



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Evaluación ambiental y perspectivas locales de los manantiales
de la cuenca del Río Magdalena, Ciudad de México, México**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

Mariana Verónica Castañeda Pavía

DIRECTORA DE TESIS

Dra. María Fernanda Figueroa Díaz Escobar



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

1. Datos del alumno

Castañeda

Pavía

Mariana Verónica

5527526169

Facultad de Ciencias

Biología

309037365

2. Datos del tutor

Dra.

María Fernanda

Figueroa

Díaz Escobar

3. Datos de sinodal 1

Dra.

Marisa

Mazari

Hiriart

4. Datos del sinodal 2

María del Consuelo

Bonfil

Sanders

5. Datos del sinodal 3

Gabriela

De la Mora

De la Mora

6. Datos del sinodal 4

Ángela Piedad

Caro

Borrero

AGRADECIMIENTOS ACADÉMICOS

Este proyecto fue apoyado por el proyecto DGAPA-PAPIIT IN307219.

A la Dra. Fernanda Figueroa Díaz Escobar por animarme a realizar esta tesis, su confianza en que podría desarrollarla y por la enseñanza en el ámbito socioambiental que me brindó durante la elaboración de la misma. Gracias por el tiempo y la dedicación a este trabajo.

Al STUNAM por haberme concedido la licencia con goce de sueldo por término de tesis. Una prestación, como otras tantas, que debería estar al alcance de cualquier trabajador de México.

Al Laboratorio de Ecosistemas de Ribera por haberme brindado el conocimiento y el apoyo técnico durante la toma de muestras y espacio para el análisis de las mismas. En especial a la Dra. Ángela Caro Borrero y al Dr. Javier Carmona Jiménez por su atención y paciencia.

A la M. en C. Verónica Aguilar Zamora por el apoyo en la elaboración de los mapas utilizados en esta tesis (Figuras 1 y 3).

Al Dr. Leonardo Calzada por su apoyo para obtener las coordenadas geográficas de los manantiales a partir del mapa que proporcionó el Laboratorio de Ecosistemas de Ribera.

Al Sr. Fermín Vázquez y al Sr. Thomas Gómez Cortés, por haberme facilitado la visita a los manantiales. Así, como a la M. en C. Karla Rivera, al Sr. Amado Vázquez y al Sr. Adrián Rivera por haberme facilitado el acercamiento con comuneros y ejidatarios, así como habitantes del poblado de San Nicolás para realizar las entrevistas. A las personas de la comunidad de la Magdalena Atlitlic por haber contribuido con sus testimonios.

Al jurado, conformado por la Dra. Marisa Mazari Hiriart, la Dra. Gabriela De la Mora de la Mora, la Dra. Ángela Piedad Caro Borrero, la Dra. Consuelo Bonfil Sanders, que revisó esta tesis, por su tiempo y comentarios.

Al Dr. John Saxe-Fernández por permitirme haber ingresado al proyecto DGAPA-PAPIIT IN302018 del cual he aprendido mucho y deseo seguir aprendiendo. Al Mtro. Ernesto Cano por haberme concedido la oportunidad de acercarme al proyecto de investigación. El espacio brindado fue sumamente importante para la elaboración de esta tesis.

Al Dr. Daniel León Álvarez por haberme permitido hacer mi servicio social en el herbario de la Facultad de Ciencias, pues sin su apoyo, y debido a mis condiciones laborales, ese proceso hubiera sido más complicado. También agradezco por mantenerse interesado durante la elaboración de esta tesis y de todo lo que ocurría mientras tanto.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

A mi papá y mamá que siempre apoyaron cualquier decisión que tomara, que me animaron durante toda mi formación académica y se mostraron gustosos de ella; así como del tema de tesis que elegí. Ellos cimentaron mi afinidad de buscar que éste y los proyectos de investigación por venir tuvieran contenido social. Esta tesis es suya.

A mi hermano Emiliano que es mi ejemplo de hacer lo que ama, por su cariño y por todo el apoyo y momentos de alegría que me ha brindado. Esta tesis tú la inspiraste.

A Paco con quien he compartido tanto que sólo puedo agradecerle infinitamente la escucha atenta del trabajo, por su paciencia, comprensión y amor. Por recordarme en los momentos difíciles que puedo lograr lo que me propongo. Esta tesis la terminamos juntos.

A Lorena Vera Cruz por su comprensión, su apoyo laboral, por los ánimos y por un sinnúmero de cosas más que aligeraron la presión en la elaboración de esta tesis y la hicieron más amena. Con ella, parte de este trabajo fue posible en los tiempos requeridos.

A mis compañeros trabajadores de base, investigadores y personal de confianza del CEIICH, que me daban ánimos cada día, sus buenos deseos siempre fueron bien recibidos. En especial a Laura, Iván y Wendy quienes me alentaban a diario y crearon una atmósfera muy alegre en el proceso.

A la Dra. Gisela Mateos, a la Dra. Laura Loeza y al Dr. Carlos Hernández, pertenecientes al CEIICH, quienes me apoyaron incondicionalmente con recursos materiales y conocimiento. Por su genuino interés en el proceso de esta tesis.

A mis compañeras Charly, Eli, Paola, Katia y Ximena, por soportarme a diario en el cubículo del Dr. Saxe, por permitirme avanzar y mostrarse interesadas en mi tema de tesis. Especialmente Andrea y Alondra quienes me alentaban cada vez que parecía que ya no podía más, su compañía durante los últimos seis meses fue muy significativa.

A mis compañeros del Laboratorio de Análisis de Sistemas Socioambientales quienes me incitaban a mejorar mi trabajo con sus comentarios y quienes entendían el sentir físico y emocional en el transcurso de elaboración de una tesis.

A mis amigas y amigos que con pocos encuentros siempre me recomfortaron, alentaron a terminar esta tesis y, quienes con sus risas y pláticas alegraron mi día en incontables ocasiones.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
Marco Conceptual.....	2
<i>Ecología Política del Agua</i>	2
Antecedentes.....	6
<i>La Cuenca de México y la subcuenca del río Magdalena</i>	7
OBJETIVOS.....	10
Objetivo general.....	10
Objetivos particulares.....	10
MÉTODOS.....	11
Sitio de estudio.....	11
Procedimientos.....	15
<i>Ubicación de manantiales y arroyos</i>	15
<i>Condición ecológica de los manantiales y arroyos de la cuenca del río Magdalena</i>	17
<i>Historia cuenca del río Magdalena: Cambios en la dinámica socioambiental</i>	19
<i>Perspectivas locales sobre los manantiales</i>	19
RESULTADOS.....	20
Condición ecológica de los manantiales y arroyos de la cuenca del río Magdalena.....	20
<i>Evaluación calidad del hábitat</i>	20
<i>Análisis físico-químico del agua</i>	29
Historia de la dinámica socioambiental de la cuenca del río Magdalena.....	31
Perspectivas locales sobre los manantiales.....	42
<i>Existencia y ubicación de los manantiales</i>	43
<i>Estado de conservación de los manantiales</i>	44
<i>Usos y acciones alrededor de los manantiales y el territorio</i>	46
<i>Regulación de la zona de conservación y de los manantiales</i>	49
<i>Elementos que afectan a los manantiales y su entorno</i>	52
<i>Formas y limitaciones en el acceso a los manantiales</i>	55
<i>Conflictos asociados al acceso y regulación de los manantiales</i>	57
<i>Algunos significados del río Magdalena y los manantiales</i>	61
<i>Apreciación del conocimiento popular respecto a los manantiales y el bosque</i>	64
DISCUSIÓN.....	65
Calidad del hábitat y calidad del agua.....	65

Análisis histórico y perspectivas locales	72
<i>Regulación de la cuenca pasada y presente</i>	73
<i>Conflictos asociados a la regulación y acceso al agua</i>	76
<i>Significados personales y colectivos sobre los manantiales</i>	79
CONCLUSIONES	81
LITERATURA CITADA	84
ANEXOS	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la cuenca del río Magdalena en la alcaldía Magdalena Contreras. Fuente: Elaborado por Verónica Aguilar Zamora.	11
Figura 2. Ubicación de los manantiales: 1) Pericos, 2) Mal Paso, 3) Apapaxtla, 4) Las Ventanas, 5) Potrero, 6) Temascalco y San José, 7) Cerería, 8) San Miguel, 9) Los Cuervos y 10) Cieneguillas (varios). Fuente: SRH, Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México (1962).	15
Figura 3. Ubicación de los manantiales y arroyos asociados con la red hidrológica del río Magdalena, incluidos en este estudio: 1) Ermita de San José, 2) Canal la Rosita, 3) La Rosita Alto, 4) Potrero, 5) La Bodega, 6) San José, 7) Temascalco, 8) San Miguel, 9) Cañada Cuervos, 10) Cuervos, 11) Cieneguillas 2, 12) Cieneguillas 1 y 13) Presa Cieneguillas. Elaborado por: Verónica Aguilar Zamora	16
Figura 4. Origen de los manantiales y arroyos a cielo abierto: a) Presa Cieneguillas; b) Cieneguillas 1; c) La Bodega; d) Cañada Cuervos; e) Canal la Rosita y f) La Rosita Alto.....	22
Figura 5. Origen de manantiales cubiertos por rocas: a) Cieneguillas 2; b) San Miguel; c) Temascalco; d) San José y e) Ermita de San José.	23
Figura 6. a) Presencia de ganadería (Presa Cieneguillas); b) Presencia de presas o entubamientos (Potrero); c) Evidencia de tala de árboles (Cuervos); d) y e) Contaminantes inorgánicos (Cañada Cuervos y San José).	27
Figura 7. Contraste en la accesibilidad a los cuerpos de agua entre el manantial a) Temascalco y b) La Bodega.	28
Figura 8. Variación de nutrientes en los manantiales muestreados pertenecientes a la cuenca del río Magdalena. Los sitios sin un valor en los gráficos están por debajo del límite de detección.	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de los parámetros evaluados en los sitios de estudio. Fuente: modificado a partir de Babour <i>et al.</i> (1999).	18
Tabla 2. Datos de evaluación la calidad del hábitat de los manantiales y arroyos de la cuenca del río Magdalena, CDMX, incluidos en este análisis. Se muestra, para cada cuerpo de agua, el puntaje y la categoría correspondiente.	25
Tabla 3. Rasgos sobresalientes de la cobertura vegetal, superficie porcentual aproximada alrededor de los cuerpos de agua de la cuenca del río Magdalena, incluidos en este estudio.	26
Tabla 4. Parámetros físicos evaluados para los manantiales de la cuenca del río Magdalena	30
Tabla 5. Actores sociales involucrados en la cuenca del río Magdalena. Fuente: Adaptado de Almeida-Leñero <i>et al.</i> (2007).	42
Tabla 6. Parámetros, valores de referencia y norma / lineamiento en los que se basan, para la evaluación físico-química del agua.	67

RESUMEN

Los ecosistemas fluviales han tenido roles ecológicos y sociales clave en los sistemas urbanos. Sin embargo, el desarrollo urbano ha propiciado su degradación. La ocupación humana de la Cuenca de México ha provocado múltiples transformaciones en los ecosistemas acuáticos y la alteración de los regímenes hidrológicos. Entre los ríos que fluyen en esta cuenca está el río Magdalena, el cual es alimentado por manantiales y escurrimientos superficiales, provee de agua a una parte de la población y ha sido objeto de diversos proyectos de conservación. El agua de los manantiales ha sido emblemática para distintos pueblos, sin embargo gradualmente ha perdido importancia y, a pesar, de los numerosos estudios publicados sobre el río, no existen análisis socioambientales sobre los manantiales. Este trabajo busca analizar la dinámica socioambiental en torno de los manantiales a través de: 1) evaluar el estado de conservación actual de los manantiales, 2) examinar la gestión gubernamental del río y los manantiales en la historia reciente y 3) explorar el conocimiento y las perspectivas locales sobre los mismos. Para ello, se determinó la condición ecológica de un conjunto¹ de manantiales, a través de evaluaciones biológicas, físicas y químicas; se documentó la historia de la situación ambiental, social y política de la cuenca del río Magdalena a partir del siglo XIX y se analizaron las perspectivas de la población local sobre ellos, a través de la aplicación de entrevistas. La mayoría de los manantiales presenta buena calidad de agua y existen pocas alteraciones de los mismos y sus entornos, las cuales no ponen en riesgo la calidad del agua. La historia del río Magdalena está marcada por conflictos entre diversos actores sociales derivados de la apropiación del agua y de la tierra. Así mismo, se encontraron diferencias entre los distintos grupos sociales analizados, en cuanto al conocimiento y las perspectivas sobre los manantiales; así mismo, destacan las tensiones alrededor del control y acceso a estos cuerpos de agua y al territorio, lo que puede derivar en nuevos conflictos o intensificar los existentes. Este trabajo aporta elementos para construir una gestión del agua que reconozca las dinámicas sociopolíticas locales, frente a perspectivas centradas en procesos regionales y globales como la crisis del agua y el cambio climático; de este modo, se pueden lograr soluciones más viables y justas, y evitar así conflictos potenciales.

INTRODUCCIÓN

Marco Conceptual

Ecología Política del Agua

El término cuenca hidrográfica es ampliamente utilizado en contextos científicos y políticos (Orlove *et al.*, 2010). De acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales (LAN, 2016) “Las cuencas hidrográficas son unidades de territorio donde el agua se almacena o fluye hasta un punto de salida, el cual puede ser el mar o algún cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal o bien donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar. La cuenca hidrográfica junto con los acuíferos, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos”.

Las cuencas hidrográficas se establecen a partir de fronteras físicas; sin embargo, desde la ecología política se sugiere que el concepto físico de cuenca hidrográfica esté integrado en la dinámica social que se desarrolla en un área determinada. Esto se considera así, porque las fronteras de los territorios son constantemente recreadas por los actores sociales en relación con el ciclo hídrico, pudiendo sobrepasar o segmentar las fronteras físicas de las cuencas (Damonte *et al.*, 2016). Con ello, se produce una estrecha relación entre las formas en que se conciben y materializan los usos del recurso hídrico, se conectan los flujos de agua (Orlove *et al.*, 2010; Swyngedouw *et al.*, 2016), se transforma el ciclo hidrológico a nivel local, regional y global, y se establecen las relaciones sociales, políticas, económicas y culturales (Swyngedouw, 2004). De este modo, los entornos hídricos son vistos como construcciones socio-físicas, inmersas en contextos históricos sociales y físico-bióticos (Swyngedouw, 2009; Zwartveen *et al.*, 2014) en los que se desarrollan procesos de cambio particulares y donde se pueden crear múltiples formas de impacto que podrían socavar la estabilidad de algunos entornos sociales y ambientales, mientras que la sostenibilidad en otros podría mejorar, en términos de acceso, distribución y control del agua (Swyngedouw, 2009; Damonte *et al.*, 2016). Las asimetrías en la distribución de los costos y beneficios del manejo del agua se asocian con la idea de que los procesos de cambio socioambiental nunca son social o ecológicamente neutrales (Swyngedouw, 2009).

