medianamente Compatible	
Incompatible	



**Artículo 13.** Las características y restricciones de los diferentes usos de suelo son los siguientes:

**Área Natural Protegida (ANP).** Se refiere al espacio que por sus características de valor ambiental o paisajístico deben ser conservadas. Su origen o estado natural y su grado de transformación, motivarán su preservación o nivel de conservación, de conformidad con la legislación en esta materia. Las Áreas Naturales Protegidas son las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas.

Las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

Las áreas naturales protegidas de México son espacios geográficos en las que legalmente se ha establecido algún régimen de protección para salvaguardar sus valores, principalmente naturales, aunque algunas veces también culturales o históricos, son administradas por una variedad de autoridades y organismos. El principal sistema de protección de las áreas naturales protegidas de México, y que se podría considerar el oficial, es el federal, administrada por la Agencia Federal de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), (SEMARNAT, 2012).

Dadas las funciones que la cuenca hidrológica realiza para poder seguir abasteciendo de agua a la población, se han designado algunas áreas para proteger la integridad ecológica de los ecosistemas o parte de ellos, ya que son de gran importancia no solo a nivel local, sino regional, por lo cual serán manejados princi-

palmente con fines de conservación de ecosistemas. La intención de mantener estas áreas dentro de la zona urbana, tiene varias finalidades, además de conservar el hábitat natural y el paisaje, tener áreas de captación de agua de lluvia que alimente a los acuíferos subterráneos, además de contribuir a tener un aire de mejor calidad, ya que los árboles ayudan a mejorar la calidad del aire y finalmente a mejorar la imagen urbana.

En las áreas naturales protegidas queda estrictamente prohibido realizar cualquier tipo de actividad económica incluyendo la construcción.

***Unidades de Manejo Ambiental (UMA).*** Las UMA's a través del uso racional, ordenado y planificado de los recursos naturales renovables en ellas contenidos, buscan promover esquemas alternativos de producción compatibles con el cuidado del ambiente, frenando o revirtiendo los procesos de deterioro ambiental. Las UMA's intentan crear oportunidades de aprovechamiento que sean complementarias de otras actividades productivas convencionales, como la agricultura, la ganadería o la silvicultura<sup>41</sup>. (SEMARNAT, 2012).

En la CHPM se tienen suelos identificados como ejidales y/o propiedad privada, incluyéndose usos de suelo como UMA's, para proporcionar un planteamiento orientado a una nueva alternativa de actividades de producción sustentable, "sus aspiraciones van más allá, en el sentido de lograr en los propietarios y legítimos poseedores de tierras, una nueva percepción en cuanto a los beneficios derivados de la conservación de la biodiversidad" (SEMARNAT, 2012).

Las UMA's van a "promover la diversificación de actividades productivas en el sector rural, basadas en el binomio conservación-aprovechamiento de los recursos naturales, logrando así: fuentes alternativas de empleo, ingreso para las comunidades rurales, generación de divisas, valorización de los elementos que conforman la diversidad biológica y el mantenimiento de los servicios ambientales foca-

---

<sup>41</sup> Conjunto de actividades relacionadas con el cultivo, el cuidado y la explotación de los bosques y los montes.

les que prestan al lugar y a sus áreas aledañas”. (SEMARNAT, 2012). El aprovechamiento en este uso de suelo en particular se podrá orientar a ecoturismo, investigación, educación ambiental, fotografía, etc.

El titular de una UMA debe ser el propietario de la tierra. La SEMARNAT, otorga a los titulares de las UMA's el derecho al aprovechamiento y la corresponsabilidad en la preservación del hábitat y las especies que ahí habitan. Logrando mediante el riguroso cumplimiento de un programa de trabajo definido como Plan de Manejo, el cual será elaborado por un responsable técnico y requiere, después de su análisis, de la autorización de la SEMARNAT para iniciar su funcionamiento.

Únicamente será aprobado a través de un Plan de Manejo si garantiza la conservación de los ecosistemas, de sus elementos y la viabilidad de las poblaciones de especies existentes dentro de la UMA, con especial énfasis en aquéllas que serán sujetas a algún tipo de aprovechamiento (SEMARNAT, 2012), estas unidades son muy necesarias para dar continuidad a los servicios ambientales que ofrece la cuenca.

Las UMA's proporcionarán beneficios, entre los que se encuentran los siguientes: desarrolla conservación ecológica, contribuye a ciertos beneficios económicos y además contribuye a la concientización social.

**Zona de uso Forestal (UF).** Entre los bienes y servicios que proveen los bosques y matorrales se encuentran diferentes materias primas de origen vegetal y animal, así como la tierra que se utiliza en labores de jardinería. El producto de origen vegetal más frecuentemente explotado es la madera, tanto para uso industrial como para generar energía, sobre todo entre la población más pobre. Debido a la importancia y particularidades de la madera, generalmente se le considera por separado de otros bienes forestales, de modo que se tiene recursos “maderables” y “no maderables”. (Semarnat, 2012).

Se consideran algunas áreas con capacidad para desarrollar actividades de aprovechamiento maderable, como por ejemplo postes, pilotes y productos de escuadrilla (tablones, durmientes, polines, etc.). Se podrá explotar el bosque de manera racional; (McHarg, 2000) plantea que además de la producción de madera, los bosques ayudan a gestionar los recursos hídricos, como hábitat de la fauna y como purificadores del aire, adicional a que los elementos geomorfológicos, revisten especial importancia por las funciones ambientales que realizan.

En las áreas determinadas al uso forestal se deberá tener una explotación sustentable de la madera, de tal manera, que se tengan planes de reforestación que no permitan que este recurso se agote, en donde se han identificado efectos de la deforestación se deberá trabajar con expertos agrónomos en la búsqueda de acciones que permitan regenerar la capa vegetal de esas zonas para poder integrar un espacio cuyo paisaje sea un atractivo visual para la población de la zona urbanizada.

**Zonas para uso de Ecoturismo (UE).** Las zonas con potencial para desarrollar actividades ecoturísticas, permitirá fomentar una cultura ambiental que estimule beneficios sociales y económicos para las poblaciones locales, estas áreas además de permitir disfrutar de los atractivos naturales a través de diferentes actividades como caminatas, rapel, campismo, paseos gastronómicos, donde se consuman los productos de la región, también tiene la intención de mitigar impactos ambientales y mejorar la imagen urbana.

Los usos de suelo Ecoturístico, Forestal, UMA's y las Áreas Naturales Protegidas, serán zonas de protección a cuerpos de agua, ya que son las zonas de protección a cauces, cuerpos de agua y a zonas con valor paisajístico, las cuáles se requieren para la regulación y el control de los cauces en los escurrimientos y vasos hidráulicos tanto para su operación natural, como para los fines de explotación agropecuaria y de suministro a los asentamientos humanos.

Para establecer dichas zonas de protección en los cuerpos de agua, cauces y escurrimientos se someterán a lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales, para lo cual la autoridad municipal solicitará a la Comisión Nacional del Agua el dictamen respectivo. Estas zonas son del dominio de la nación y de utilidad pública, estando bajo jurisdicción federal según lo estipulado por la Ley Federal de Aguas, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y demás ordenamientos estatal y municipales, así mismo, estas zonas de protección podrán estar sujetas a un Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial, según lo dispuesto en las leyes de la materia

**Zona de uso Agrícola y/o Agroforestal (UAF).** Las tierras, aguas y bosques cuyo uso corresponde a las actividades del sector primario de manera permanente, son susceptibles de explotación renovable agrícola, pecuaria, piscícola o forestal.