Este es ciertamente el caso de las ciudades, donde el legado de las estrategias de desarrollo, actualmente delineadas por procesos de desposesión, acaparamiento y especulación en un contexto neoliberal, han propiciado que el agua se haya convertido en un recurso estratégico que diversos grupos han intentado controlar para impulsar el proceso de acumulación (Harvey, 2012; Damonte *et al.*, 2016). Ello ha agravado la falta de regulación, la degradación y la alteración en los hábitats fluviales; además, ha provocado la reducción del almacenamiento y calidad del agua de los acuíferos aluviales (Delgado, 2015). El desarrollo de estos fenómenos se relaciona con diversos factores como las formas de producción –que derivan en la construcción de represas, reingeniería de ríos y suministros de agua para uso y consumo humano, el uso de la tierra, la distribución, extensión y cambios de los asentamientos y las condiciones biofísicas presentes en cada caso. Estos fenómenos también se asocian con las asimetrías socioeconómicas que existen entre los habitantes y que se reflejan en los distintos patrones de consumo de energía y materiales. Finalmente, también influye la disociación entre la dimensión social y la naturaleza, que existe en el imaginario en el contexto social urbano (Swyngedouw, 2006; Delgado, 2015).

En particular, los ríos urbanos han tenido roles ecológicos y sociales centrales en los sistemas urbanos, pues proporcionan agua dulce, alimento, transporte de personas y mercancías, un medio para la eliminación de desechos y también se asocian con la supervivencia (Orlove *et al.*, 2010; Francis, 2012); es decir, son una base esencial para el bienestar. Además, mantienen la biodiversidad terrestre y acuática, y son relevantes en la regulación climática (Niemelä *et al.*, 2010). Así, los ríos tanto en los centros urbanos como en el espacio periurbano, constituyen rasgos importantes en los paisajes físicos y culturales, y son fundamentales para la identidad de los pueblos y las ciudades. Tal es el caso del río Támesis en Londres, el Sena en París, el Hudson en Nueva York y el Yarra en Melbourne-, pues es donde las poblaciones ven y reflejan su vida cotidiana (Francis, 2012). Su deterioro resulta en la reducción de la resiliencia urbana, lo que incrementa la vulnerabilidad de las ciudades (Delgado, 2015).

Por su parte, el espacio periurbano, definido como la interfaz entre el espacio urbano y el espacio forestal-agrícola (Hirsch, 2009), es un ámbito que no está totalmente englobado en lo urbano, pero sí sometido a su avance (Roda, 2009). Estos espacios

presentan un cambio rápido en el uso de suelo hacia actividades de mayor valor económico, como la vivienda y la industria y, en algunos casos, también hacia cultivos de mayor valor comercial (Hirsch, 2009). Estos territorios han sido de vital importancia, pues históricamente de ellos se han abastecido los centros urbanos (Verdú *et al.*, 2017).

Sin embargo, la conversión de la zona periurbana no siempre está impulsada por incentivos económicos. También existen límites ecológicos que restringen las actividades productivas agrícolas rurales, lo que resulta en condiciones desiguales para quienes se disputan el espacio periurbano (Hirsch, 2009). Los fenómenos que se desarrollan en este espacio dificultan el establecimiento de sus límites, no sólo porque física y geográficamente sea difícil delimitar una separación clara entre la ciudad, el bosque, las zonas agrícolas y otros territorios periurbanos cercanos, sino porque en ellos suelen manifestarse distintas formas de relación social debido a la permeabilidad cultural de la ciudad que puede complementar o modificar una preexistente, lo que hace que sus características sociales, políticas y económicas se encuentren en procesos de cambio y de redefinición (Entrena, 2004). Debido a ello, resulta importante poner atención en la manera en que se dan los cambios en las formas de uso, en la cantidad y calidad del agua, y del territorio en el espacio periurbano, considerando además que los ecosistemas fluviales responden de diversas maneras a la urbanización (Francis, 2012).

La investigación de los ecosistemas fluviales periurbanos requiere comprender la relación entre la población local y su entorno, para explicar los procesos de conservación o deterioro de los mismos, pues el grado de perturbación y recuperación dan forma a la estructura y biodiversidad de los ecosistemas fluviales (Gurnell *et al.*, 2007; Caro-Borrero, 2016). Para tal fin, es indispensable evaluar la calidad de los ecosistemas acuáticos, mediante el análisis de parámetros físicos, morfológicos y químicos (Sánchez *et al.*, 2009). Uno de estos procesos involucra la evaluación de la calidad del agua en relación con el uso y los efectos en la salud humana, así como en términos de las características que permiten o limitan la vida acuática (Chapman, 1996). En México, la calidad del agua, se encuentra regulada por la Ley Federal de Derechos de Agua (LFD, 2016) y las disposiciones específicas a través de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) como la NOM-127-SSA1-1994 y la NOM-001-SEMARNAT-1996 (DOF, 2000; DOF, 2003). De esta forma, los criterios de calidad del agua se pueden relacionar con el uso al que se destina el recurso

(Caro-Borrero, 2016). Otro proceso de evaluación implica examinar la calidad del hábitat relacionada con la capacidad de mantener su estructura y función. Esta evaluación incorpora todos los aspectos físicos y químicos, junto con las interacciones bióticas, de modo que la presencia de alguna estructura ecosistémica alterada se considera como un factor estresante para los sistemas acuáticos. Es importante de realizar mediciones cuantitativas y cualitativas de un ecosistema, pues ello permite proporcionar una imagen integrada de varios factores que influyen en un sistema hídrico (Barbour *et al.*, 1999).

Al abordar los procesos de cambio ambiental, es común que las transformaciones se vinculen con un discurso dominante (institucional público o privado) que las relaciona con el crecimiento de la población y con la necesidad de desarrollar estándares de calidad del agua, generalmente encaminadas a encontrar la mejor manera de limitar el uso local de los recursos para asegurar así su viabilidad económica en el futuro (Ostrom, 2000; Karpouzoglou, 2012). Las evaluaciones no necesariamente identifican adecuadamente todas las causas de impacto, lo que puede dar lugar a visiones de gestión hídrica que subestiman e invisibilizan el papel del poder y la política en los procesos de cambio. Así vez, estas visiones pueden convertirse en un medio para cambiar por la fuerza las prácticas tradicionales, los comportamientos y las relaciones culturales con el agua; en estos contextos, ciertos grupos sociales suelen asumir las consecuencias de la regulación, mientras que otros son beneficiados (Barbour *et al.*, 1999; Prashad, 2001; Karpouzoglou *et al.*, 2018). Así mismo, se puede subestimar la capacidad de las comunidades e individuos para construir distintas formas de administrar un bien común como el agua (Ostrom, 2000).

Con base en estos elementos, resulta fundamental que la construcción de estrategias adecuadas para el manejo de los ecosistemas acuáticos integre el análisis de las relaciones de la población con estos ecosistemas y las relaciones sociales que se gestan alrededor de ellos (Cantoral-Uriza *et al.*, 2009; Rivera, 2017). A pesar de que la urbanización capitalista tiende a destruir el bien común social, político y ambiental en el espacio urbano y periurbano, aún es posible gestar nuevas formas de organización que presionen al estado para que suministre los bienes públicos -para finalidades también públicas- que a su vez permitan la autogestión de las poblaciones. Ello facilitará que éstas se apropien, usen y complementen estos bienes, de forma que permitan la permanencia recursos ambientales no mercantilizables, como los cuerpos de agua (Harvey, 2012).

Antecedentes

Los manantiales son sitios donde el agua subterránea brota a la superficie desde el acuífero y crea un flujo visible. Algunos manantiales que salen de rocas consolidadas generalmente tienen un orificio bien definido, en otros casos la abertura puede estar en el fondo del estanque; o bien puede estar cubierto por sedimentos y restos de rocas (Kresic *et al.*, 2010). El tipo de manantial determinará el tratamiento aplicado para hacerlos viables para el uso y consumo humano y para su conservación (Fotouhi *et al.*, 2010). Las tres variables que definen la cantidad de agua de un manantial son la cantidad de precipitación, el área de recarga y la permeabilidad del terreno (Vargas, 2002). En una situación ideal, cuando el manantial no es utilizado de alguna manera y hay una alteración mínima del sitio antes de la formación o descarga en una corriente superficial, la gestión del manantial generalmente se centra en proteger la calidad y la cantidad del agua subterránea en el área de derrame (Kresic, 2010b).

El aprovechamiento del agua de los manantiales es una práctica antigua; la cultura del agua de manantial fue emblemática desde la antigua Mesopotamia. Sin embargo, los manantiales gradualmente perdieron importancia como fuente principal de suministro de agua en diversas regiones; entre las razones están los cambios tecnológicos que permitieron la extracción directa de agua subterránea a través de pozos y del manejo de grandes depósitos de aguas superficiales para el abastecimiento de agua. Como consecuencia, los estudios a gran escala de manantiales fueron raros hasta hace poco, cuando el tema de sostenibilidad de los recursos hídricos creció en importancia, pues la extracción de agua subterránea ha provocado la disminución del agua que brota de los manantiales (Kresic *et al.*, 2010). La investigación sobre manantiales -termales, minerales y fríos- se enfoca en temas que van desde la calidad del agua, la hidrogeomorfología, los procesos biogeoquímicos, la ecología y biodiversidad de organismos acuáticos, así como sobre su conservación y estudios antropológicos en torno a ellos.

Investigaciones en diversos países han demostrado la disminución de la carga de manantiales y ríos, asociada con el cambio de uso de suelo, por ejemplo, en la India (Valdiya *et al.*, 1991). Así mismo, se han desarrollado clasificaciones de los manantiales y recomendaciones para su protección y uso sustentable (Thompson *et al.*, 2002; Vargas,

2002; Kresic *et al.*, 2010). También se han desarrollado estudios sobre las interacciones entre los organismos de los manantiales y su entorno (p. ej. Raschi *et al.*, 1997). Finalmente, también hay estudios sobre la importancia histórica de los manantiales para la población (Brune, 1975).

En México se han desarrollado investigaciones sobre diversos aspectos de los manantiales. Estos estudios comprenden la ubicación e identificación en campo de estos cuerpos de agua, la calidad y cantidad de agua, la cobertura forestal, las actividades humanas en su entorno y la caracterización de la biodiversidad. Por ejemplo, diagnósticos sobre el estado de conservación, aprovechamiento, calidad y cantidad de agua de manantiales en la cuenca del río Duero en Michoacán (Silva *et al.*, 2016), en el estado de México (Mejía, 2013) y Morelos (Robles *et al.*, 2013); la estimación del gasto de agua¹ en 16 manantiales en Veracruz (González, 2009) y la caracterización geoquímica, isotópica y mineralógica de manantiales termales en Baja California, Nayarit y Puebla (González *et al.*, 200; Canet *et al.*, 2006) y en manantiales, pozos, norias y lagos en las zonas de recarga de la Cuenca de México (Cortés *et al.*, 1989). Finalmente, también se han desarrollado estudio sobre la relación de algunas especies animales y vegetales con los manantiales (Naranjo, 2003; López-Sandoval *et al.*, 2016).

La Cuenca de México y la subcuenca del río Magdalena

La Cuenca de México es una cuenca endorreica conformada tras un periodo de actividad volcánica; en ella, los ríos y manantiales que descendían de las partes altas de las sierras y cerros se depositaban en la parte baja conformando un sistema de lagos (Burns, 2009). Esta localización, encerrada por montañas, situada en un lecho salino, sin un drenaje natural y con un patrón de lluvias intensas, dificultó la ocupación de la cuenca (Denton, 2006). Sin embargo, el desarrollo y ocupación de la cuenca se dio y se optó por la transformación de una cuenca cerrada a un valle drenado por diversos canales, empezando en 1607, con la construcción del Túnel de Huehuetoca (Burns, 2009). De esta manera, la apertura y la desecación de los lagos facilitaron el proceso de ocupación de la misma (Izazola, 2001; Torre, 2010). Sin embargo, esta transformación del ecosistema generó dos problemas: por

¹ Gasto de agua. Volumen de agua medido en una unidad de tiempo, generalmente es expresado en litros por segundo (Conagua, 2007).

un lado, la ciudad debía resolver cómo deshacerse del agua que fluía de manera natural desde las montañas hacia la zona baja de la cuenca (alimentada por la precipitación y los escurrimientos) y, por el otro, debía resolver cómo abastecer de agua a la población (Izazola, 2001).

Durante la Colonia, se reportaban alrededor de 300 manantiales activos en la Cuenca de México que, hasta 1936, representaban prácticamente la única fuente de abastecimiento municipal de la zona. La mayoría de estos manantiales eran captados y sumados a la red de agua de primer uso; sin embargo, en la actualidad la mayor parte han desaparecido, debido a la explotación intensiva de los acuíferos, que impidió la recuperación de los niveles piezométricos (Cortés *et al.*, 1989).

Esta forma de gestión de los recursos hídricos no consideró el equilibrio hidrográfico de la cuenca (Torre, 2010), lo que ocasionó un aumento en la dependencia de la explotación del agua del subsuelo. Ello ha provocado efectos negativos como la disminución del nivel freático que propicia la compactación del suelo y el hundimiento de la ciudad. Así mismo, se han vuelto cada vez más necesarias las importaciones de agua de cuencas vecinas, particularmente del Lerma y del Cutzamala pertenecientes al Estado de Michoacán y del Estado de México. De esta manera, el agua, un recurso antes abundante, se volvió escaso y caro (Izazola, 2001; Burns, 2009).

Con la intención de proteger los bosques, mantener los servicios ecosistémicos, y la dinámica hidrológica de la Ciudad de México, se estableció el Suelo de Conservación. Esta denominación corresponde a una zona protegida a nivel local, que rodea la zona sur de la ciudad, con una superficie territorial de 87,291 ha. Su conservación es de gran importancia, pues los ecosistemas que alberga mantienen funciones que generan diversos beneficios para la población de la ciudad, como la recarga del acuífero, la fijación de gases de efecto invernadero, la retención de agua y suelo la regulación de la cantidad y calidad del agua, y el mantenimiento de la biodiversidad. Todo ello es posible gracias a su orografía, a la presencia de diversos ecosistemas y a la existencia de cuerpos de agua (SMAGDF, 2013). El Suelo de Conservación, de acuerdo con el Artículo 3, fracción III de la Ley de Desarrollo Urbano, no es urbanizable (PAOT, 2010).

Una porción del Suelo de Conservación (4%) está ocupada por la cuenca del Río Magdalena. En ella, el estado de conservación de los bosques es bueno, en comparación

con otras alcaldías con áreas naturales. En esta cuenca los suelos son favorables para la infiltración, la cobertura vegetal está en buenas condiciones y hay una alta biodiversidad representativa en los bosques templados del centro de México (González *et al.*, 2010).

Aunque, en términos generales, esta cuenca alberga ecosistemas en buen estado de conservación, González *et al.* (2010) identificaron distintas amenazas como el turismo no regulado y la ganadería, así como la erosión hídrica, los incendios forestales, la tala ilegal y los asentamientos irregulares. Estos últimos son relevantes, debido a que afectan la capacidad de infiltración del suelo y reducen la cobertura vegetal de la cuenca.

El cauce principal de esta cuenca, el río Magdalena, es alimentado por manantiales, escurrimientos superficiales de agua limpia y por el escurrimiento de aguas residuales (González *et al.*, 2010). Este sistema de manantiales mantiene un flujo base, que es alimentado por la precipitación, gracias a la estructura volcánica y las fracturas que existen en la cuenca (Álvarez, 2000; Kresic, 2010a; Arumi *et al.*, 2014). La calidad del agua del río Magdalena es buena en la zona alta; sin embargo, se observa una degradación gradual en su calidad conforme el río entra en contacto con las actividades humanas (Monges, 2009; Mazari-Hiriart *et al.*, 2014).

Además de las actividades habituales de la población que habita alrededor del río, se han desarrollado diversas obras hidráulicas que lo han fragmentado, alterando su dinámica y dificultando su aprovechamiento por la población. Estas intervenciones forman parte de las distintas funciones que cumple el río Magdalena en su relación con la Ciudad de México, como la provisión de agua limpia, formar parte del sistema de drenaje, funcionar como una vialidad primaria y contribuir al control de inundaciones de la zona sur-poniente (González *et al.*, 2010).

Ante esta situación, se han desarrollado diversas estrategias para el rescate del río que, desafortunadamente, han sido aisladas y con deficiente coordinación inter e intragubernamental. En parte, esto obedece a que la cuenca no ha sido considerada como un área integral en la que confluyen procesos de carácter natural y social (González *et al.*, 2010). Se buscaba cambiar esta perspectiva con el desarrollo del Programa de Rescate Integral de los Ríos Magdalena y Eslava (SMAGDF, 2012); sin embargo, este plan careció de seguimiento y de la delimitación de las actividades a desarrollar, lo que generó

desacuerdos entre los grupos de trabajo, así como retrasos ocasionados por problemas presupuestales (Zamora, 2013).

La investigación en torno al cauce principal de la cuenca del Río Magdalena es amplia (p.e. Ramírez *et al.*, 2001; Barbosa, 2005; González *et al.*, 2010; Jujnovsky *et al.*, 2010; Montes *et al.*, 2013; Neitzel *et al.*, 2014; Mazari-Hiriart *et al.*, 2014; Santibañez-Andrade *et al.*, 2015; Perló *et al.*, 2017); sin embargo, poco se sabe sobre el estado de conservación de los manantiales que lo abastecen y de la forma en que la población local se relaciona con estos cuerpos de agua. Resulta relevante, entonces, conocer la historia de gestión y acceso de la población local a los manantiales que permiten la recarga del Río Magdalena, en la Ciudad de México, su estado de conservación, así como las perspectivas y conocimiento que la población local tiene sobre ellos. Con ello, los resultados de este trabajo constituyen una contribución al conocimiento sobre la dinámica socioambiental del río y de la cuenca.

OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar el estado de conservación de los manantiales que abastecen el río Magdalena y su relación con la gestión histórica de la cuenca y con las perspectivas e interacciones de la población local con ellos.

Objetivos particulares

1. Evaluar la condición ecológica de los manantiales, a partir de parámetros físicos, químicos y biológicos.
2. Analizar la gestión gubernamental del río y los manantiales en la historia reciente, desde una perspectiva socioambiental.
3. Explorar las perspectivas locales y las interacciones de la población con los manantiales.

MÉTODOS

Sitio de estudio

La alcaldía Magdalena Contreras se localiza entre los 19°20' y 19°13' latitud sur, 99°12' y 99°19' longitud oeste, en la porción sur poniente de la Ciudad de México. Colinda al norte y noreste con la alcaldía Álvaro Obregón y Cuajimalpa, al este y sur con Tlalpan y al sureste con el Estado de México (PDDU, 2005) (Figura 1). La alcaldía Magdalena Contreras tiene una extensión de 7,537.5 ha, que representan el 5.1% del total territorial de la Ciudad de México. De acuerdo con el Plan de Desarrollo del Distrito Federal 2016, de esta superficie, 82.1% (6,119.5 ha) corresponde al área de conservación ecológica y casi el 18% restante (1,355.84 ha) corresponde al área urbana. Sin embargo, los datos proporcionados por la Dirección General de Ecología y Medio Ambiente de la alcaldía de Magdalena Contreras, indican que 73% del territorio es Suelo de Conservación (montañas, bosques y barrancas), 18% es suelo urbano y 3.5% son asentamientos irregulares (PDMC, 2016).

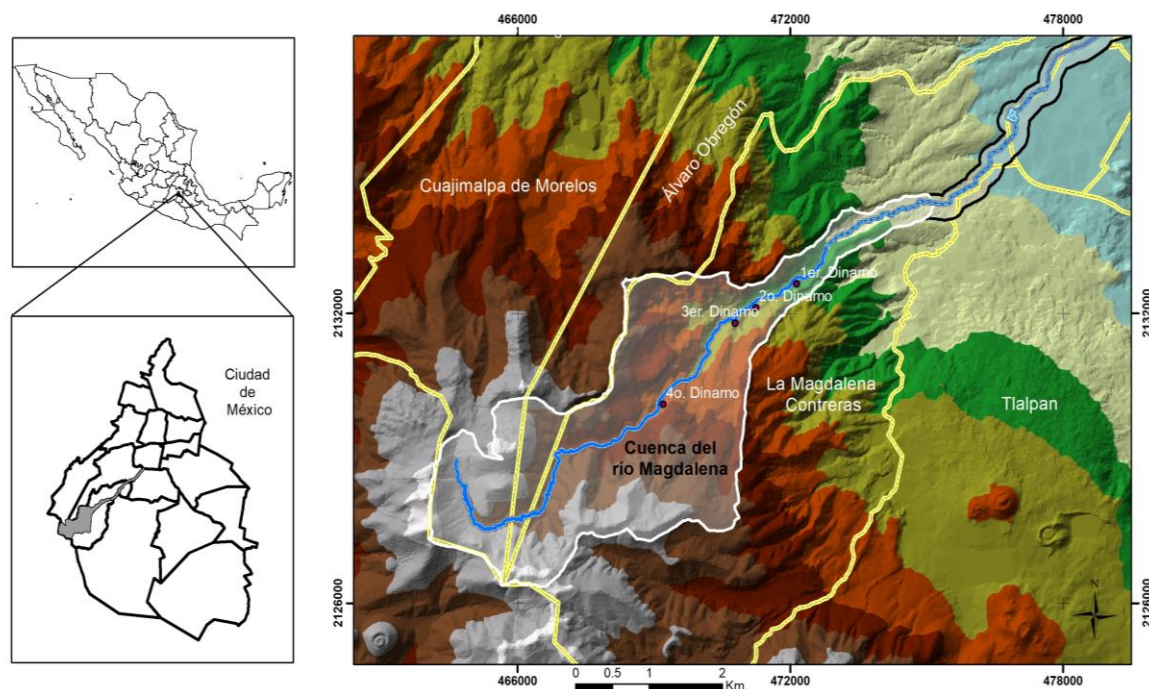


Figura 1. Ubicación de la cuenca del río Magdalena en la alcaldía Magdalena Contreras. Fuente: Elaborado por Verónica Aguilar Zamora.

La cuenca se configura en un relieve montañoso, en el que la altitud mínima es de 2,400 m s.n.m. hacia el norte y, hacia el sur, registra un máximo de 3,870 m s.n.m. (Ávila-Akerberg, 2010). El área está caracterizada por la presencia de cerros aislados hacia el poniente, por barrancas y cañadas (Álvarez, 2000). El basamento de la cuenca está constituido por macizos de la sierra de Las Cruces (Álvarez, 2000). Los procesos volcánicos originaron fallas en la parte meridional de la Cuenca de México (Mooser, 1957) y es donde corre el río Magdalena (Ontiveros, 1980). La acción erosiva hídrica y otros procesos físico-químicos han moldeado el relieve montañoso (Álvarez, 2000). Los tipos de roca predominantes son el aluvión, las andesitas, las dacitas, las andesitas basálticas, el basalto, el lahar y los flujos de bloques y ceniza (DMC, 2011). De acuerdo con la clasificación de suelos de la FAO-UNESCO, los principales tipos de suelo son andosol, litosol, frozem y regosol. El primero se caracteriza por ser susceptible a la erosión y porque el tipo de vegetación que sustenta es de bosque de pino, oyamel o encino. El segundo es un suelo estratificado, de edad muy joven y generalmente no es adecuado para la actividad agropecuaria. El frozem es un suelo profundo encontrado en terrenos planos y laderas, es ligeramente erosionable y las propiedades de este suelo no afectan los asentamientos por factores como hundimientos, corrosión, colapso, entre otros, y permite la actividad agropecuaria. Estos tres tipos de suelo presentan una permeabilidad media. El regosol es un suelo claro y somero, de origen volcánico, presenta una alta permeabilidad y erosionabilidad moderada y es limitante para la construcción (PDDU, 2005).

En la cuenca, las partes más bajas (2,530 - 2,800 m s.n.m.) están caracterizadas por el clima templado subhúmedo, con una temporada de lluvias en verano; verano fresco y con un porcentaje bajo de lluvia en invierno; la temperatura anual promedio oscila entre los 12 y 18 °C, la temperatura en el mes más frío está entre -3 y 18 °C y en el mes más cálido entre 6.5 y 22 °C. En las partes más altas (2,800 - 3,500 m s.n.m.) el clima es semifrío subhúmedo con verano fresco largo con una temperatura media anual de 5 a 12 °C (Ávila-Akerberg, 2010). La precipitación en la cuenca aumenta con la altitud y va de 1,000 mm a 1,500 mm anuales. Es frecuente la precipitación en forma de granizo en temporada de lluvias y de niebla durante el invierno, de acuerdo con el portal de la alcaldía Magdalena Contreras (citado en Jujnovsky, 2003). La época de estiaje no es severa; no obstante, en ella aumenta el riesgo de incendios forestales (Álvarez, 2000).

De acuerdo con Ávila-Akerberg (2010), en la cuenca del río Magdalena se han registrado 534 especies de plantas vasculares, que corresponden a 95 familias y 281 géneros. La familia con mayor número de especies es Asteraceae (114). Las especies son tanto de afinidad Neártica como Neotropical y existen al menos 11 especies endémicas, de las cuales tres son endémicas para México (*Furcraea bedinghausii*, *Acer negundo* var. *mexicanum* y *Dahlia scapigera*; Ávila-Akerberg, 2010). La mayor riqueza de hongos se presenta en el bosque mixto y de encinos (54%), con más de 300 morfoespecies, ubicadas en los diferentes tipos de vegetación, se han descrito 30 especies comestibles y algunas tóxicas (Cantoral-Uriza *et al.*, 2009).

También se han reportado nueve especies de anfibios y 17 de reptiles, de las cuales tres (*Hyla plicata*, *Pseudoeurycea belli* y *Thamnophis eques*) están catalogadas como amenazadas de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010; Cantoral-Uriza *et al.*, 2009). Para las aves se cuenta con un registro de 128 especies, de las cuales 77% son residentes permanentes, 16% son endémicas para México y 23% son migratorias de invierno o transitorias. Hay 18 especies que se comercializan, principalmente como aves de ornato o canoras. Una de ellas (*Oporornis tolmiei*) está amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010, otra más en peligro de extinción (*Xenospiza baileyi*) y siete especies en la categoría de protección especial (*Dendrortyx macroura*, *Crytonyx montezumae*, *Accipiter striatus*, *Buteo lineatus*, *Cinclus mexicanus* y *Myadestes occidentalis*; Cantoral-Uriza *et al.*, 2009; DOF, 2010; Mota, 2017). Finalmente, se han reportado 40 especies de mamíferos, 11 de las cuales son endémicas de México. De acuerdo con la misma norma, hay una especie y una subespecie sujetas a protección especial y dos especies amenazadas, lo cual significa que 10% de las especies de mamíferos de la región están sujetas a algún tipo de protección, entre las que se encuentra *Reithrodontomys microdon*, *Choeronycteris mexicana*, *Sciurus oculatus* y *Cryptotis parva* (DOF, 2010; Cantoral-Uriza *et al.*, 2009).

La estructura geológica de la Sierra de Las Cruces y la precipitación han permitido que la zona mantenga una infiltración constante. Así, en algunos sitios el agua surge a través de copiosos manantiales que alimentan al río Magdalena. Entre ellos destacan: Cieneguillas, Cuervos, San Miguel, Las Ventanas, Temascalco, Agua Azul, Huayatitla, Temamatla, Cerería, San José, Potrero, Apaxtla y Pericos (Jujnovsky, 2003; Ávila-

Akerberg 2002; PDDU, 2005). Los manantiales son perennes y con descargas importantes en comparación con otros localizados a altitudes similares (Cortés *et al.*, 1989).

El río Magdalena destaca por ser suministro de agua para uso y consumo humano, para distintas colonias de las alcaldías Magdalena Contreras y Coyoacán. Presenta diversas fases en su recorrido, debido a las características geológicas de la cuenca, que provocan variación en el tipo de cauce y el caudal (Jujnovsky, 2003). Esto se manifiesta a través del encajonamiento del río, caídas de agua y formación de meandros (Ontiveros, 1980). El cauce tiene una longitud de 28.2 km de los cuales 14.8 km se encuentran en el Bosque de Los Dinamos. Después, el río penetra la zona urbana, en un recorrido de 13.4 km, desemboca en la presa Anzaldo, tras lo cual el río es entubado y dirigido hacia el río Churubusco, pero a lo largo de este recorrido presenta dos tramos a cielo abierto: uno al salir de la presa y el otro al atravesar los Viveros de Coyoacán (Álvarez, 2000; SMAGDF, 2012).

En la alcaldía Magdalena Contreras existen cuatro pueblos de origen prehispánico: San Bernabé Ocoatepec, San Nicolás Totolapan, La Magdalena Atlitlic y San Jerónimo Aculco, con la presencia de, al menos, tres grupos indígenas: Otomíes, Nahuas y Tepanecas. Actualmente, la Magdalena Contreras está constituida por 54 colonias, las cuales son heterogéneas y difieren en condiciones económicas y sociales. Sus pueblos y/o colonias más importantes son: San Jerónimo Lídice, el pueblo de San Nicolás Totolapan, San Bernabé Ocoatepec, La Magdalena, Ampliación Lomas de San Bernabé, El Tanque y La Malinche (PDMC, 2016). La población total de la alcaldía era de 243,886 habitantes en 2015, de los cuales 48% eran hombres y 52% mujeres, con una media de edad de 32 años. De estos habitantes 9.8% se consideraba indígena, 1.9% se consideraba afrodescendiente y 1.4% hablaba alguna lengua indígena (PDMC, 2016).

En ese mismo año, había un total de 66,676 viviendas particulares. De ellas, 87.5% disponían de agua entubada de la red pública, 98.7% de drenaje, 99.3% de energía eléctrica y 98.9% de sanitario. Sin embargo, del total de las viviendas, 43.7% pertenece a la población que no es económicamente activa y en 34% de ellas había algún nivel de hacinamiento (INEGI, 2015). Estos datos reflejan las dificultades económicas que enfrenta parte de la población. Por ejemplo, de las 54 colonias, ocho se caracterizan por un desarrollo social muy bajo y 18 tienen un desarrollo social bajo. Además, entre esta

población no se considera la situación socioeconómica de aproximadamente 1,000 hogares que se encuentran en 16 asentamientos irregulares (PDMC, 2016), la cual es altamente marginada.

Las principales actividades económicas corresponden al sector de servicios, seguidas de la producción agrícola con 401 ha de superficie sembrada y 382 ha de superficie cosechada. Los principales cultivos son avena, maíz, amaranto, nopal, chícharo, árboles frutales y hortalizas. También se lleva a cabo la cría de ganado, principalmente borregos y becerros, conejos, cerdos, equinos y aves de corral (FAO, 2015; PDMC, 2016).

Procedimientos

Ubicación de manantiales y arroyos

Los manantiales y arroyos asociados a la red hidrológica del río Magdalena se localizaron visualmente en un mapa elaborado por la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México (1962; Figura 2).