Estos son terrenos que por la calidad de sus suelos, clasificados como de primera clase en términos edafológicos, ya que tienen alto potencial de productividad agrícola, debiendo preservarse para estos fines y evitar su transformación en suelo urbano. Cuando el suelo se encuentra provisto de numerosos nutrientes, entonces puede considerarse que es especialmente apto para el desarrollo de la agricultura; dada la importancia que tiene el suelo en la generación de alimentos, existen algunas disciplinas que se encargan especialmente del tratamiento para mejorar esta condición, o al menos evitar que se deteriore, por ello, se deberá consultar a especialistas en el campo que realicen trabajos de tratamiento del suelo y de cultivos. Comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforma el medio ambiente natural.

Ian McHarg considera a este tipo de suelos como unidad fundamental, para él “un agricultor es el mejor jardinero del paisaje y el que mejor trabaja en su conservación, el protector de la belleza paisajística” (McHarg, 2000, p. 60), cita la recomen-

dación de Jean Gottman respecto a que “los suelos de primera calidad escasean lo suficiente en una megalópolis como para despilfarrarlos en usos no agrícolas”.

Las actividades económicas que abarca el sector agrícola se fundamentan en la explotación de los recursos que la tierra origina, favorecida por la acción del hombre: alimentos vegetales como cereales, frutas, hortalizas, pastos cultivados y forrajes; fibras utilizadas por la industria textil; cultivos energéticos y tubérculos; etc. La agricultura es una actividad de gran importancia estratégica como base fundamental para el desarrollo autosuficiente y la riqueza de la región.

Esta actividad se podrá desarrollar siempre y cuando se consideren las medidas necesarias dictadas por la autoridad competente para el control del riesgo, la contaminación ambiental y el manejo de sustancias tóxicas y el impacto ambiental. Queda estrictamente prohibido utilizar pesticidas que no sean amigables con el medio ambiente.

En la zona de la cuenca media del municipio de Jilotzingo se identificaron dos minas de grava y materiales para la construcción, mismas que no deberán extenderse y una vez que se termine la explotación de las áreas actuales, el uso del suelo será acorde a la compatibilidad definida en el artículo 12.

**Zona de uso Ganadero (UG).** La ganadería es una actividad económica que consiste en el manejo de animales con fines de producción para su aprovechamiento. En función de las especies que se crían se podrán obtener diversos productos derivados, tales como la carne, los huevos, los cueros, la lana, entre otros, a fin de tener un mejor aprovechamiento de estos suelos para la ganadería es necesario apoyarse en profesionales encargados directamente del desarrollo de la producción animal (zootecnistas, veterinarios e ingenieros de producción animal).

La ganadería está directamente relacionada con la agricultura, deberán haber zonas agrícolas destinadas al cultivo de alimentos para los animales (pastizales,



avena forrajera, etc.), el ganado aporta estiércol, que es utilizado como abono a las zonas agrícolas.

**Zona de Crecimiento Urbano (ZCU).** De acuerdo con las tendencias de crecimiento de la población de la CHPM, será necesario considerar un área de crecimiento urbano, no solo para vivienda, sino para algunos equipamientos, la construcción de viviendas deberá ser de tipo unifamiliar, de baja densidad. Las áreas urbanas existentes podrán ser objeto de acciones de mejoramiento y de renovación urbana. Las zonas urbanizadas se podrán dividir en:

Habitacionales: Comprende todo tipo de edificaciones para el uso habitacional, se integra de los siguientes grupos:

- Densidad muy baja (hasta 6 Viv./Ha)
- Densidad baja (hasta 20 Viv./Ha)
- Densidad media (hasta 40 Viv./Ha)
- Densidad alta (hasta 70 Viv./Ha)

Comerciales y de Servicios: Comprenden las instalaciones dedicadas al comercio y a la prestación de servicios.

- Comercio
- Servicios

Equipamiento Urbano: Comprende las instalaciones para alojar las funciones requeridas como satisfactores de necesidades comunitarias. Se integra por los siguientes grupos:

- Equipamiento urbano vecinal: Comprende instalaciones de servicios básicos a la comunidad que satisfagan necesidades esenciales para el bienestar social de los vecinos de una zona habitacional y que no generen impactos negativos a las zonas habitacionales en la que se encuentren ubicados.
- Equipamiento urbano zonal: Comprende instalaciones de servicios a la comunidad que satisfacen necesidades para el bienestar social de una amplia

zona o de la totalidad del Centro de Población; su localización deberá cuidar que no se produzcan impactos negativos, especialmente ruido y tráfico, a las zonas habitacionales vecinas.

- Parques Urbanos: Comprende las instalaciones urbanas de espacios verdes y abiertos, para desarrollar actividades recreativas y deportivas.

Respecto a los equipamientos que es necesario considerar en el corto plazo, se encuentran: centros de salud, un mercado, espacios recreativos y culturales y equipamientos educativos, con la intención de brindar capacitación a los responsables de las UMA's, y a los trabajadores agrícolas, ganaderos y forestales para que sus suelos sean más productivos.

En las zonas de crecimiento urbano deberán considerarse espacios para equipamientos ambientales, los cuales se refieren a los espacios acondicionados y edificaciones de utilización pública, destinados a reducir los impactos que genera la actividad urbana, se propone en estos espacios la construcción de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales, Plantas de Separación y Reciclaje de desechos sólidos, Estaciones de transferencia de residuos, espacio destinado a la preparación de composta, etc. Los sistemas para el manejo, almacenamiento y disposición final de las aguas residuales y los desechos sólidos, deberán cumplir con todos los requerimientos estipulados por la SEMARNAT y la CONAGUA en sus Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas.

**Artículo 14.** Los usos o actividades que se permiten en cada una de las zonas a que se refiere el presente Reglamento tendrán las siguiente modalidades, conforme a la tabla del artículo 12:

- Uso permitido: Es aquel que se caracteriza de una manera principal en una zona, siendo plenamente permitida su ubicación en la zona señalada, atendiendo a las combinaciones que se señalan en este Reglamento.

- Uso prohibido: Es aquel que por sus características son incompatibles con el uso predominante de la zona, quedando prohibida su instalación u operación; y
- Uso condicionado: Es aquel que desarrolla funciones que pueden coexistir con los usos predominantes permitidos de la zona, estando sujetos para su aprobación al cumplimiento de determinadas condiciones establecidas previamente, o bien a la presentación de un estudio detallado a la dependencia Municipal que demuestre que no se causarán impactos negativos al entorno.

#### ***Capítulo 4. Reglamentación de Zonas Habitacionales***

**Artículo 15.** La reglamentación de las zonas habitacionales tiene la finalidad de procurar la calidad ambiental para el bienestar de la comunidad y de los ecosistemas. Para ello se plantea el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Determinar límites de densidad poblacional para evitar concentraciones; fijar las intensidades máximas para la edificación a construirse en cada zona. Así mismo señalar la mínima dotación de espacios abiertos dentro de estas zonas con el objeto de asegurar lugares para descanso y la recreación, procurando así la construcción de un medio ambiente deseable para la vida urbana.
- Asegurar un acceso adecuado de sol, luz y aire a los espacios interiores habitables y salvaguardar su privacidad a través del control de la separación y altura de las edificaciones.
- Proteger las zonas habitacionales y las zonas cercanas o inmediatas de preservación ecológicas, contra los impactos negativos—explosiones, emanaciones tóxicas, ruidos ofensivos, vibraciones, y otros riesgos producidos por usos incompatibles a estas zonas.

- Permitir libertad en el diseño arquitectónico individual dentro de los parámetros de volumetría y altura reglamentados en este instrumento.
- Permitir la inclusión de equipamiento vecinal, ya que su actividad es más eficiente en el interior de esta zona y no crea impactos negativos al medio ambiente.

**Artículo 16.** Los lotes y las edificaciones que se construyan en suelos de uso urbano, deberán sujetarse a las normas establecidas en los planes de desarrollo urbano de los municipios, atendiendo siempre las siguientes restricciones:

- No se permitirán edificaciones con una altura mayor de 8.00 metros ó 2 pisos.
- No se permitirán edificaciones con materiales que no sean amigables con el medio ambiente, mismos que serán definidos en colaboración con el personal de la Dirección de Desarrollo Urbano del municipio y la Secretaría de Medio Ambiente del Estado.
- En todas las viviendas deberá existir una conexión del drenaje a un biodigestor particular o colectivo a fin de asegurar que el destino de las aguas residuales no será un área abierta y menos aún una barranca.
- Será obligatorio dejar el frente del lote una servidumbre de 3.00 metros, esta superficie será destinada a espacio abierto ajardinado.

**Artículo 17.** El uso predominante, será el habitacional unifamiliar de baja densidad y el uso compatible, los servicios básicos de salud y comercio, equipamientos elementales como jardines de niños, escuelas primarias y espacios recreativos.

#### ***Capítulo 5. Sanciones por incumplimiento a este Reglamento***

**Artículo 18.** Las personas que no cumplan con los requerimientos expuestos en este Reglamento serán acreedores a multas y sanciones legales conforme a lo es-

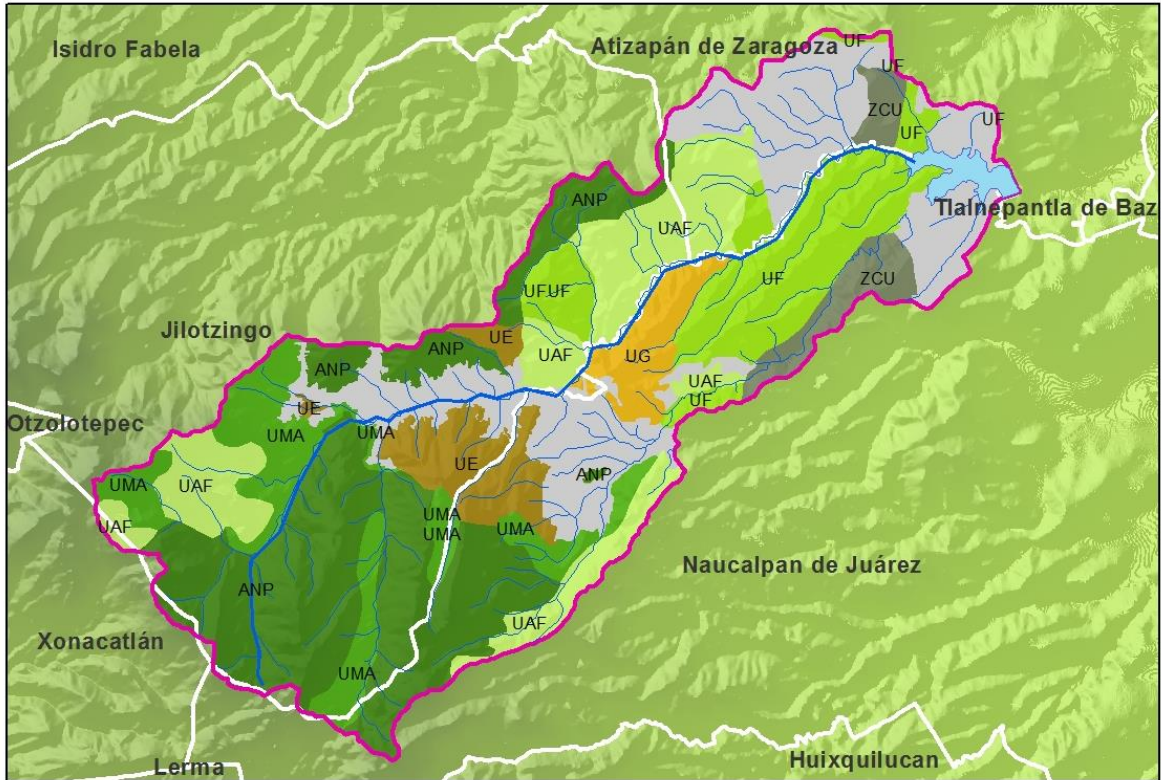
tipulado en la legislación ambiental vigente a nivel federal<sup>42</sup>.

Se le impondrán de tres a nueve años de prisión y de mil a 5 mil días de multa a quien dolosamente haga un uso distinto al permitido del uso de suelo u obtenga un beneficio económico derivado de esas conductas. Dicha pena aumentará hasta en una tercera parte cuando la conducta se lleve a cabo en áreas naturales protegidas, áreas de valor ambiental, suelo de conservación, barrancas y en áreas verdes en suelo urbano. En caso de que las actividades realizadas, aun siendo diferentes a las previstas en el uso de suelo correspondiente, se encuentren previstas en el programa de ordenamiento ecológico del Estado de México, o en los Programas de Desarrollo Urbano aplicables.

---

<sup>42</sup> El Código Penal establece que sólo se sancionarán como delitos culposos contra el medio ambiente los artículos 343, 344, 345 bis y 345 ter. Comisión de Administración y Procuración de Justicia y de Preservación del Medio Ambiente y Protección Ecológica, 28 de Abril de 2011.

Anexo 1 “Zonificación y Clasificación de los Usos de Suelo”



**Simbología**

Cuerpo de agua

Límite Cuenca Presa Madín

Límite Municipal

Localidades urbanas

**Uso de Suelo**

Agrícola y/o Agroforestal (UAF)

Área Natural Protegida (ANP)

Crecimiento Urbano (ZCU)

Ecoturismo (UE)

Forestal (UF)

Ganadero (UG)

Unidad de Manejo Ambiental (UMA)



*"Por fin lo comprende mi corazón:  
escucho un canto, contemplo una flor:  
¡Ojalá no se marchiten!"  
Nezahualcóyotl*



# Conclusiones y Recomendaciones

## Conclusiones y Recomendaciones

Los economistas neoclásicos pensaban que los recursos naturales eran ilimitados y de alguna manera promovieron una explotación depredadora, en la actualidad la destrucción ambiental es algo preocupante, ya que no hay un aprovechamiento responsable de los recursos, esta tesis intenta evitar que se siga dañando al medio ambiente, además de invitar al lector a reflexionar sobre esta problemática y como contribuir a mitigarla.

Después de estudiar y analizar todos los beneficios que otorga una cuenca hidrológica, resulta necesario conservar los recursos forestales, debido a la importancia e influencia que éstos tienen en la captación de agua, pues favorecen la recarga de los acuíferos y contribuyen a preservar los escurrimientos de los ríos, al igual que los volúmenes de los manantiales que abastecen a la población de la cuenca media y la presa que abastece a la cuenca baja. Contribuyen en la aportación de oxígeno y el procesamiento de bióxido de carbono, los recursos forestales ayudan a regular la temperatura, además de ser parte del hábitat para diferentes especies animales y vegetales, cumpliendo con importantes funciones en la conservación de suelos, flora y fauna.