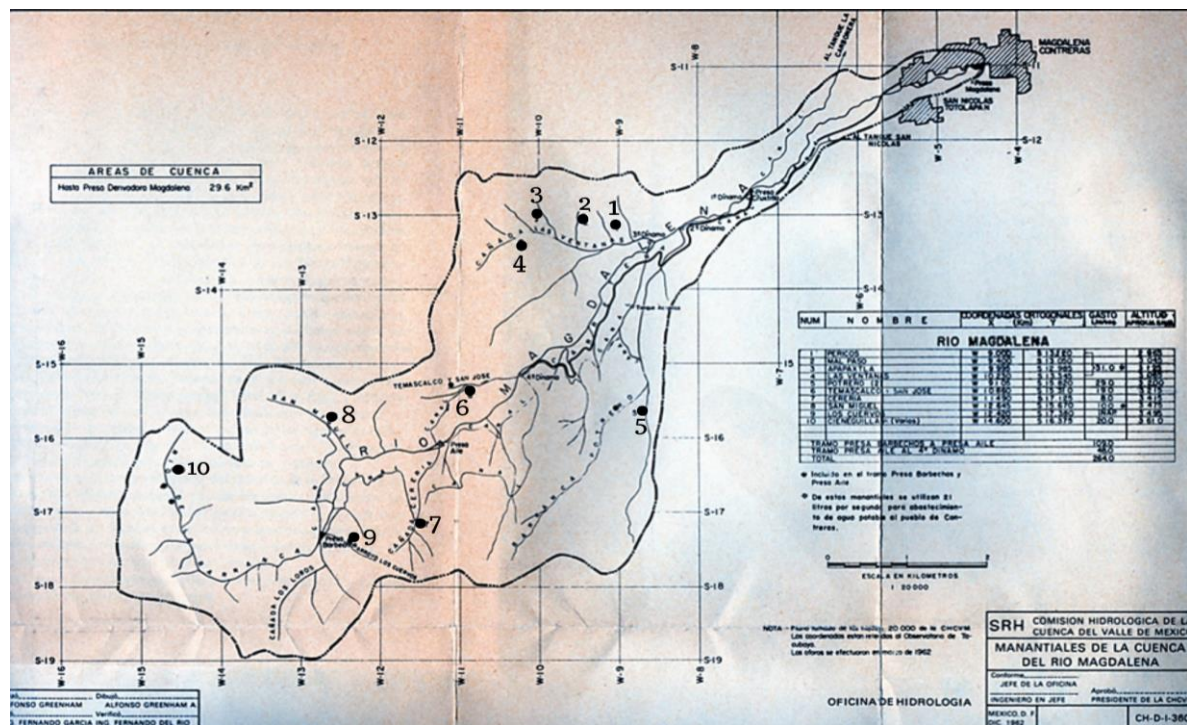


Figura 2. Ubicación de los manantiales: 1) Pericos, 2) Mal Paso, 3) Apapaxtla, 4) Las Ventanas, 5) Potrero, 6) Temascalco y San José, 7) Cerería, 8) San Miguel, 9) Los Cuervos y 10) Cieneguillas (varios). Fuente: SRH, Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México (1962).

A partir de ello, se realizaron tres salidas de campo en las cuales se visitaron nueve manantiales; su localización en campo se logró con ayuda de la cartografía y dos guías locales. En las dos últimas salidas, se realizó la evaluación de calidad del hábitat, con apoyo del Laboratorio de Ecosistemas de Ribera. En adición a los manantiales, se consideraron en el muestreo cuatro arroyos de primer orden que provenían directamente de manantiales con muy limitada accesibilidad. Estos sitios fueron Presa de Cieneguillas, Cañada Cuervos, Canal La Rosita y La Rosita Alto. La ubicación de los sitios de estudio se indica en la Figura 3.

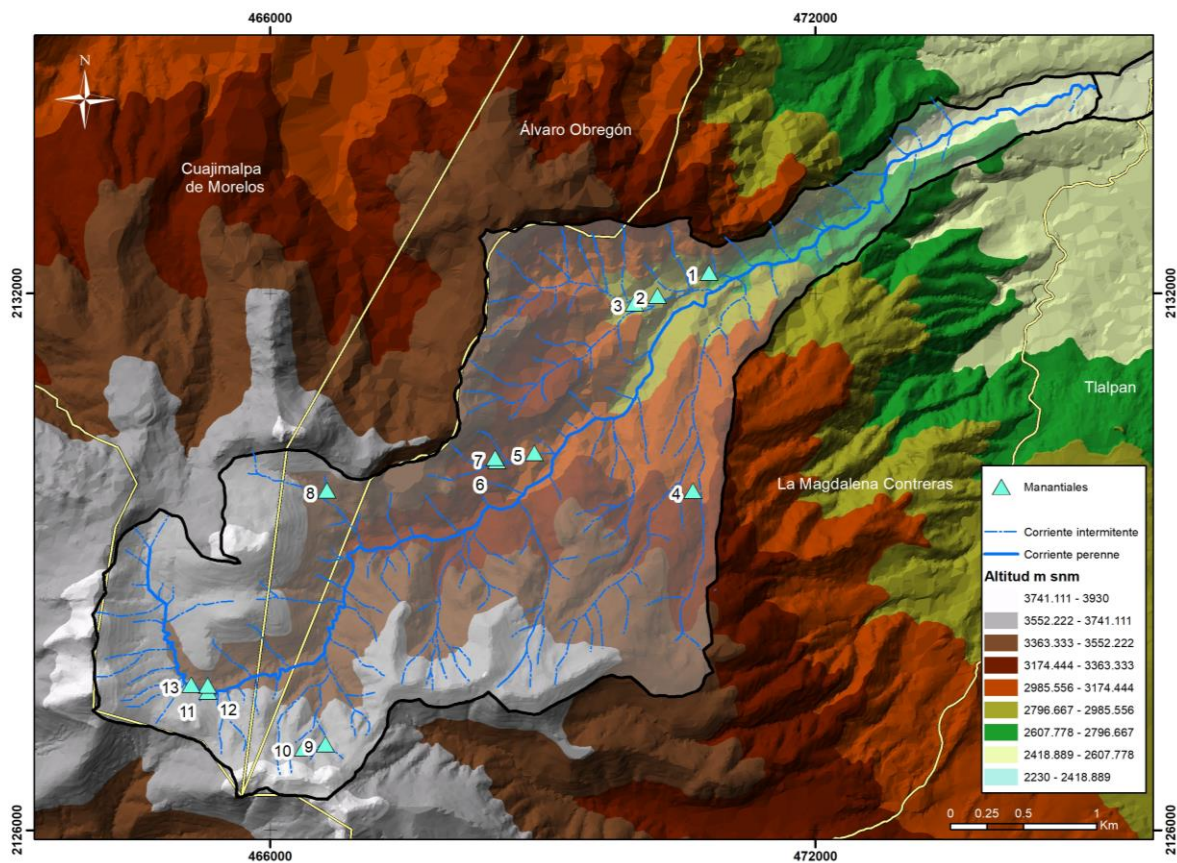


Figura 3. Ubicación de los manantiales y arroyos asociados con la red hidrológica del río Magdalena, incluidos en este estudio: 1) Ermita de San José, 2) Canal la Rosita, 3) La Rosita Alto, 4) Potrero, 5) La Bodega, 6) San José, 7) Temascalco, 8) San Miguel, 9) Cañada Cuervos, 10) Cuervos, 11) Cieneguillas 2, 12) Cieneguillas 1 y 13) Presa Cieneguillas. Elaborado por: Verónica Aguilar Zamora

Condición ecológica de los manantiales y arroyos de la cuenca del río Magdalena

Evaluación calidad del hábitat

La evaluación de la calidad del hábitat se realizó con base en la propuesta realizada por Ortiz (2017), específicamente para ríos de montaña de la Cuenca de México, que incorpora tres distintos protocolos: el Protocolo rápido de bioevaluación en arroyos y ríos, de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (Babour *et al.*, 1999), el Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (Encalada *et al.*, 2011) y el Método para evaluar la calidad ecológica del hábitat ribereño en ríos y arroyos (Munné *et al.*, 2003). Se eligió este procedimiento por considerarlo más adecuado para el estado ecológico de los arroyos y manantiales evaluados, así como por incluir las perturbaciones locales más comunes. El protocolo consiste en una descripción general del sitio, una caracterización física y una evaluación visual de la calidad del hábitat, tanto del cuerpo acuático como de su entorno próximo. Esta evaluación cualitativa asigna una puntuación a una característica o a un conjunto de ellas, a consideración del observador; sin embargo, también está acompañada de una revisión de publicaciones respecto al uso de suelo y a las características de la vegetación para reducir la subjetividad del observador en el proceso de puntuación. Las evaluaciones se realizaron al inicio de la época de lluvias en el mes de junio de 2019.

El proceso de evaluación incluyó doce parámetros cuantitativos, descritos en la Tabla 1 y que fueron elegidos por ser pertinentes para el caso de los manantiales. De acuerdo con la puntuación obtenida, a través de la suma del valor de los parámetros evaluados, los manantiales se pudieron catalogar en cuatro distintas categorías de calidad de hábitat: pobre (0-9), marginal (10-41), subóptimo (42-88) y óptimo (89-120). El formato utilizado en campo para el registro de los valores para cada parámetro se presenta en el Anexo I.

Tabla 1 Descripción de los parámetros evaluados en los sitios de estudio. Fuente: modificado a partir de Babour *et al.* (1999).

Parámetro	Descripción
Estado del cuerpo de agua	Evalúa el nivel de agua de acuerdo con las huellas máximas y mínimas de agua. El flujo de agua puede verse disminuido como resultado de obstrucciones y desvíos del agua para riego o consumo humano.
Alteración en el cuerpo de agua	Mide cambios a gran escala en la hidromorfología del escurrimiento y sus canales. Contempla corrientes que se han enderezado, profundizado o desviado. La manipulación de escurrimientos y de los manantiales puede provocar una disminución en la cantidad y calidad de hábitat disponible para los organismos. Las acciones de limpieza a menudo se asocian con alteración.
Características de la cuenca	Documenta el tipo de uso del suelo, favoreciendo las coberturas con vegetación nativa y señalando cualquier cambio en las proximidades del cuerpo de agua.
Contaminación local	Documenta la existencia de fuentes puntuales y no puntuales de contaminantes y el tipo de impacto que tiene sobre el medio. Así mismo, se describen los tipos de contaminantes.
Estabilidad de las orillas del manantial	Evalúa si las orillas del cuerpo de agua están erosionadas o tienen el potencial de erosión. Las orillas empinadas tienen más probabilidades de colapsar y sufrir erosión que las de pendiente suave, por lo que se les considera inestables. Los signos de erosión son orillas desgajadas, sin vegetación nativa, raíces de árboles y suelo expuestos. Para ello, se toma en cuenta los tipos de manantiales y sus características.
Vegetación periférica	Documenta la cantidad de vegetación nativa a partir de los 10-15 m de distancia del manantial. Contempla herbáceas, arbustos y árboles. En este estudio, las observaciones se cotejaron con lo reportado por Ávila-Akerberg (2010); Canales <i>et al.</i> (2018), Ibarra-Manríquez <i>et al.</i> (2011) y Nava (2003).
Caracterización del sustrato del afloramiento	Evalúa el tipo y la condición de los sustratos inferiores encontrados en el afloramiento de agua. Los tipos de sedimentos más firmes y las plantas acuáticas enraizadas soportan una variedad más amplia de organismos que un sustrato uniforme, dominado por limos o roca madre y sin plantas.
Velocidad y variación de profundidad	Evalúa los patrones de velocidad y profundidad. Toma en cuenta cuatro patrones: rápido/profundo, lento/profundo, rápido/somero y lento/somero.

Análisis de parámetros físico-químicos

La evaluación *in situ* de los parámetros como temperatura (T) [°C], pH [H⁺], conductividad [μS/cm], oxígeno disuelto (OD) [mg/L], saturación de oxígeno disuelto (Sat OD) [mg/L], sólidos disueltos totales (SDT) [ppm] y salinidad [ppm] se realizaron utilizando la sonda multiparamétrica modelo *YSI 6600*. También se evaluó *in situ* la Velocidad de Corriente [VC] y se calculó el Caudal [Q₃] utilizando un correntómetro modelo *Global Water FP111, Texas, EU*.

Para realizar la evaluación química se colectaron muestras de agua en cada cuerpo de agua con frascos de polipropileno de 1 L de capacidad, previamente lavados y esterilizados. Las muestras se trasladaron refrigeradas a 4°C y los análisis de nutrientes se realizaron por duplicado el mismo día de la colecta en el Laboratorio de Ecosistemas de Ribera de la Facultad de Ciencias, UNAM. Los nutrientes evaluados fueron: Nitritos [NO₂⁻], Nitratos [NO₃⁻], Sulfatos [SO₄⁻²] y Fosfatos [PO₄⁻³], usando el espectrofotómetro multiparamétrico modelo *Hach DR/39000*.

Historia cuenca del río Magdalena: Cambios en la dinámica socioambiental

Se realizó una revisión de diversas fuentes como artículos de revistas, literatura y documentos oficiales sobre la historia de la zona con respecto a la situación ambiental, social y política de la cuenca del río Magdalena. Con ello se desarrolló una breve reseña de acontecimientos ocurridos en distintos años a partir del siglo XV hasta el siglo XXI. La mayor parte de la información giró en torno al uso y distribución del agua del río Magdalena y los manantiales, así como del espacio destinado a la conservación. Así mismo, se abordó la relación de la población con el territorio.

Perspectivas locales sobre los manantiales

La relación de la población local con los manantiales se analizó con base en la aplicación de entrevistas semiestructuradas (Anexo II), dirigidas a la población que habita y labora en la alcaldía Magdalena Contreras. La población entrevistada se clasificó en cinco grupos distintos: vecindados, habitantes de asentamientos irregulares, comuneros y/o ejidatarios y servidores públicos. En las entrevistas se indagó sobre el conocimiento de la existencia de los manantiales y su significado para esta población. A las personas que explícitamente

aseguraron conocer los manantiales se les cuestionó acerca de su valoración respecto a la calidad ambiental y del agua, así como sobre los usos, afectaciones y conflictos relacionados con los manantiales; finalmente, se indagó sobre su conocimiento acerca de la regulación local e institucional del acceso y uso de los manantiales. La entrevista buscó integrar la relación pasada y presente de la población con los manantiales, su participación en la gestión de estos cuerpos de agua y sus perspectivas en torno a las decisiones que se toman sobre ellos. Las entrevistas en la zona comunal del pueblo Magdalena Atlitic y en la zona ejidal del pueblo de San Nicolás fueron facilitadas por un comunero y un ejidatario, respectivamente; las demás fueron establecidas por contacto personal y a partir de ahí se siguió el método de bola de nieve.

Todas las entrevistas fueron grabadas con consentimiento informado de los entrevistados y posteriormente transcritas textualmente. Se realizó un análisis de contenido mediante el programa Atlas.ti (v. 8). Para ello se crearon 40 códigos, que dividieron los testimonios en hombres y mujeres y que contemplan los siguientes temas: conocimiento de existencia de los manantiales, conflictos en torno a los manantiales y el río, conocimiento ambiental de los manantiales y del río, perspectivas sobre si la población debería conocerlos, afectaciones a los manantiales y al río, perspectivas sobre qué les interesaría saber respecto a los manantiales, problemas ambientales y sociales -sólo para servidores públicos-, prácticas directas e indirectas sobre los manantiales y sobre el río, regulación institucional y local sobre los manantiales y el río, significados, leyendas y/o tradiciones entorno a los manantiales y al río. Una vez realizada la codificación, se sistematizaron los testimonios para separar la información relacionada con los manantiales y con el río, y detectar patrones.

RESULTADOS

Condición ecológica de los manantiales y arroyos de la cuenca del río Magdalena

Evaluación calidad del hábitat

En algunos casos, las condiciones del entorno de los manantiales y arroyos dificultaron una valoración sistemática de los mismos. Por ejemplo, algunos de ellos (6) se encontraron a cielo abierto –Presa Cieneguillas, Cieneguillas 1, La Bodega, Cañada Cuervos, Canal la Rosita y la Rosita Alto- (Figura 4), mientras que otros (6) se encontraron cubiertos por

rocas dispuestas naturalmente sobre ellos –Cieneguillas 2, Cuervos, San Miguel, Temascalco, San José y Ermita de San José- (Figura 5). En otro caso (Potrero), el manantial se encuentra represado y canalizado.

A través de la evaluación de calidad del hábitat se pudo observar que, de 13 cuerpos de agua, siete presentan una calidad óptima, con valores que van de 89 a 107 puntos. Por otra parte, los cuerpos de agua como Presa Cieneguillas, Cuervos, San José, La Bodega, Potrero y el Canal la Rosita presentan una calidad subóptima, con una puntuación de entre 61 y 88 (Tabla 2).

En los cuerpos de agua, se observó que la mayoría (6) presentaron un banco moderadamente estable, con pequeñas áreas de erosión, mientras que en cuatro de ellos se presentó la mejor condición en las márgenes (los que se encuentran en el paraje Cieneguillas y el arroyo de Cañada Cuervos). Esto puede estar relacionado con las características planas del terreno. Los manantiales que mostraron una orilla moderadamente inestable presentaban un terreno con mayor pendiente (Ermita de San José) y suelos muy blandos (Potrero y San José).

Por otra parte, el nivel del agua es variable: en sólo dos cuerpos de agua, ésta alcanzaba la base de las orillas, dejando un mínimo de sustrato expuesto; en cinco de ellos se observó una exposición de aproximadamente 25% del sustrato; en cuatro, el sustrato estaba expuesto en aproximadamente 50% de la superficie. Finalmente, en dos (Cuervos y Ermita de San José), se registró muy poca agua en los canales.

(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



Figura 4. Origen de los manantiales y arroyos a cielo abierto: a) Presa Cieneguillas; b) Cieneguillas 1; c) La Bodega; d) Cañada Cuervos; e) Canal la Rosita y f) La Rosita Alto.

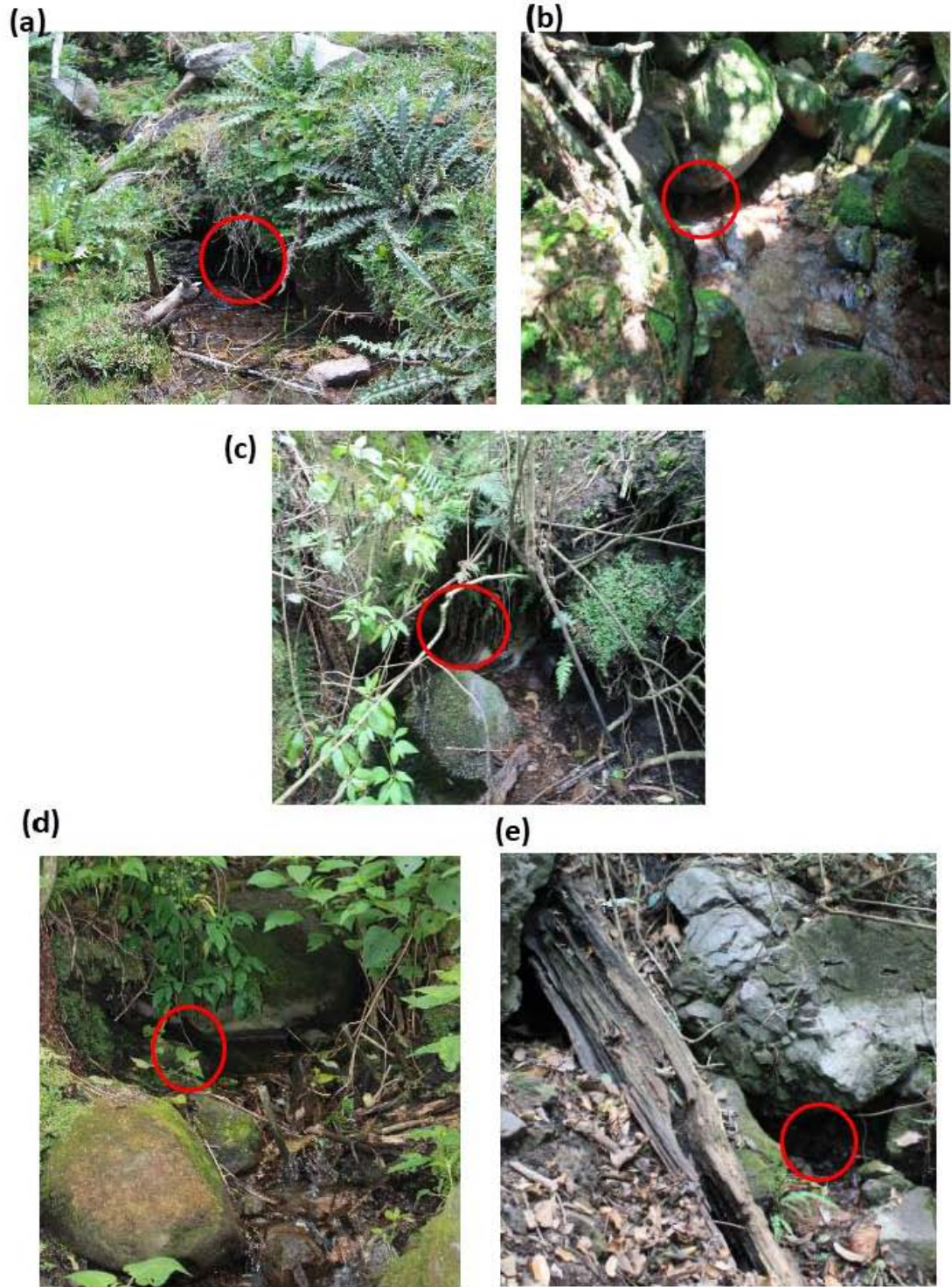


Figura 5. Origen de manantiales cubiertos por rocas: a) Cieneguillas 2; b) San Miguel; c) Temascalco; d) San José y e) Ermita de San José.

En general, los cuerpos de agua presentan una buena puntuación (10 y 7) en cuanto a diversidad del sustrato. Se encontraron en ellos elementos como grava, arena, lodo y vegetación sumergida, lo que proporciona variedad y, por lo tanto, mayor diversidad de hábitat. Por el contrario, los registros del régimen de velocidad para 11 cuerpos de agua mostraron puntuaciones bajas, por presentar corrientes lentas, someras o poco profundas, es decir de poca agua. Los valores obtenidos con el correntómetro oscilan entre 0 - 0.022 m³/s. El manantial con mayor valor en este parámetro fue el de Potrero, pero es el único que se encuentra entubado.

También hubo variación en la superficie y tipo de cubierta vegetal (vegetación en buen estado de conservación, indicadora de procesos de sucesión secundaria y especies introducidas) en los cuerpos de agua. En cuatro sitios, la cobertura de dosel cubre la mayor parte de la superficie (>70%), seguidos por ocho sitios con cobertura intermedia (60 - 40%); por último, el manantial Potrero, donde se registró menos del 30% de cobertura. En la Tabla 3 se presentan los rasgos sobre la vegetación más sobresalientes para cada manantial.

No hay caminos señalados para acceder a los manantiales, con excepción de la Presa de Cieneguillas y Cañada Cuervos. Algunas de las alteraciones observadas derivan de la ganadería, la tala de árboles, los represamientos y entubamientos, así como de la disposición inadecuada de basura en los alrededores (≤ 10 m) (Figura 6). El acceso del ganado o las personas a los cuerpos de agua depende de las condiciones del terreno en el entorno del cuerpo de agua (Figura 7). Evidencias de estas actividades (“desarrollo humano” de acuerdo con el protocolo) únicamente estuvieron ausentes en el caso del canal La Rosita Alto (Figura 4). En ningún caso existen asentamientos humanos a una distancia menor a 100 m de los manantiales; por lo tanto, tampoco existen descargas de agua doméstica residual. No obstante, las intervenciones humanas asociadas con el uso del agua, como entubamientos, represas, entre otros se observaron en siete cuerpos de agua; sin embargo, aún con éstos los manantiales continúan aportando agua al río. Los desechos sólidos, orgánicos e inorgánicos en un perímetro alrededor de 15 m, cubrían menos de 10% de la superficie en 11 cuerpos de agua; en cambio, en los que cubrían de 20 a 40% de la superficie fueron Presa Cieneguillas y Cañada Cuervos.

Tabla 2. Datos de evaluación la calidad del hábitat de los manantiales y arroyos de la cuenca del río Magdalena, CDMX, incluidos en este análisis. Se muestra, para cada cuerpo de agua, el puntaje y la categoría correspondiente.

Sitio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	Categoría
Presa Cieneguillas (A)	10	10	7	6	0	4	4	4	10	7	7	7	76	Subóptimo
Cieneguillas 1 (M)	10	10	10	6	10	1	10	10	10	10	7	10	104	Óptimo
Cieneguillas 2 (M)	10	10	10	6	10	1	10	10	10	10	7	10	104	Óptimo
Cuervos (M)	6	7	7	4	0	1	4	1	10	7	4	10	61	Subóptimo
San Miguel (M)	6	7	10	10	10	4	7	7	10	10	7	10	98	Óptimo
Temascalco (M)	6	7	7	10	10	4	10	7	10	10	7	10	98	Óptimo
San José (M)	6	4	7	6	10	4	7	7	10	10	7	10	88	Subóptimo
Cañada Cuervos (A)	10	10	10	10	0	4	4	7	10	10	7	7	89	Óptimo
La Bodega (M)	6	7	7	10	10	1	10	4	10	4	7	10	86	Subóptimo
Potrero (M)	4	4	10	10	0	1	1	4	10	4	7	10	65	Subóptimo
La Rosita Alto (A)	6	7	10	10	10	7	10	7	10	10	10	10	107	Óptimo
Canal la Rosita (A)	6	7	10	10	0	4	7	4	10	10	7	10	85	Subóptimo
Ermita SJ (M)	6	4	7	10	10	10	10	1	10	10	7	10	95	Óptimo

Parámetros evaluados: 1) Cobertura vegetal; 2) Estabilidad de las orillas; 3) Características del sustrato; 4) Desarrollo de ganadería y agricultura en la zona; 5) Presencia de presas; 6) Regímenes de velocidad/profundidad; 7) Alteración del canal; 8) Estado del canal; 9) Efluentes directos al río por el uso doméstico; 10) Desarrollo urbano; 11) Actividades humanas y presencia de contaminación orgánica, basura y escombros. Manantial=M y Arroyo= A

Tabla 3. Rasgos sobresalientes de la cobertura vegetal, superficie porcentual aproximada alrededor de los cuerpos de agua de la cuenca del río Magdalena, incluidos en este estudio.

Sitio	Tipo de vegetación	Géneros y especies / observaciones
Cieneguillas	Pastizal natural con bosque de pino	Herbáceas: <i>Calamagrostis</i> , <i>Fetusca</i> , <i>Muhlenbergia</i> y <i>Cirsium jorullense</i> . Macollos en promedio de 30 cm de alto y 50 cm de diámetro, cobertura > 80%
Cuervos	Bosque de pino con pastizal	Arbusto: <i>Acaena elongata</i> (10-20%). Herbáceas: <i>Calamagrostis</i> , <i>Fetusca</i> , <i>Muhlenbergia</i> extendidos a ras de suelo, baja formación de macollos (> 30%). <i>Cirsium jorullense</i> (30-40%)
Cañada de Cuervos	Bosque de pino	Arbusto: <i>Acaena elongata</i> (< 10%). Herbáceas: <i>Calamagrostis</i> , <i>Fetusca</i> , <i>Muhlenbergia</i> (30%); algunos macollos de aproximadamente 20 cm de alto en zonas de poca accesibilidad. En las superficies con menor pendiente y mayor accesibilidad, el crecimiento se observó a ras de suelo. <i>Cirsium jorullense</i> (10%). <i>Senecio cinerarioides</i> (< 5%)
San Miguel	Bosque de <i>Abies</i>	Arbusto: <i>Ribes</i> (40%). Herbáceas: <i>Salvia concolor</i> , <i>Acaena elongata</i> , <i>Senecio cinerarioides</i> , <i>Roldana</i> y <i>Solanum</i> (60-70%)
Temascalco San José	Bosque de <i>Abies</i>	Alta predominancia de herbáceas <i>Salvia concolor</i> , <i>Acaena elongata</i> , <i>Senecio cinerarioides</i> , <i>Solanum</i> y <i>Roldana</i> (60-70%). Helechos de la familia Osmundaceae (10 - 20%). En San José, 20-30% de la superficie cubierta por la briofita <i>Tortula</i> . Presencia de arbustos < 10%
La Bodega	Bosque <i>Abies</i> (60%)- <i>Pinus</i>	Herbáceas: <i>Nasturtium officinale</i> sólo dentro del cuerpo de agua. Helechos de la familia Osmundaceae (50%). <i>Acaena elongata</i> (20%) Baja presencia de arbustos (<20%)
Canal La Rosita y La Rosita Alto	Bosque de <i>Quercus-Pinus</i>	Arbusto: <i>Clethra mexicana</i> . Helechos de la familia Osmundaceae (50%)
Potrero	Bosque <i>Abies</i> > 50% con presencia de pino	Arbusto: <i>Symphoricarpos</i> (30%). Herbáceas: <i>Eupatorium</i> , <i>Roldana</i> y <i>Senecio</i> y Helechos pertenecientes a la familia de las Osmundaceae (80%)
Ermita de San José	Bosque de <i>Pinus-Abies</i> , con presencia baja de <i>Fraxinus</i>	Herbáceas: Helechos de la familia de las Osmundaceae (50%) y <i>Eupatorium</i> . Especies introducidas. Se ubican cerca de la capilla a San José, a 200 m del manantial corriente abajo. Incluye pastos inducidos en zonas más planas y abiertas, así como la enredadera <i>Hedera</i> , que se extiende entre la capilla y el manantial, con baja densidad.