Desafortunadamente aún y cuando existe alineación en los planes y programas de desarrollo en los tres niveles de gobierno en el tema del desarrollo sustentable como una estrategia, se siguen agotando los bosques, lo cual hace ver a esta estrategia fallida, es evidente que vivimos una crisis ambiental, debida en gran medida al crecimiento económico y a las innovaciones tecnológicas, que en la mayoría de los casos no se han preocupado por la estabilidad y el equilibrio de los ecosistemas, se tienen diagnósticos y propuestas para atender las problemáticas existentes en la zona de estudio, como el “Plan Hídrico de Gran Visión en la Cuenca de la Presa Madín” publicado en 2009 por la CONAGUA y SEMARNAT, en mi opinión bien realizados-. Las acciones quedan solo en buenos deseos, pues al realizar esta investigación se encontraron las mismas problemáticas seis

años después, lo que implica que se estudian los problemas, se proponen esquemas y formas de trabajo para atender las deficiencias, pero al final, éstas no se implementan y el resultado es que las barrancas siguen siendo tiraderos a cielo abierto y captadores de aguas residuales.

Es necesario que para que los programas y proyectos en torno al desarrollo sustentable sean exitosos, deberían ser planteados en tres dimensiones: ambiental, económica y social; esto permitirá preservar la estabilidad ambiental y por ende la disponibilidad potencial de los recursos, además de mitigar la pobreza generando condiciones de equidad social, como lo propone el BID, hacer una planeación participativa orientada a resultados, en donde se dé seguimiento a las acciones y al cumplimiento de objetivos.

Alcanzar realmente la sustentabilidad ecológica implica que se respetará la vocación productiva de los ecosistemas. La propuesta de zonificación de usos de suelo presentada en el capítulo 6, es lo que pretende; en el caso de la sustentabilidad económica se requiere hacer una adecuada explotación de los recursos con tecnologías blandas o limpias, que garanticen una producción de alta calidad y rendimiento, este elemento es esencial, ya que las actividades propuestas en los diferentes usos de suelo (ecoturismo, forestal, agrícola, ganadero, agroforestal y UMA's), buscan por un lado generar ingresos a la población aprovechando la aptitud del suelo, además de mantener los ecosistemas sanos, procurando regenerar lo ya afectado. Finalmente la sustentabilidad social necesita incorporar la opinión, aceptación y conocimiento de la gente en el diseño y operación de los programas de desarrollo, esto implicaría una distribución más equitativa de los recursos financieros y de los ingresos económicos.

Es indispensable tomar conciencia de que los recursos naturales se agotan y esta situación genera impactos adversos a los ecosistemas, como lo vimos en la cuenca hidrológica de la presa Madín, donde la explotación de minas de materiales, la

tala de árboles y la mala disposición de aguas residuales y basura, ya están generando un problema, que aún estamos a tiempo de corregir.

Esta tesis destaca los factores que han contribuido con la problemática ambiental: el elevado crecimiento demográfico, la explotación intensiva de los recursos naturales y la acelerada urbanización, entre los más relevantes. En la CHPM, la demanda de agua potable y el deterioro del medio ambiente han aumentado considerablemente en los últimos años, y esto puede convertirse en un problema mayor, de no atenderse, dadas las tendencias de crecimiento reportadas por CONAPO. Resulta muy necesario controlar el crecimiento de áreas urbanas, evitando la expansión sobre todo hacia la cuenca alta, regular los cambios de uso de suelo, a fin de evitar que áreas de reserva ecológica se conviertan en zonas urbanas, mejorar la calidad de los servicios, en especial aquellos que impactan negativamente a la CHPM, como son drenajes, manejo almacenamiento y disposición final de los residuos sólidos.

La problemática ambiental cada vez es mayor, la sustentabilidad, se ha convertido en un discurso político sin resultados. Enrique Leff habla de la “acumulación destructiva de la naturaleza”, y me parece que la única forma de frenar esta situación es a través de acciones claras, concretas y efectivas.

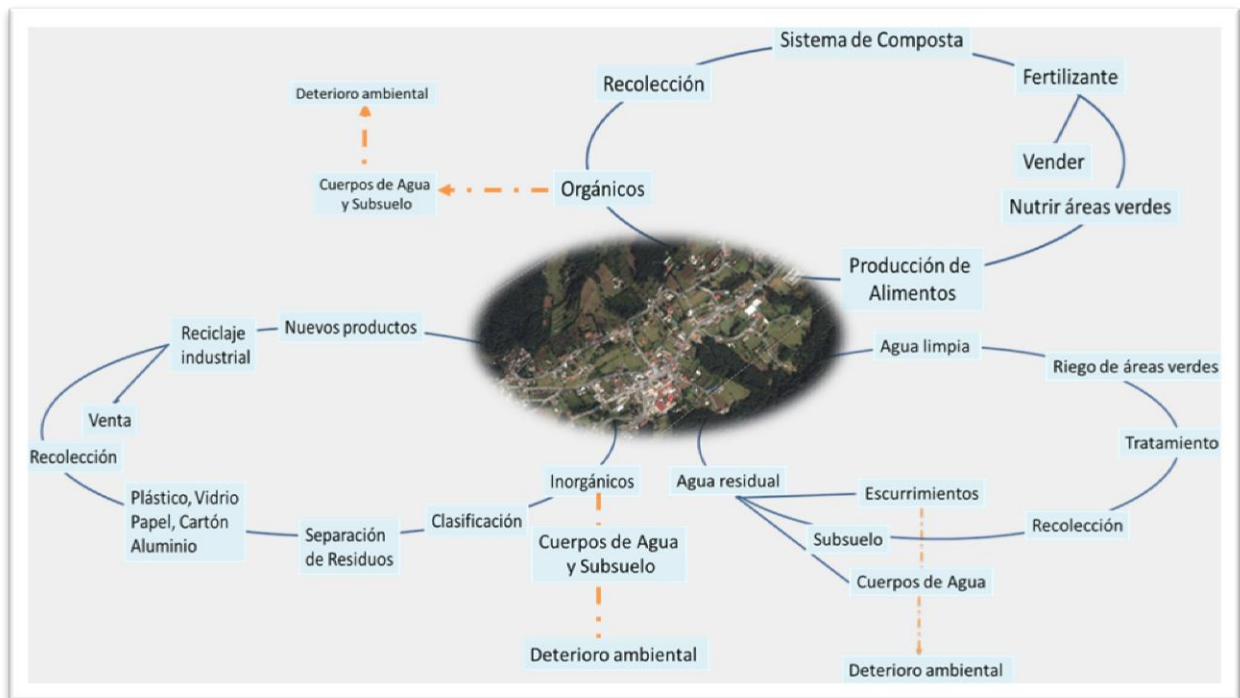
El cumplimiento de los lineamientos establecidos en la propuesta del Reglamento de Usos de Suelo, permitirá conservar el ecosistema de la CHPM y con ello asegurar que los servicios ambientales que ofrece la cuenca se mantengan, además de regenerar las zonas donde por la explotación de minas y bosque se tienen áreas deforestadas actualmente, dar cumplimiento a la utilización de los usos de suelo conforme al Reglamento, permitirá garantizar la dotación de agua de calidad a la población de las cuencas baja y media, no solo actual, sino a generaciones futuras.