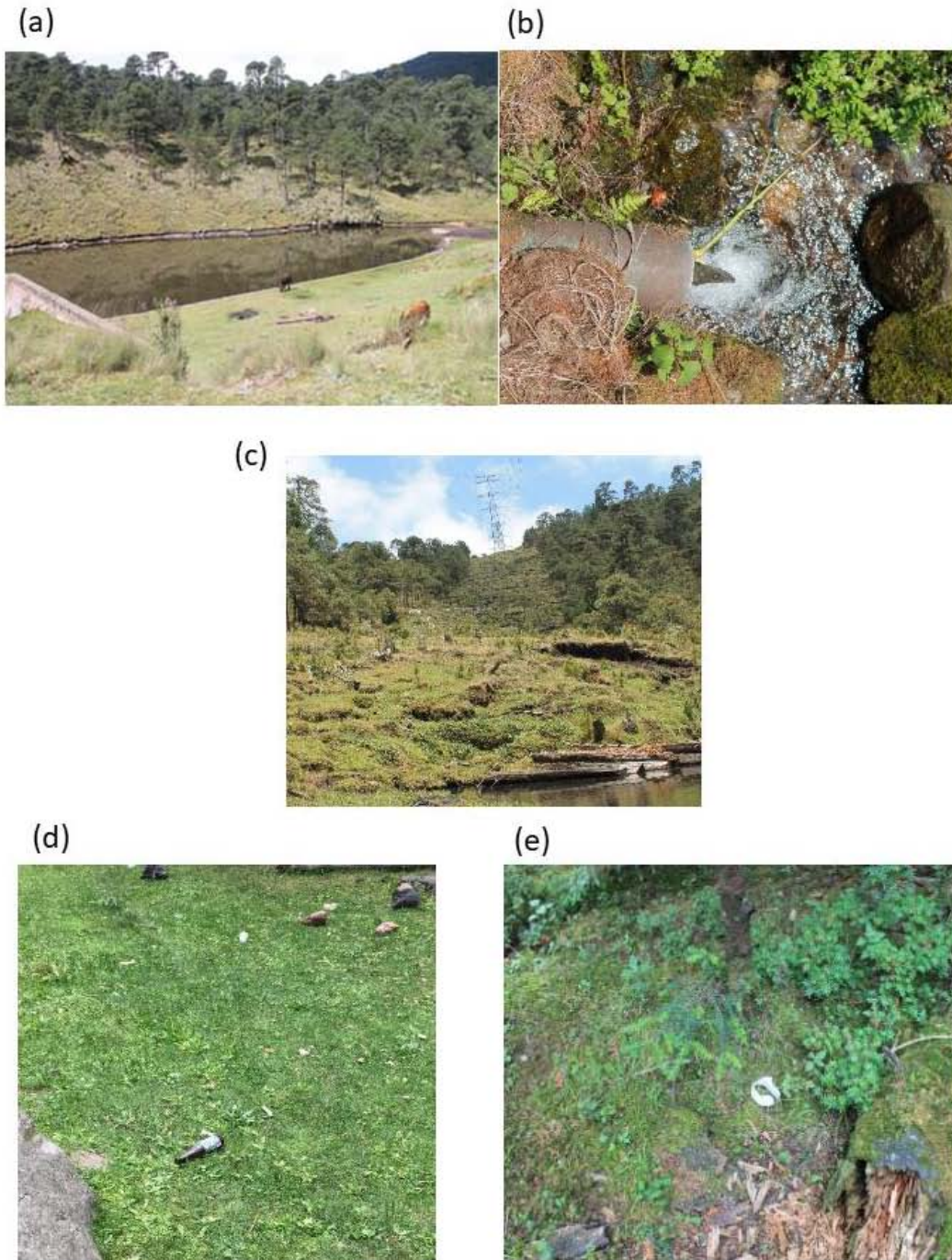


Figura 6. a) Presencia de ganadería (Presa Cieneguillas); b) Presencia de presas o entubamientos (Potrero); c) Evidencia de tala de árboles (Cuervos); d) y e) Contaminantes inorgánicos (Cañada Cuervos y San José).

(a)



(b)



Figura 7. Contraste en la accesibilidad a los cuerpos de agua entre el manantial a) Temascalco y b) La Bodega.

Análisis físico-químico del agua

Estos manantiales se caracterizaron por su altitud como sitios de montaña (2,882-3,547 m s.n.m.), de agua fría (9.0 – 15.6 °C), ligeramente ácidos (pH: 5.33-6.69), poco mineralizados (conductividad: 47.00 – 154.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$; Salinidad: 0.07-0.86 mg/L) y bien oxigenados (Saturación de oxígeno: 75.5-101.3%).

Los parámetros físicos con mayor variabilidad entre los cuerpos de agua fueron la temperatura, la conductividad eléctrica y los sólidos disueltos totales (28.34 - 59.00 mg/L). En los que se encuentran a mayor altitud, como Presa Cieneguillas, Cieneguillas 1, Cieneguillas 2 y el manantial Cuervos, se registraron las menores concentraciones de OD. Por su parte, los cuerpos de agua que se encuentran a menor altitud presentaron mayores valores de K_{25} y de SDT, los cuales aparentemente están correlacionados.

La variación de salinidad es mínima entre la mayoría de los sitios de estudio. En nueve de ellos, el valor se encuentra dentro del intervalo entre 0.07 y 0.10 mg/L; sin embargo, Cieneguillas 2, que mostró el valor más alto, alcanzó 0.86 mg/L. En los manantiales Potrero, San José y La Bodega no se determinó el valor de salinidad. La salinidad y la conductividad están correlacionadas, pues valores bajos de la segunda indican valores bajos de la primera, así como de sólidos disueltos totales (Tabla 4).

En general, se trata de manantiales perennes con un caudal bajo (0.002-0.022 m^3/seg), por ello, en dos de estos no se pudo obtener un registro. Únicamente los manantiales Temascalco, Potrero, San Miguel y el arroyo La Rosita Alto presentan un valor mayor a 0.009 m^3/seg .

En cuanto a la concentración de nutrientes, los nitritos presentan menor variabilidad entre los sitios de muestreo. Los manantiales Cieneguillas 2 y Cuervos presentaron el valor más bajo (0.001 mg/L) y en Cieneguillas 1 se registró el valor más alto (0.007 mg/L). En la Presa Cieneguillas no se determinaron nitritos. Los nitratos no fueron detectados por el espectrofotómetro en los manantiales Cuervos y San Miguel; el registro más bajo se obtuvo en Cieneguillas 2 (0.005 mg/L) y el valor más alto registrado se obtuvo en La Bodega (0.13 mg/L). Los fosfatos estuvieron presentes en todos los manantiales y arroyos; el valor mínimo se registró en la Presa Cieneguillas (0.005 mg/L) y el máximo se registró en Cieneguillas 2 (0.57 mg/L). Finalmente, los sulfatos fueron los nutrientes con mayor

variabilidad entre los sitios; el valor más bajo se encontró en San Miguel y Cieneguillas 1 (1 mg/L), mientras que en el manantial La Bodega se detectaron 11.5 mg/L (Figura 8).

Tabla 4. Parámetros físicos evaluados para los manantiales de la cuenca del río Magdalena

Sitio	T(°C)	pH	K ₂₅ (μS/cm)	OD (mg/L)	Sat OD (%)	SDT (mg/L)	Salinidad (mg/L)	Q ³ [m ³ /seg]
Presa Cieneguillas	12.9	5.84	78.00	6.66	97.40	39.00	0.08	<L.D.
Cieneguillas 1	9.90	6.22	71.00	5.50	75.50	36.00	0.08	0.002
Cieneguillas 2	10.00	5.90	74.00	6.49	90.00	37.00	0.86	0.004
Cuervos	15.60	5.45	65.00	5.33	90.00	33.00	0.08	<L.D.
San Miguel	9.00	6.33	57.80	7.49	101.30	28.34	0.07	0.019
Temascalco	11.20	5.97	97.00	6.80	91.00	48.00	0.09	0.016
San José	10.90	5.70	47.00	6.54	88.00	48.00	<L.D.	0.006
Cañada Cuervos	13.70	5.97	76.00	6.62	98.50	38.00	0.08	0.007
La Bodega	12.30	5.33	107.00	7.60	100.00	54.00	<L.D.	0.0009
Potrero	10.50	5.70	79.00	7.14	96.00	39.00	<L.D.	0.014
La Rosita Alto	12.10	5.53	154.00	7.47	100.00	53.00	0.10	0.022
Canal la Rosita	12.30	6.64	113.00	7.11	96.40	57.00	0.10	0.002
Ermita SJ	12.80	6.69	119.00	7.15	95.50	59.00	0.10	0.0007

pH= Potencial de Hidrógeno, K₂₅= conductividad eléctrica, OD= Oxígeno disuelto, Sat OD= Saturación Oxígeno Disuelto, SDT= Sólidos disueltos totales, Q₃=Caudal, L.D=Límite de Detección.

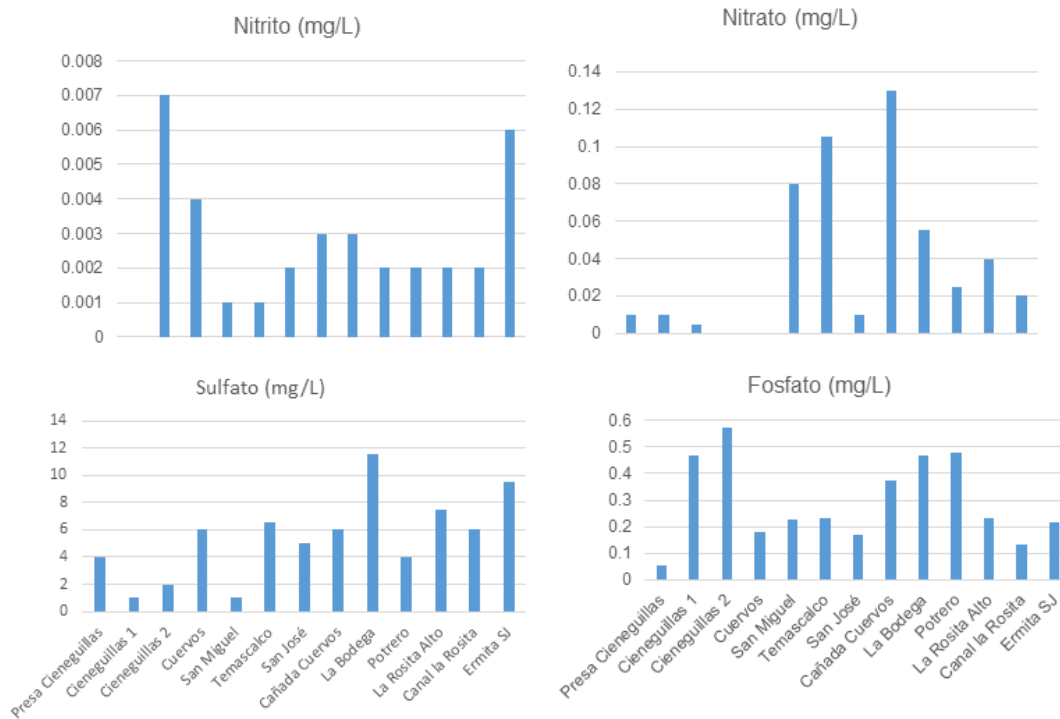


Figura 8. Variación de nutrientes en los manantiales muestreados pertenecientes a la cuenca del río Magdalena. Los sitios sin un valor en los gráficos están por debajo del límite de detección.

Historia de la dinámica socioambiental de la cuenca del río Magdalena

El río de la Magdalena fue una arteria vital que significó la aparición y la consolidación de los primeros agricultores, pero también de las primeras industrias (García, 2002), ya que su cauce facilitaba su aprovechamiento para generar fuerza motriz (Barbosa, 2005). Gracias al caudal del río Magdalena, se fundaron pueblos como San Nicolás, la Magdalena, San Jerónimo, San Jacinto, Tizapan, Chimalistac, Axotla y San Ángel, en orden del curso del río (Barbosa, 2005).

Este río fue nombrado por los aztecas como *Atlitic* (“lugar de aguas negras”) por ser un lugar donde abundaba el agua (Lenz, 1995; García, 2002). Su nombre “*Atlitic*”, sobrevivió hasta la Conquista, pero tras la evangelización (1534), se introdujo a Santa María Magdalena en el primer templo ubicado en la alcaldía Magdalena Contreras y, con ello, el nombre del pueblo pasó a ser “La Magdalena Atlitic” (García, 2002). En 1529

cuando Hernán Cortés otorgó concesiones para instalar batanes y obrajes en las márgenes del río, Tomás de Contreras junto con su hijo Diego Contreras adquirieron un obraje y años más tarde “fueron reconocidos por su buen trato”; por lo que a partir de 1641 se le nombró Contreras al lugar donde acudían a trabajar pobladores de La Magdalena Atlitic, San Nicolás Totolapan, San Bernabé Ocotepec y San Jerónimo Aculco (García, 2002).

Durante el periodo virreinal, las tierras de Coyoacán y Tacubaya eran disputadas por los españoles, principalmente por su localización geográfica y proximidad a los ríos del Santo Desierto y de La Magdalena. En 1626 y en 1635, respectivamente, se realizaron reparticiones de ambos ríos, con lo que aumentó la importancia de las propiedades por la disponibilidad de agua (Reyna, 1991). La repartición del río de La Magdalena o río Coyoacán, el 27 de marzo de 1635, se realizó por el oidor Real de la Audiencia don Juan Canseco, nombrado por el Virrey. Dicho repartimiento fue de 33 surcos, donde cada surco tenía tres naranjas². Este repartimiento se realizó porque los cambios en la zona llevaron a los pobladores a enfrentarse con diversos problemas, entre ellos, el ocasionado por la demanda de agua (Reyes y Cabañas, 1979).

Estas fundaciones y reparticiones del río moldearon el territorio y los asentamientos humanos que se congregaron en torno a éstas. Las regiones bañadas por el río Magdalena fueron muy codiciadas y motivo de conflictos y litigios legales, pues eran zonas con alto potencial de producción y que, a la vez, mantenían una conveniente cercanía con la capital de la ciudad (Torre, 2010). Un caso representativo fue el del convento que se encuentra en San Ángel, establecido por los frailes de la Orden de la Merced, donde se desarrolló infraestructura hidráulica que regaba los cultivos de vegetales y árboles frutales, cuyos productos se comercializaban con los pueblos de los alrededores (Soberón, 2015). Así, antes de que terminara el Siglo XVII, las aguas de los riachuelos y arroyos que formaron el sistema Magdalena dieron origen a campos de cultivo y huertas, así como molinos de trigo, obrajes, batanes y aljibes (Abundis, 2002; Reyna, 1991).

² Para el surco o cualquier otra medida de agua (buey, naranja, paja, etc.), no se establece un valor volumétrico constante para las unidades del área. Incluso las conversiones de estas medidas presentan diferencias cuando se convierte a su equivalencia dentro del sistema métrico decimal. Para el Centro Nacional de Meteorología un surco de agua equivale a 3.314 litros por segundo y para el decreto de 1863, firmado por Juárez, se da como equivalencia de un surco de agua 6.5 litros por segundo (Parlem *et al.*, 2002).

Sin embargo, la división del río Magdalena, más allá de ser una solución a la necesidad de agua, tuvo diversos inconvenientes. Uno de ellos fue que, en años de escasez de agua, sólo los señores de mayores ingresos económicos gozarían de ella, en perjuicio de los que tenían menores ingresos. Por otra parte, la repartición excluyó a varios dueños de obrajes, molinos, batanes, haciendas y huertos; al igual que a los naturales de los pueblos y a los padres del Colegio de Santa Ana de Carmelitas descalzos, debido en gran medida a la escasez de agua, causada porque algunos de los vecinos ponían presas, marcos, vigas o tomaban más agua de la correspondiente, impidiendo que llegase a su destino (Reyes y Cabañas, 1979).