Se propone implantar estrategias encaminadas a mejorar la gestión para conservar sana la cuenca y a dar un manejo, transporte y disposición final a los residuos

inorgánicos, aplicando las “tres R’s” (reduce, reúsa y recicla), además de incluir áreas para composta, ya que reciclar los residuos orgánicos ayudará a reducir la contaminación y fomentará la producción, reconstruyendo la estructura de la tierra y devolviendo a la naturaleza los nutrientes que la actividad del hombre ha tomado prestados previamente, adicionalmente se plantea tratar las aguas residuales, para evitar impactos negativos a los ecosistemas que habitan la zona de estudio.

La figura C.1 muestra de una manera muy general lo que se propone hacer tanto con los residuos orgánicos e inorgánicos, como con el agua residual.

Figura C.1 Mecanismos para asegurar la sustentabilidad de la CHPM



Fuente: Elaboración propia

Dotar de infraestructura hidráulica que permita canalizar las descargas de agua residual a un drenaje, y éste a un sistema de tratamiento de aguas residuales, antes de canalizarlo a la presa, deberán ser acciones que contemplen el estado y los municipios, para asegurar la conservación del ecosistema.

La desarticulación de las diferentes instancias de gobierno, ha favorecido una gestión ineficiente, actualmente los gobiernos enfrentan considerables desafíos de gestión pública, por un lado recursos escasos y por otro, demandas ciudadanas crecientes, ante esta situación es necesario hacer una asignación eficiente de los recursos financieros, mejorar la calidad de los servicios públicos, además de dar seguimiento y evaluar la gestión institucional, a través de la rendición de cuentas a la ciudadanía.

Se considera que “la descentralización es una forma de organización adecuada para implementar un nuevo paradigma de políticas públicas que se base en la complementariedad entre los sectores público y privado. Esta nueva forma de organización debe dar cuenta de tres objetivos: 1) facilitar la competitividad, 2) generar una mejor redistribución social y, 3) fortalecer la gobernabilidad promoviendo la participación ciudadana y reduciendo la corrupción” (Finot, 2006).

El Banco Interamericano de Desarrollo (Berretta, 2011) sugiere transformar la cultura institucional imperante, basada en el cumplimiento de los procedimientos, y crear una nueva, orientada hacia los resultados, para esto, es necesario construir un ambiente político e institucional en el que los resultados sean el centro del debate público. “La gestión basada en resultados se centra en una clara noción de la causalidad. La teoría es que diversos insumos y actividades conducen lógicamente a órdenes mayores de resultados (productos, efectos e impactos). Estos cambios generalmente se muestran en una ‘cadena de resultados’ o ‘marco de resultados’ que ilustra claramente las relaciones de causa y efecto”.

Deben considerarse los cuatro elementos del ciclo de gestión pública:

1. Planificación
2. Presupuesto y financiamiento
3. Diseño y ejecución de programas y proyectos
4. Monitoreo y evaluación



La planeación y el presupuesto son elementos indivisibles del proceso de Gestión, ya que uno es el “qué” y el otro es el “con qué”.

El monitoreo y la evaluación son elementos clave en el proceso de gestión, ya que retroalimentan a la dirección para generar una planeación más enfocada a las necesidades de la población, algo fundamental para que el proceso sea exitoso es la definición de los indicadores de desempeño, los cuales permitirán valorar, si se va en la dirección correcta.

Para que la planeación de resultados satisfactorios es necesario establecer metas, en función de las necesidades prioritarias de la población, para ello es indispensable hacer foros de consulta. La participación de la sociedad civil es fundamental para tener un proceso de planeación encaminado a atender las necesidades de la población, posteriormente seleccionar los medios para alcanzar dichas metas, para ello es indispensable contar con un presupuesto, es decir medios financieros para implantar las acciones necesarias para dar cumplimiento a las metas planteadas.

La incapacidad por parte del Gobierno Federal para resolver la problemática del sector hídrico, dio pie a la creación de reformas tendientes a solucionar esta situación, entre la estrategia general se encuentran los Consejos de Cuenca, los cuales tienen el propósito de “involucrar a usuarios y sociedad civil en el proceso de gestión del recurso hídrico en un marco de corresponsabilidad con el Estado<sup>43</sup>”.

Figura C.2. Cinco pilares del sistema de evaluación



Fuente: BID, 2011

<sup>43</sup> Se refiere a autoridades federales, estatales y municipales

La intención es dar solución a los problemas asociados al aprovechamiento y uso del recurso hídrico. La misión de los Consejos de Cuenca es contribuir a la mejor administración del agua; al desarrollo de la infraestructura hidráulica y a la preservación de las cuencas, con la participación de la sociedad (Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, 2001).

Aún y cuando la Ley de Aguas Nacionales establece que los “consejos de cuenca son órganos colegiados de integración mixta, para la planeación, realización y administración de las acciones de gestión de los recursos hídricos por cuenca hidrológica o por región hidrológica. De acuerdo a la ley, constituyen instancias de apoyo, concertación, consulta y asesoría entre la Conagua y los diferentes usuarios del agua a nivel nacional”. (CONAGUA, 2009).

Otra recomendación sería que los Consejos de Cuenca sean los responsables de apoyar a los gobiernos municipales en la definición de planes y programas que ayuden a preservar las cuencas hidrológicas, a través de una gestión efectiva, el tener la CHPM en cuatro municipios del Estado de México. Implica que deberían tenerse apoyos económicos a nivel Federal, Estatal y Municipal para atender las necesidades de la cuenca, y con ello garantizar que la población actual y las futuras generaciones, gocen del vital líquido en calidad y cantidad, de los servicios ambientales que ofrece una cuenca hidrológica, además del paisaje.

Es recomendable crear equipos multidisciplinarios donde Gobierno, Universidades, Industria pública y privada participen para implantar acciones en beneficio de la CHPM, es fundamental que las diferentes instancias de gobierno trabajen en conjunto, personalmente creo que se debería empezar por diseñar e implantar programas de educación ambiental para toda la población a fin de crear conciencia ambiental, creo que cuando la gente conoce el impacto de sus actos y el daño que puede causar a su familia y comunidad, está en camino de ser mejor, la educación nos hará libres, decía José Martí, y estoy segura de que un pueblo consciente participaría activamente en favor de nuestro ecosistema.

Los impactos de mayor preocupación se encuentran a escala doméstica y comunitaria, y se relacionan con las deficiencias de infraestructura y servicios urbanos. Los habitantes de las localidades urbanas, particularmente los de escasos recursos económicos, soportan la mayoría de las condiciones del ambiente deteriorado mediante la pérdida de salud y productividad y la disminución de su calidad de vida.

Finalmente para concluir esta propuesta retomo las palabras de la Mtra. Mónica Morales Núñez<sup>44</sup> respecto a la importancia de conservar el ecosistema de la Cuenca Hidrológica de la presa Madín y con él, su paisaje:

*“...y qué sería de la lluvia sin olor de humedad...?  
...y qué sería de la primavera sin sus colores...?  
...y qué sería del desierto sin sabor de sal...?  
...y qué sería del otoño si sus hojas no crujieran...?  
...y qué sería de la noche sin su silencio...?  
...y qué sería...  
...paisaje ciego, paisaje sordo, paisaje insípido, paisaje mutilado... no lo quiero yo”.*

---

<sup>44</sup> Paisajista UCH. Presidenta Corporación Patrimonio & Paisaje, en Chile

## Bibliografía y Fuentes Citadas

- Angeles, L. L. Á., 1976. *Estudios de regeneración urbana, México, ESIA, Instituto Politécnico Nacional*. México, ESIA, ESIA, Instituto Politécnico Nacional..
- Arreguín, C. e. a., 2010. Los retos del agua. . En: T. M. L. y. A. L. Jiménez Blanca, ed. *El agua en México: cauces y encauces*. México: AMC y CONAGUA, pp. 51-78.
- Bazant, J., 1998. Bazant, Jan. (1998). Proceso de Poblamiento Metropolitano.. *Diseño y Sociedad, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 998/ otoño( No. 8)*, pp. 78-84.
- Camacho, M., 2012. *Diccionario de Arquitectura y Urbanismo*. Segunda Edición ed. México: Trillas.
- Castells, M., 1978. *La Cuestión Urbana. México*. Quinta edición ed. México: Siglo XXI.
- Castrillo, M. M. Á. S. F. D. y. S. Á., 2014. ¿Regeneración urbana? Deconstrucción y reconstrucción de un concepto incuestionado. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global Nº 126, España*, pp. 129-139 .
- Castro, P. F., 2006. *Colapsos ambientales – transiciones culturales UNAM*. México: UNAM.
- CONAFOR, C. N. F., 2012. *Programa de restauración forestal de cuencas hidrográficas prioritarias*. 1a edición ed. México: CONAFOR.
- CONAGUA, 2009. *Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México*. Primera ed. México: Conagua.
- CONAGUA, 2009. *Plan Hídrico de Gran Visión en la Cuenca de la Presa Madín, Estado de México*, México: SEMARNAT.
- CONAGUA, 2010. *Estadísticas del Agua en México*. Primera ed. México: SEMARNAT.
- CONAPO, 2009. *La situación demográfica de México*. Primera edición ed. México. : Consejo Nacional de Población .
- Delgado, J., 2002. La urbanización difusa, arquetipo territorial de la ciudad-región. *Sociológica*, 18(51), pp. 13-48.
- Ducci, M. E., 2011. *Conceptos básicos de Urbanismo*. México: Trillas.
- Duhau, E. y. G. Á., 2008. *Las reglas del desorden. Habitar la Metrópoli. México*. México: UAM-A, Siglo XXI.

- Escobar, D. J. L. y. J. R. J. S., 2009. Urbanismo y sustentabilidad: estado actual del desarrollo urbano de la ZMVM. *Revista Digital Universitaria [en línea]* Vol. 10, No. 7, pp. <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num7/art40/int40.htm> ISSN: 1607-6079..
- Finot, I., 2006. Descentralización y viabilidad del desarrollo local en América Latina. *Publicado en la Revista del CLAD Reforma y Democracia*, Issue 34, pp. 1-10.
- GDF, S. y. P., 2012. *Atlas geográfico del suelo de conservación del Distrito Federal*. Primera ed. México: ekilibria.
- Geyer, H. S., 1996. Los fundamentos del espacio urbano y La evolución de los sistemas urbanos. En: *International Handbook of urban systems*. UK: Elgar.
- Hough, M., 1998. *Naturaleza y ciudad*.. España: Gustavo Gili.
- IMTA, 2012. *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*.. [En línea] Available at: [http://imta.gob.mx/conamexphi/index.php?option=com\\_content&view=article&id=323:la-escasez-de-agua&catid=16:noticias-conamexphi&Itemid=62](http://imta.gob.mx/conamexphi/index.php?option=com_content&view=article&id=323:la-escasez-de-agua&catid=16:noticias-conamexphi&Itemid=62) [Último acceso: 19 junio 2014].
- INEGI, 2010. *Censo de Población y Vivienda*. México: [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx).
- Lezama, J. L., 2010. *Teoría social, espacio y ciudad*. 2ª Edición y reimpresión. ed. México: COLMEX..
- Luhmann, N., 1999. *Introducción a la teoría de sistemas*. México: Universidad Iberoamericana .
- Marten, G. G., 2001. *Ecología Humana: Conceptos Básicos para el Desarrollo Sustentable*. Editorial: Earthscan Publications. visto en: <http://www.gerrymarten.com/ecologia-humana/capitulo01.html#p1> : Earthscan Publications.
- McHarg, I. L., 2000. *Proyectar con la naturaleza*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Oswald, Ú., 2011. *Retos de la Investigación del agua en México*. Primera ed. México: UNAM.
- Ovilla, M. M., s.f. *Derecho Urbano*, México: UNAM.
- Perevochtchikova, M., 2010. La problemática del agua: revisión actual desde una perspectiva ambiental. En: *Los Grandes problemas de México, IV. Medio Ambiente*. México: COLMEX, pp. 61-104.
- Perló, C. M., 2011. ¿Cómo podemos recuperar la sustentabilidad hídrica de la Cuenca de México?. En: A. y. E. I. Guillermo Aguilar, ed. *Periurbanización y sustentabilidad en grandes ciudades*. México: UNAM, IG, CONACYT y Porrúa, pp. 191-215.

Ramírez, S., 1999. *Perspectivas en las teorías de sistemas*. México: Siglo XXI, UNAM CIICH.

Red Ambiental de Asturias, 2000. *Red Ambiental de Asturias*. [En línea]  
Available at: <https://www.asturias.es/portal/site/medioambiente/menuitem>  
[Último acceso: 12 Abril 2015].

Sánchez, I. e. a., 2011. Manejo integral del agua en cuencas hidrológicas. Multidisciplina y multiinstitucionalidad como paradigma de acción. En: *Retos de la Investigación del agua en México*. México: UNAM, pp. 19-34.

Scheingart, M. y. D. L., 1991. *Servicios urbanos, gestión local y medio ambiente*. Primera ed. México: COLMEX.

SEMARNAT, 2000. *La Gestión Ambiental en México. Cap. II La dimensión global ambiental*. México: SEMARNAT.

SEMARNAT, 2009. *Introducción a los Servicios Ambientales*. México, SEMARNAT-INE, p. 37.

Sutton, D. B. y. H. N. P., 2012. *Fundamentos de Ecología*. México: Limusa.

Theodorson, G. A., 1974. *Estudios de ecología humana*. España: Labor.

UAG, U. A. d. G., s.f. *Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cabo Corrientes, Jalisco*. Guadalajara, Jalisco: Gobierno del Estado de Jalisco.