Este acceso desigual en el uso del agua y el abuso por parte de los jesuitas y hacendados propició la expedición de una real cédula en 1694, cuyo propósito era proteger los recursos naturales de la Ciudad de México y detener el desperdicio de agua por los propietarios de fincas y habitantes de pueblos cercanos (Reyna, 1991). Se especificó, de acuerdo con documentos del *Hospital de Jesús* de 1695, resguardados en el Archivo General de la Nación, que: “las mercedes de agua que se hicieran en lo sucesivo no fueran a venta rasa, sino a censo enfiteúatico³ para que nunca perdiese la ciudad su dominio directo” (Citado en Reyna, 1991, p. 34).

Más adelante, en 1757, en prevención de las inundaciones que padecían la Villa de Coyoacán y los barrios bajos debido a las crecientes de los ríos Magdalena y Mixcoac, se realizaron trabajos de apertura, ensanchamiento, limpia de caja y se formaron bordes en el río de La Magdalena, desde el puente de Coyoacán hasta las tierras que estaban en la calzada del camino a San Agustín de las Cuevas (hoy Tlalpan) (Reyes y Cabañas, 1979). Años después, en 1789 se realizó otra distribución de agua según el oidor Ladrón de Guevara, en la que los mayores beneficiarios de las aguas fueron los hacendados, conventos y algunas fábricas; en menor proporción los pueblos y barrios, entre los cuales figuraban el de San Nicolás, La Magdalena, San Jerónimo, San Jacinto y Tizapán (Barbosa, 2005).

Los abusos cometidos con el agua fueron continuos y se prolongaron durante varios años, lo que generó en 1803 otra orden sobre el cumplimiento preciso y puntual de lo dispuesto por el oidor Juan de Canseco en el repartimiento de 1635. Ésta decía que la

³ El censo enfiteúatico hace referencia a una cesión perpetua o por largo tiempo del dominio útil de una propiedad inmueble mediante el pago de una pensión anual al que hace la cesión en concepto de reconocimiento del dominio útil de la finca (DRAE).

persona que cometiera alguna de las diversas faltas como atajar el río, tomar más agua de la que le corresponde o tapar las tomas, recibiría un castigo: a los indios se les darían 25 azotes; los sirvientes de origen africano permanecerían 51 meses en la cárcel; los españoles serían desterrados de la jurisdicción unos meses y los dueños o arrendatarios pagarían 200 pesos (Reyes y Cabañas, 1979).

Durante el siglo XIX, las riberas del río vieron llegar la modernización de la industria y se vieron ocupadas por nuevas plantas (Torre, 2010). Durante el Porfiriato, el caudal del río Magdalena seguía siendo apreciado por la abundancia de sus aguas. Todos los terrenos colindantes estaban cubiertos de vegetación, propiciando un contraste entre las lomas de la Magdalena y San Ángel y, las lomas de Mixcoac y Santa Fe, más áridas y polvosas, de acuerdo con un Informe de inspectores del Consejo Superior del Distrito Federal, resguardado en el Archivo Histórico del Distrito Federal (Citado en Barbosa, 2005, p. 28).

En este periodo, en 1866, la alteración de la calidad del agua causó preocupación entre quienes utilizaban el caudal del río Magdalena para uso doméstico. En ese año, la municipalidad de Tlalpan celebró un contrato con los dueños de las fábricas Santa Teresa, La Magdalena, La Hormiga y Loreto para conducir el agua limpia de Santa Rosa y San Bartolo y evitar su consumo directamente del río. El proyecto no se desarrolló y las fábricas no condujeron el agua hasta la municipalidad. La contaminación continuó y, en 1874, el ayuntamiento de San Ángel informó la muerte de 50 caballos que abrevaron en las inmediaciones de la Fábrica de Loreto (Barbosa, 2005).

En 1890, Miguel Ángel de Quevedo realizó una intervención en materia de aprovechamientos hidroeléctricos en la cuenca del río La Magdalena. Quevedo fue llamado para organizar la producción de hidro-electricidad, con destino a la fábrica La Hormiga y, probablemente a otras fábricas y asentamientos de la zona de Contreras. Quevedo aprovechó las corrientes de la parte alta de la cuenca para formar cinco saltos de agua, cada uno de los cuales estaba dotado de su correspondiente planta generadora de electricidad, conocidas como “Los Dinamos”. La construcción de plantas hidroeléctricas tuvo dificultades técnicas debido a las características topográficas de la región, pero finalmente las plantas se instalaron de manera escalonada a lo largo del río (Casals *et al.*, 2015).

En México, durante el siglo XIX, los propietarios originarios del agua, como recurso económico eran los barrios, el ayuntamiento y en último término las comunidades. Sin

embargo, el barrio controlaba el agua y por ello no podía venderse, ni arrendarse, ni heredarse, pero sí concesionarse. Las concesiones, entonces, eran dictadas por un poder local, nunca por el gobierno federal. Los beneficios económicos que se derivaban de dichas concesiones quedaban en manos de poderes regionales y, aunque esto pudiera suponer un beneficio para la población local, en realidad no existía un beneficio equitativo entre los diferentes grupos sociales (Aboites, 1998).

El poco control del Estado sobre el dominio de las aguas se vio subsanado en términos de las leyes de 1888 y de 1894. Con ellas inició un proceso de federalización de los ríos que corrían al interior de los estados. La ley de 1894 dio autoridad al gobierno federal de otorgar concesiones y permitir la expropiación por causas de utilidad pública, lo cual reafirmó el poder central y permitió el manejo privado de muchas corrientes que originalmente eran administradas por poderes locales (Barbosa, 2005).

Lo anterior multiplicó los conflictos entre los diferentes usuarios, los cuales están registrados en diversos expedientes del Archivo Histórico del Agua. En general, se observa una disputa entre las fábricas y los pueblos, a quienes se les había despojado de su derecho a utilizar de forma directa las aguas del río Magdalena. Entre las denuncias, los pobladores de las cercanías del río se manifestaban contra los abusos en el manejo de las aguas por parte de los grandes concesionarios, pero también existía un conflicto de intereses entre pequeños y grandes industriales por la concesión del agua (Barbosa, 2005). Las industrias aprovecharon los recursos naturales y humanos, explotaron a los lugareños como mano de obra barata y los recursos naturales, como el agua (Acosta, 2001).

Con el arribo del siglo XX, la cuenca del río Magdalena vería aumentar el número de casas, oficinas, comercios y dependencias públicas que se irían construyendo en barrios antiguos y nuevos; nuevas vialidades, nuevos medios de transporte público y diversas rutas para llegar a más lugares. Esta transformación, llevada a cabo sin planes de urbanización que delimitaran zonas verdes de la mancha urbana, propició que el río, uno de los componentes más importantes y determinantes del desarrollo de la zona, continuara degradándose, como consecuencia de las descargas domésticas y de las descargas de las diversas fábricas (Torre, 2010).

En 1907, el cauce del río alimentaba a cinco instalaciones hidroeléctricas, las cuales proporcionaban fuerza motriz para siete fábricas que se ubicaban en sus márgenes, en su

mayoría de hilos y tejidos: La Magdalena Contreras, El Águila, Santa Teresa, La abeja y La Hormiga, al igual que la fábrica de papel Loreto (Barbosa, 2005). En ese mismo año se expidió un nuevo reglamento para determinar la distribución del agua del río. Este reglamento obligó a los usuarios del agua a organizarse en una Junta directiva designada por todos los usuarios del río y su tarea principal era vigilar las compuertas de las tomas de derivación; sin embargo, este mecanismo de regulación no tuvo un efecto justo, pues hasta antes de 1917, la mayoría de los integrantes de la mesa directiva eran los dueños de las fábricas y de las grandes haciendas, lo cual les permitió un mayor acaparamiento, en tanto que para los pueblos el agua quedaba limitada a cultivos (Ramos *et al.*, 2018).

Por otra parte, las políticas relacionadas con los bosques en la Ciudad de México durante el gobierno de Miguel A. de Quevedo fueron impulsadas por un movimiento forestal que vinculó el bienestar de la capital con la conservación de las praderas y los bosques (principalmente de pino, encino y oyamel) y que, además, categorizó la deforestación como un problema sumamente grave. Este conservacionismo se fundamentó en un imaginario urbano ambiental, en el que los bosques protegen los manantiales, disminuyen las inundaciones y ayudan a mantener un clima agradable. Sin embargo, las políticas que se establecieron sobre las montañas del sur de la cuenca implicaron la limitación de los usos populares del bosque, pues cambiaron las formas en que las comunidades gestionaban los recursos al tener un nuevo tipo de autoridad (Vitz, 2012).

En 1907, Miguel Ángel de Quevedo impulsó la creación de “bosques nacionales” en Xochimilco, Milpa Alta, Cuajimalpa y La Magdalena. Así mismo, impulsó la expropiación de tierras privadas y comunales para conservar los bosques en nombre del bienestar del valle. No obstante, con ese nuevo decreto, que discursivamente buscaba fomentar el uso racional de los bosques y condenaba la deforestación por campesinos, hacendados o compañías madereras; el gobierno cedió a los grupos de élite el manejo de los bosques bajo la lógica de que éstos propiciarían un mayor progreso. Pero lo que propició fue que los bosques de la Magdalena continuaran siendo aprovechados por las fábricas y que se limitara la participación de la población, principalmente campesina, en el manejo de sus propias tierras (Vitz, 2012).

En 1917, la nueva Constitución concedió a los campesinos nuevos derechos de posesión y uso de los recursos de la nación, aunque en la práctica la posición geográfica

ventajosa de los hacendados y dueños de las fábricas hicieron difícil la negociación del reparto de las tierras. Posteriormente, en 1926, Plutarco E. Calles aprobó la primera ley forestal en el país, la cual restringía la tala en cuencas hidrográficas urbanas, promovía la reforestación y el establecimiento de reservas y ordenó la creación de cooperativas ejidales forestales para regular el uso de los montes. Fue así que para 1929, se formaron cooperativas en seis pueblos de la Ciudad de México, algunas de ellas localizadas en el pueblo de San Nicolás Totolapan y de la Magdalena Contreras. Sin embargo, las políticas forestales restrictivas, las actividades clandestinas y la necesidad económica crearon un ciclo vicioso, que a su vez reforzó la idea, en distintos grupos sociales, de que los campesinos necesitaban un control estatal (Vitz, 2012).

Grupos como los obreros de la zona de la Magdalena censuraron y pidieron el cese de la tala en la zona permitida para el uso de las cooperativas, pues temían el agotamiento de los recursos hídricos necesarios para las comunidades y para las fábricas. La expansión de este discurso se sumó al surgimiento de las Áreas Naturales Protegidas (Ramos *et al.*, 2018). En 1932 se declara la “Zona Protectora Forestal Bosques de la Cañada de Contreras” con una extensión de 3,100 ha. Esta superficie incluye la parte alta de la cuenca del río, así como terrenos forestales de la hacienda La Cañada y del pueblo de la Magdalena. En esta declaratoria se precisa que la explotación de árboles se concederá con autorización, mientras que el aprovechamiento de leña muerta para consumo doméstico se permite (Vargas *et al.*, 2000).

A partir de la década de 1940, durante el gobierno de Manuel Ávila Camacho las ideas conservacionistas persistieron y coincidían con las de un sector de funcionarios que apostaban por la industria petrolera en lugar del carbón. Es por ello que, en 1947, se declara la “Zona de Protección Forestal del Río de la Magdalena” que comprende una faja de 12 km desde el nacimiento del río hacia aguas abajo y 500 m de anchura a cada lado de su cauce. Dicha área se concibe bajo un régimen de administración especial, la cual establece restricciones, condiciones o prohibiciones de uso sobre el manejo de los recursos naturales; sin embargo, el conocimiento de las reglas de operación es difuso y tiene limitantes en la ejecución de las mismas, tanto para las autoridades como para los comuneros (Jujnovsky, 2006).

El establecimiento de la veda a la tala en la Ciudad de México y la creciente idea en el imaginario social de que las comunidades no podían mantener los bosques con el mismo estándar que las papeleras, propicia la creación de la Ley de Unidad Industrial de Explotación Forestal en 1960 (Vitz, 2012; Ramos, 2018). Esta ley introduce las concesiones de los bosques bajo propiedad comunal a una empresa privada para su explotación. Esta determinación se justifica a partir de considerar, según su Artículo 13, como igualmente importante la conservación de tierras y aguas, y el suministro de materia prima necesaria para las industrias, como objeto de interés público. Así mismo, colocó a los bosques comunales y ejidales bajo la jurisdicción técnica del Estado. Así, las decisiones relativas a las cortas ya no corresponden a los propietarios, sino que el Estado dispone la fecha, la forma y la extensión de la corta. Esta ley protegía los intereses de la propiedad privada en el manejo de los bosques, lo cual se reflejó en que se cubría, principalmente, la demanda de madera de la fábrica de papel de Loreto y Peña Pobre (Huguet, 1953; Vargas *et al.*, 2000).

De acuerdo con los datos de tenencia de la tierra en la Ciudad de México, el proceso de crecimiento urbano en los años cuarenta se dio en los límites de la ciudad donde se localizaban terrenos de propiedad privada. A partir de los años cincuenta y sobre todo en los sesenta, el crecimiento se dio fundamentalmente sobre los poblados hasta entonces rurales, así como en los municipios conurbados, donde predominaba el tipo de tenencia ejidal y comunal. Para los años setenta, el crecimiento fue preponderadamente sobre terrenos ejidales y comunales. El crecimiento poblacional en las alcaldías donde se ubica el Suelo de Conservación, fue de doce veces entre 1950 y 1995 (Acosta, 2001; Fernández *et al.*, 2002).

En la Magdalena Contreras, el patrón de crecimiento fue similar. En los años cincuenta comienza el avance de la urbanización como respuesta a las necesidades de vivienda de la Ciudad de México. En un principio, la alcaldía aportó terrenos habitables de tenencia privada, pero ante el aumento de la demanda de vivienda en la ciudad y en la propia alcaldía, la zona ejidal entró a formar parte de los terrenos habitables (Acosta, 2001).

Tras la construcción del segundo tramo del Anillo Periférico en 1963, los asentamientos irregulares de la Ciudad de México se expandieron, absorbiendo algunos de los antiguos poblados de la Magdalena como San Bernabé Ocoatepec, La Magdalena Atlitlic

y San Nicolás Totolapan. A partir de 1970, se registró un fuerte incremento poblacional en el suelo urbano, por lo que la porción norte se incorporó a la ciudad, propiciando la creación de nuevas colonias y fraccionamientos. Además, surgieron líderes que vendían tierras a precios muy bajos (Fernández *et al.*, 2002). Los momentos de ocupación de predios, en 1980, se dieron de manera paralela al establecimiento de una zonificación territorial que dividía el área urbana de la no urbana, ésta última conocida actualmente como Suelo de Conservación (Aguilar, 2008)

A partir de 1982, en la zona oriente de la Magdalena se asentaron sectores de altos ingresos que han ocupado gran parte de la zona de amortiguamiento, que corresponde a la zona de protección forestal. La población de bajos ingresos se ubicó en la zona poniente, en terrenos accidentados de tipo comunal y ejidal, en su mayor parte sin servicios, aunque también había extensos espacios abiertos en las faldas de los cerros al poniente y sur, y gran cantidad de lotes baldíos dentro de la trama urbana. El área urbanizada, perteneciente a la alcaldía, era de aproximadamente 27%, y casi 80% correspondía al uso habitacional, mientras que la ocupación por servicios e industrias era menor. En 1982, de las 4,473 ha no urbanizadas, 1,040 ha correspondían a la zona de amortiguamiento y 3,433 ha a la zona de conservación (PPDU, 1982).