# Glosario de Términos

## Glosario de Términos

Ábiótico	En el ámbito de la biología y la ecología, el término abiótico designa a aquello que no es biótico, es decir, que no forma parte o no es producto de los seres vivos, como los factores inertes: climático, geológico o geográfico, presentes en el medio ambiente y que afectan a los ecosistemas. (Sutton, 2012)
Antrópicas	Lo relativo al hombre, entendido como especie humana o ser humano. Especialmente, lo antropogénico, es decir, lo originado por la actividad humana (factores antrópicos, riesgos antrópicos, etc.).
Bióticas	Son todos los organismos de un ecosistema que sobreviven, es decir, los que tienen vida. Pueden referirse a la flora, la fauna, de un lugar y sus interacciones. (Wikipedia, 2015)
Ciclo del agua.	Las etapas que contempla el ciclo hidrológico del agua son 5: Evaporación, Condensación, Precipitación, Escorrentía y Transporte. (Sutton, 2012)
Condensación	Consiste al cambio de estado del vapor de agua contenido en las masas de aire presentes en la atmósfera a fase líquida consecuencia de un enfriamiento de las mismas. (Sutton, 2012)
Cuenca hidro- lógica	“Es la unidad básica de la planeación para el desarrollo regional, es el espacio formado por el escurrimiento de un conjunto de ríos, que se encuentra determinado por elevaciones (no necesariamente de gran altitud) que funcionan como parteaguas de estos” (Espinoza, 2012); también se define como “un conjunto de causas de agua autónomas desde su punto de origen hasta su punto destino, la cual se compone de diversos ecosistemas naturales: vegetación, agua, aire suelo, fauna, todos interdependientes entre sí” (CONAGUA, 2009).
Cuencas, tipos	- <u>Exorreicas</u> : desaguan sus aguas al mar o al océano. Un ejemplo es la cuenca del río Pánuco en Veracruz. - <u>Endorreicas</u> : desembocan en lagos, lagunas o presas siempre dentro del continente. Por ejemplo la Cuenca de la Presa Madín, - <u>Arreicas</u> : las aguas se evaporan o se filtran en el terreno, ya que no desaguan en ningún río u otro cuerpo hidrográfico de importancia, éstas aguas literalmente son absorbidas por el terreno, algunas de ellas resurgirán más abajo en los valles, muchos otros serán almacenados en el subsuelo. (CONAGUA, 2010)
Declaratoria de Usos, Destinos y Reservas	Son los actos de derecho público, que corresponde autorizar al Ayuntamiento y publicar al Ejecutivo Estatal, a fin de clasificar las áreas y predios de un centro de población, determinando los usos permitidos, prohibidos y condicionados y sus normas de utilización, a las que se sujetará el aprovechamiento público, privado y social de los mismos.

Degradación de Suelos	<p>Cuando el suelo es arrastrado por el agua debido a que no hay suficiente protección por parte de la vegetación, se llegan a formar canales y cárcavas. Estas deformaciones del terreno permiten el escurrimiento de una gran cantidad de agua y el arrastre de sedimentos que pueden llegar a presas, ríos o lagunas, entre otros cuerpos de agua, contribuyendo a su contaminación, azolvamiento e incluso a que lleguen a desbordarse e inunden zonas aledañas. A esto se le conoce como efectos fuera de sitio de la erosión hídrica. (SEMARNAT, 2012)</p>
Ecología	<p>Es “la ciencia que estudia las interacciones de los organismos vivos y su ambiente”. (Sutton y Harmon, 2012)</p> <p>Es la rama de la biología que estudia las relaciones de los seres vivos entre sí y con su entorno, en sociología, la ecología estudia la relación entre los grupos humanos y su ambiente, tanto físico como social. También se puede definir como la ciencia que estudia los ecosistemas.</p>
Ecología Humana	<p>Trata de las relaciones entre las personas y el medio ambiente los cuales deben interactuar de una manera que se conserve el equilibrio biótico y el equilibrio social. (Theodorson, 1974)</p> <p>La ecología humana se ha desarrollado en los campos de la sociología y de la geografía, en general, trata de las relaciones entre las personas y el medio ambiente. Theodorson (1974) menciona que la “ecología es una extensión de la economía a la totalidad de la vida”, percibe la ecología como “economía biológica”, interesada principalmente en los “equilibrios y presiones mutuas de especies que viven en un mismo hábitat” (p. 51); resulta importante considerar dentro de la ecología humana a las costumbres y creencias (aspectos culturales), y el conjunto de artefactos y avances tecnológicos, los cuales deben interactuar de una manera que se conserve el equilibrio biótico y el equilibrio social.</p> <p>El medio ambiente, en la ecología humana se percibe como un ecosistema. “Un ecosistema es todo lo que existe en un área determinada – el aire, el suelo, el agua, los organismos vivos y las estructuras físicas, incluyendo todo lo construido por el ser humano. Las porciones vivas de un ecosistema – los microorganismos, las plantas y los animales (incluyendo a los seres humanos) – son su comunidad biológica” (Marten, 2001).</p> <p>Aunque los seres humanos son parte del ecosistema, es útil pensar en la interacción de los seres humanos y el ecosistema como la “interacción del sistema social humano y el resto del ecosistema (ver Figura 1.12). El sistema social incluye todo acerca de las personas, su población y la psicología y organización social que moldean su comportamiento. El sistema social es un concepto central en la ecología humana</p>

porque las actividades humanas que ejercen algún impacto sobre los ecosistemas están fuertemente influenciadas por la sociedad en que viven las personas. Los valores y conocimientos – que constituyen juntos nuestra cosmovisión como individuos y como sociedad – determinan la manera en que procesamos e interpretamos la información y cómo la traducimos en acción. La tecnología define nuestro repertorio de acciones posibles. Estas posibilidades son limitadas por la organización social, y las instituciones sociales que especifican conductas socialmente aceptables, transformándolas en acciones reales. Al igual que los ecosistemas, los sistemas sociales pueden tener cualquier escala – desde una familia hasta la totalidad de la población humana en el planeta” (Marten, 2001).

El ecosistema proporciona servicios al sistema social para satisfacer las necesidades de las personas y éstas afectan al ecosistema cuando utilizan sus recursos indiscriminadamente, después de utilizar los materiales de los ecosistemas, las personas los devuelven como desechos, lo cual provoca un desequilibrio.

Las relaciones espaciales de los seres humanos son el resultado de la integración de factores ecológicos de tipo; geográfico, económico, culturales y técnicos, además de medidas políticas y administrativas.

Theodorson (1974), define procesos ecológicos como “la tendencia en el tiempo hacia formas específicas de agrupamientos espaciales y de subsistencia de las unidades que comprenden una distribución ecológica”. (p. 61). Plantea cinco procesos ecológicos: concentración, centralización, segregación, invasión y sucesión, todos tienen aspectos favorables y aspectos negativos, sin duda estos procesos son parte latente de la problemática ambiental que se vive en el objeto de estudio.

Ecología Urbana

Los valores y preocupaciones medioambientales cada vez toman más fuerza, Hough (1995) habla de la “fragilidad de la Tierra como organismo natural” (p. 5), esto implica reconocer que los recursos del planeta se están agotando. Actualmente se está dando una división entre la sociedad preocupada por el consumo y la explotación y otra que da prioridad a un futuro sostenible, esto implica el deseo de mantener la diversidad biológica, y con ello la búsqueda de empezar a remodelar las ciudades para hacerlas, en la medida de lo posible sustentables.

Hough en su libro *Naturaleza y Ciudad*, cita a McHarg y Lewis como pensadores interesados en reconciliar la naturaleza y el hábitat humano, plantean la dependencia de un sistema ecológico con otro, el clima, el agua, la flora y la fauna, aunada a los procesos físicos y vitales de la tierra como elementos determinantes que dan forma a todas las actividades humanas, ellos proponen mantener el paisaje urbano

	<p>con elementos naturales, redescubrir a través de las ciencias naturales, la esencia de los lugares familiares donde vivimos. Consideran que el punto de vista ambientalista debe ser un componente imprescindible de los procesos técnicos, económicos, políticos y culturales que dan forma a la ciudad. (Hough, 1998)</p> <p>Unir los conceptos Urbanismo y Naturaleza será básico para poder asegurar que las futuras generaciones tendrán los recursos necesarios para poder tener calidad de vida, no solo sobrevivir. Este elemento resulta importante destacarlo para la presente investigación, ya que la cuenca hidrológica de la presa Madín presenta la dualidad rural-urbano. Se define como el tránsito de agua que circula por una cuenca de drenaje, siendo la diferencia entre el caudal de precipitación menos los caudales evapotrasnpirado e infiltrado en el terreno causante éste último de la recarga de acuíferos subterráneos. (SEMARNAT, 2009)</p>
Escorrentía	
Especie invasora	Toda “aquella fauna o flora, que alcanza un tamaño poblacional capaz de desplazar o eliminar a otras especies dentro de un hábitat o ecosistema, alterando la estructura, composición y funcionalidad de este. Las especies invasoras pueden ser exóticas o nativas” SEMARNAT (2001).
Evaporación	Es un proceso físico que consiste en el traspaso gradual de un estado líquido hacia un estado gaseoso, en función de un aumento natural o artificial de la temperatura. Con la intensificación del desplazamiento, las partículas escapan hacia la atmósfera transformándose en vapor.
Neguentropía o negantropía	También llamada entropía negativa o sintropía, de un sistema vivo, es la entropía que el sistema exporta para mantener su entropía baja; se encuentra en la intersección de la entropía y la vida. Para compensar el proceso de degradación sistémica a lo largo del tiempo, algunos sistemas abiertos consiguen compensar su entropía natural con aportaciones de subsistemas con los que se relacionan. Si en un sistema cerrado el proceso entrópico no puede detenerse por sí solo, en un sistema abierto, la neguentropía sería una resistencia sustentada en subsistemas vinculados que reequilibran el sistema entrópico. La neguentropía se puede definir como la tendencia natural de que un sistema se modifique según su estructura y se plasme en los niveles que poseen los subsistemas dentro del mismo. Por ejemplo: las plantas y su fruto, ya que dependen los dos para lograr el método de neguentropía. ( <i>Wikipedia</i> , 2015)
Población	“Grupo de organismos, del mismo tipo (especie), que viven en un área específica”; Comunidad como “toda población de organismos que existen e interactúan en un área determinada” y Ecosistema, como “la comunidad, en relación con el ambiente inanimado que actúa como un conjunto” (SEMARNAT, 2009).

Precipitación	(Sutton y Harmon, 2012) El fenómeno de precipitación se produce cuando la humedad relativa del vapor de agua presente en la atmósfera es del 100 %. Si la temperatura es suficientemente baja la precipitación puede ser en forma de nieve (SEMARNAT, 2000).
Reserva territorial	Áreas dedicadas por determinación oficial al futuro crecimiento urbano de un centro de población. Se definen a partir de la planeación urbana (Camacho, 2012, p. 635)
Sistema	“Conjunto de interrelaciones ordenadas y persistentes dentro de un todo, que plantea su coherencia por medio de leyes de composición, organizándose y definiéndose, por lo que tiene un equilibrio dentro de un todo, basado en la totalidad, sus fronteras y las leyes de composición que le dan coherencia” (Camacho, 2012, p. 685).
Sostenibilidad	La Comisión de Bruntland define sostenibilidad como “enfrentarse a las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad a las futuras generaciones de enfrentarse a las suyas.
Transporte (Ciclo del agua)	Movimiento de las masas de agua en estado líquido por toda la superficie terrestre formando ríos, lagos, mares y océanos (Sutton, 2012).





## Anexo A-1

### Formatos de la Visita de Campo: Cédula de Observación y Entrevista

**Cédula de observación para la visita de campo al área de estudio**

Objetivo: Reconocer el área de estudio e identificar aspectos importantes que puedan afectar a los ecosistemas de la cuenca hidrológica de la presa Madín.

**1. Tipo de caminos, observar y recabar información acerca de:**

- 1.1 Si están pavimentados o no, y en qué condiciones se encuentran
- 1.2 No. de carriles que tienen y sentidos
- 1.3 Banquetas, en qué condiciones se encuentran
- 1.4 Puede transitar fácilmente la población con alguna discapacidad

**2. Alumbrado**

- 2.1 Hay alumbrado público
- 2.2 Cada cuántos metros hay luminarias
- 2.3 En todas las calles hay alumbrado

**3. Tuberías y drenajes**

- 3.1 Hay tomas domiciliarias de agua potable
- 3.2 Hay coladeras o registros en las calles
- 3.3 Se ven salidas de agua a cielo abierto
- 3.4 En los ríos se perciben descargas de agua residual

**4. Limpieza del lugar**

- 4.1 Se ve basura en las calles
- 4.2 Hay botes de basura en los sitios públicos
- 4.3 En las áreas naturales se ve basura

**5. Ambiente del lugar**

- 5.1 Se percibe tranquilidad
- 5.2 La vegetación se percibe sana (sin plaga)

**6. Equipamientos identificados**

- 6.1 Hay escuelas
- 6.2 Hay centros de salud
- 6.3 Hay parques y jardines
- 6.4 Hay deportivos
- 6.5 Hay transporte constante
- 6.6 Cuántas líneas de transporte público hay
- 6.7 Hay tiendas...de que tipo

Localidad: \_\_\_\_\_

Barrio: \_\_\_\_\_

Referencia: \_\_\_\_\_

### Entrevista de Campo Cuenca Hidrológica de la Presa Madín

1. Localización de la Vivienda
2. Cuántas familias viven en su casa
3. Cuántas personas viven en su casa
4. Cómo se abastece de agua potable. Toma domiciliaria, Cuerpo de agua (manantial, río), Agua de lluvia
5. El agua llega limpia para su consumo
6. Tiene agua de manera continua

#### **Aspectos Socioeconómicos**

7. Rangos de edad de los miembros de la familia
8. Nivel de escolaridad de los miembros de la familia
9. Cuántos miembros de la familia trabajan
10. Ubicación de su centro de trabajo o escuela, dentro o fuera de la cuenca?
11. Medio de transporte
12. Tiempo estimado de traslado al trabajo o escuela

#### **Servicios Municipales**

13. Cuentan con alumbrado público, por donde transitan (casa-trabajo/escuela-casa) al transporte público
14. Qué hacen con los desechos de su casa. Hay recolección municipal, La que-man, Reúsan o reciclan, Hacen composta, Todas las anteriores, Ninguna de las anteriores
15. Si hay recolección municipal de la basura, con qué frecuencia se hace.
16. Sabe dónde se depositan las basuras.

17. Las aguas residuales (negras, grises, jabonosas, servidas), a dónde se desaguan? a una fosa séptica, Descarga a cielo abierto, Drenaje municipal

#### **Riesgos a la población (Deslaves, inundaciones, inseguridad)**

18. Han tenido problemas de inundaciones?, con qué frecuencia.
19. En el tema de seguridad, cómo lo evaluaría en los diferentes rubros... Violencia en el transporte, Violencia en las calles (asaltos, riñas), Sabe de robos en casa habitación.
20. Cómo considera de manera general el nivel de seguridad en su localidad (1 es inseguro y 5 es muy seguro)
21. Se han tenido deslaves.
22. Su vivienda ha sufrido daños, debido a deslaves y/o inundaciones.
23. Cómo percibe su localidad, respecto al ambiente, Evalué de 1 a 5 donde 1 es malo y 5 es excelente:
  - Cómo percibe el ambiente (bosque y vegetación)
  - Cómo percibe la calidad del agua
  - Limpieza (hay basura en su localidad)
  - Considera que la población respeta el medio ambiente