El cambio en las actividades económicas y el crecimiento urbano repercutió de manera importante en la distribución del agua. El cierre de diversas fábricas constituyó un golpe a las finanzas de la Junta de Aguas, por lo que comenzó una etapa de escasez presupuestaria que terminaría con su desaparición en los primeros años de 1980. La distribución del agua se modificó, los nuevos vecinos insistieron en eliminar los canales de riego pues ya no había actividad agrícola. Así fue que las autoridades capitalinas consideraron que el agua de río debía complementar el abasto de agua potable del surponiente de la Ciudad de México ante el crecimiento de las poblaciones de San Jerónimo Lídice, Contreras, San Ángel, San Nicolás Totolapan, Tizapán, El Batán, Otra Banda, Puente Sierra y Providencia (Ramos *et al.*, 2018). Sin embargo, en otras localidades existía una deficiente dotación de agua limpia, debido a la topografía y a los asentamientos irregulares que pueblan el Cerro del Judío, el Pueblo de San Bernabé y las barrancas limítrofes con Álvaro Obregón. Estas colonias se localizaban por arriba de la cota prevista para abastecimiento de agua mediante el sistema Lerma y también carecían de drenaje.

Además, estaban ubicadas en terrenos de pendientes pronunciadas y en áreas bajas de cuencas naturales, lo que facilitó que las aguas negras se mezclaran con los escurrimientos naturales, originando serios problemas de contaminación. Debido a ello, en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de 1982 se registró que 90% de las barrancas y afluentes estaban alterados por las descargas de aguas negras y desechos sólidos. Así mismo, se reportaron problemas de encharcamientos e inundaciones en época de lluvias (PPDU, 1982).

Por ser una alcaldía periférica, la densidad poblacional de la Magdalena Contreras debió ser baja, para que estas zonas funcionaran como áreas de transición con las zonas de amortiguamiento y de conservación. Desde dicho planteamiento, el Plan de Desarrollo de 1982 contemplaba una reestructuración de la vivienda y organización de los asentamientos humanos con el fin de proteger las áreas forestadas y las tierras altas (PPDU, 1982). Sin embargo, a inicios de 1990, se registran importantes incrementos en la densidad habitacional en algunas colonias de la alcaldía y se volvieron más evidentes los rezagos en materia de vialidad, equipamiento servicios e infraestructura urbanos (Fernández *et al.*, 2002).

En el 2000, el “Estudio para la recarga del acuífero en el Suelo de Conservación del Distrito Federal”, citado en Fernández *et al.*, (2002), señala que los asentamientos irregulares reportados en la alcaldía hasta ese año eran: Cazulco, Chichicarpa, Dinamos (Segundo Dinamo), El Gavillero, El Ocotil, Ixtlahualtongo, La Carbonera, Laderas de Sayula, Manantiales de Acuilotitla, Mina Vieja, Rancho Pachita, Subestación, Surco de Encinos, Tepetates, Tierra Colorada y Tierra Colorada en Ocotil.

Estos asentamientos generan enormes retos, pues su proceso de crecimiento implica cubrir la necesidad de acceso a tres servicios básicos:

- 1) Caminos y carreteras, que incrementan el atractivo en las zonas de amortiguamiento para convertirlas en zonas de asentamientos irregulares.
- 2) Acceso al agua, que puede resultar costoso, pues se da abasto a través de pipas. Debido a ello, los asentamientos que más crecen son aquellos cercanos a ríos, manantiales o zonas urbanizadas.
- 3) Acceso al servicio eléctrico, que comienza con conexiones irregulares y pasa con cierta rapidez al servicio regular.

Este fenómeno de crecimiento poblacional irregular y regular, es uno de los factores que pone en riesgo las zonas destinadas a la conservación. Por ejemplo, el Área Natural Protegida del río Magdalena, la cual presenta un traslape importante con el predio privado La Cañada, de 111.8 ha. Este predio es actualmente utilizado los comerciantes y paseantes, además de que presenta una fuerte presión de los asentamientos humanos irregulares de Cazulco y Laderas de Sayula, que han ido ganándole terreno a las zonas forestales (Fernández *et al.*, 2002).

La cuenca del río Magdalena atraviesa cuatro alcaldías de la Ciudad de México; sin embargo, la mayor extensión e influencia sociopolítica corresponde a Magdalena Contreras (Almeida-Leñero *et al.*, 2007). En la Magdalena Contreras, la porción noreste (parte baja de la cuenca) presentaba, en la primera década de 2000, una mayor densidad de la población y de vivienda que el resto de la alcaldía, menor ingreso mensual, mayor cantidad de viviendas construidas con materiales ligeros y sin piso recubierto, drenaje conectado a fosa séptica o barranca, o que no contaban con drenaje y menor cobertura de agua entubada; ello la convertiría en el área de mayor influencia humana directa y con mayor presión de uso; así mismo, la porción de la alcaldía con mayor marginación es la más cercana al río Magdalena (Almeida-Leñero *et al.*, 2007).

Complementando la demanda de vivienda, el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal publicado en el 2000 contradice el acuerdo y decreto plasmado en la declaratoria de la Zona Protectora Forestal Bosques de la Cañada, ya que establece como área natural protegida una superficie de 215 ha con categoría de zona protectora forestal, en lugar de las 3,100 ha previamente establecidas (Fernández *et al.*, 2002).

Por otra parte, de acuerdo con Almeida-Leñero *et al.* (2007), los actores sociales que intervienen en la apropiación y uso de los servicios ecosistémicos, y en la toma de decisiones de la cuenca se clasifican en seis grupos (Tabla 5). De estos, las autoridades y comuneros inciden fuertemente en el proceso de toma de decisiones de la cuenca, mientras que los restantes pueden clasificarse como usuarios. El actuar de los comuneros está regulado por la asamblea, que es la máxima autoridad de la comunidad para la toma de decisiones. La asamblea consiste en una reunión de comuneros cada mes e incluye la elección de representantes comunales y del comité de vigilancia, ambas instancias

conformadas por un presidente, un secretario y un tesorero; en la asamblea las elecciones se llevan a cabo cada tres años (Ramos, 2008).

Tabla 5. Actores sociales involucrados en la cuenca del río Magdalena. Fuente: Adaptado de Almeida-Leñero *et al.* (2007).

Grupo/Actor Social	Descripción
Autoridades	Federales. Comisión Nacional del Agua; Ciudad de México. Gobierno de la Ciudad de México; Secretaría del Medio Ambiente; Comisión de Recursos Naturales; Alcaldía Magdalena Contreras; Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del Distrito Federal (Zamora, 2018)
Núcleos Comunales y ejidatarios	Magdalena Atlitic. San Nicolás Totolapan San Mateo Tlatenango Santa Rosa Xochiac
Comerciantes	Dedicados principalmente a la venta de alimentos dentro del bosque de los Dinamos
Colonos	Habitantes con vivienda regular e irregular
Visitantes	Académicos, deportistas, paseantes, peregrinos, religiosos

Finalmente, en 2008, se generó el Plan Maestro de Manejo Integral y Aprovechamiento Sustentable de la Cuenca del Río Magdalena del Distrito Federal (GDF-UNAM, 2008), el cual se consolidó como un diagnóstico interdisciplinario que englobaba los distintos juicios sobre el estado actual de la cuenca del río. También incluía la participación social de los habitantes del área natural y urbana de la cuenca del río Magdalena, con la intención de integrar las preocupaciones vertidas en los diferentes talleres de planeación participativa organizados por la Secretaría del Medio Ambiente. Este plan buscaba transformar el uso y las representaciones sociales de los ríos, que han sido considerados parte del sistema de drenaje y un peligro para la salud pública (González *et al.*, 2010).

Perspectivas locales sobre los manantiales

Las entrevistas realizadas consideraron a un total de 25 mujeres y 20 hombres con un promedio de edad de 48 años. Las personas más jóvenes tenían edades entre 15 a 30 años (9

personas) y entre las personas que superaron los 60 años hubo una mujer con 83 años y un hombre de aproximadamente 70 años, ambos comuneros. Se aplicaron entrevistas a cinco grupos distintos: vecindados (4 hombres/11 mujeres), habitantes de asentamientos irregulares (1 hombre/2 mujeres), comuneros (6 hombres/8 mujeres), un ejidatario de San Nicolás Totolapan y servidores públicos (9 hombres/4 mujeres). Los servidores públicos locales entrevistados pertenecían al Departamento de Bomberos, Departamento de Conservación de Recursos Naturales de la Comisión de Recursos Naturales (Corena), Departamento de Asuntos Legales, Departamento de Vía Pública y Departamento de Sistema de Información Geográfica; así mismo, se entrevistó a concejales.

Las personas entrevistadas en este trabajo habitan muy diversas partes de la alcaldía Magdalena Contreras, lo que influye en su relación y conocimiento del bosque y los manantiales. Aunque se entrevistaron personas de cinco grupos diferentes (vecindados, comuneros, servidores públicos, habitantes de asentamientos irregulares y un ejidatario), es necesario considerar que hay diversidad al interior de estos grupos. Por ejemplo, los comuneros entrevistados se caracterizan por realizar diversas actividades productivas en la zona de reserva y fuera de ella, pero dentro de la demarcación. Entre los vecindados, llama la atención el caso de dos personas que heredaron el título de comuneros por parte del padre y abuelo, pero no ejercieron su derecho, ni asisten a las asambleas; también, el caso de una vecindada que pertenece al Consejo Mayor de pueblos de San Bernabé. Además, todos los vecindados entrevistados son personas que residen en la demarcación desde su nacimiento. Los servidores públicos, por su parte, trabajaban en diversas áreas del gobierno local y dos de ellos, pertenecientes al Departamento de Bomberos, residen fuera de la demarcación, uno vive en Cuajimalpa y el otro en Xochimilco.

A continuación, se presentan los resultados de las perspectivas y el conocimiento sobre los manantiales de los diversos grupos analizados. Este texto está organizado en función de los códigos que representan los diversos temas abordados en las entrevistas.

Existencia y ubicación de los manantiales

En términos generales, la mayoría de las personas reconocen la existencia de manantiales, aunque no necesariamente conozcan su ubicación. La cantidad de manantiales que suponen que existen van desde uno hasta 300. En los grupos de vecindados, habitantes de asentamientos irregulares y servidores públicos, la gente ha observado muy pocos

manantiales (entre 1 y 4); en cambio, el número de manantiales que conocen los comuneros está entre 4 y 15. Por su parte, el ejidatario ha visto al menos seis manantiales en San Nicolás y sabe de la existencia y ubicación de muchos más en ese mismo lugar y en toda la demarcación Magdalena Contreras. Pero en general, tanto los ejidatarios como los comuneros son los que mejor conocen estos cuerpos de agua:

*[...] Sí hay muchos, donde quiera que camines en el bosque hay manantiales -
Comunero-*

Pues ora sí que los que somos viejos y los que vivimos aquí hace años, pues sabemos ora sí de la existencia de esos manantiales. Porque como te digo que no todos los conocen –Comunera-

La gente los ubica en distintos lugares. La mayoría de los avecindados, servidores públicos y comuneros coinciden en que la mayoría de los manantiales están en el bosque de Los Dinamos, dentro de los bienes comunales, desde el primer dinamo hasta el cuarto. Fuera de la reserva, las personas los ubican en las colonias Rancho Pachita, en el Ocotál, Huayatlá, y en los pueblos de San Nicolás y en San Bernabé.

Sin embargo, entre los avecindados y servidores públicos, se encuentran personas que conocen menos sobre estos cuerpos de agua; las personas que ignoran la existencia de los manantiales (3 personas) pertenecen a estos dos grupos y se trata de personas jóvenes (15, 20 y 25 años). En estos dos grupos de entrevistados hay algunos (8 personas) que han escuchado sobre la existencia de los manantiales, pero nunca los han visto y no podrían asegurar que estos cuerpos de agua sean manantiales:

Como tal, no sé, pero supongo que sí [hay manantiales] –Servidora pública-

Estado de conservación de los manantiales

La mayoría de los comuneros, avecindados, servidores públicos y el ejidatario afirman que hay una fuerte relación entre el bosque y el agua de los manantiales. Para ellos, sin bosques no hay agua, porque éstos permiten que haya una mayor recarga de los acuíferos; consideran que el agua la “dan” los árboles. A pesar de que se concibe esta relación, también se plantea en sentido inverso, de forma que los manantiales mantienen al bosque, al ecosistema:

[...] el agua nace donde hay buena vegetación [...] la vegetación provoca la humedad, provoca que éstos, los mantos acuíferos se abastezcan en temporadas pluviales. Entonces, eso hace que se hagan los manantiales y haya siempre permanencia de agua toda la temporada. Pero por eso es importante que los bosques estén sanos, estén limpios, estén cuidados para que sigan manteniéndose los manantiales –Comunero-

Una cantidad de bosque denso captura más la lluvia y la lluvia la filtra, la filtran los bosques, las cubiertas, los arbustos, todo lo que es el bosque, lo que conforma el bosque, alimenta los mantos freáticos y les da buena calidad. Entonces si un bosque está saludable, si un bosque está bien denso, bien conformado con buena presencia de especies nativas capturan más la lluvia y la filtran de mejor manera. Depende completamente los afluentes de la calidad del bosque –Servidora pública-

Sin embargo, uno de los servidores públicos, no considera que exista una relación de dependencia entre el bosque y los manantiales. Además, al menos siete personas, la mayoría servidores públicos y avecindados, consideran que la existencia de los manantiales depende del bosque, pero no necesariamente articulan una explicación acerca de cómo es esta relación.

Quienes conocen más de la situación de conservación, en términos de la calidad del agua, son los comuneros y el ejidatario. Los servidores públicos (salvo uno), los avecindados y los habitantes de asentamientos irregulares tienen menos conocimiento sobre este tema y, en algunos casos, se refieren más bien a conocimiento o experiencias de su pasado (al menos hace 20 años). Aunque para algunos la calidad del agua no es buena, para la mayoría de los entrevistados, los manantiales están bien por el simple hecho de tener agua:

[...] muchos de ellos se mantienen [...] y hasta donde yo conozco siempre han tenido agua, no hay ninguna cuestión de contaminación ahí [...] como en el tercer dinamó hay un manantial permanente que siempre tiene agua y está en buenas condiciones – Servidor público-

Para al menos cuatro comuneros, la presencia de ajolotes en algunos de los manantiales indica que el agua de éstos es de buena calidad. El estado de conservación de los manantiales también se asocia con otros elementos; por ejemplo, con la presencia de plantas comestibles (como el berro) y medicinales (como la cola de caballo) que utilizan. También, los entrevistados asociaron la presencia de fauna silvestre con los manantiales, debido a que los animales (venados, ranas, culebreas de agua, aves y ardillas) dependen del agua; también asociaron la degradación de un manantial, con la ausencia de fauna silvestre y la presencia de fauna nociva:

[...] hasta ahorita está todo bien, está el ecosistema, está toda la fauna. Hay desde aves, conejos, venados muy arriba que yo no los he visto sólo cuando ya llegan acá abajo me ha tocado verlos-Comunera-

[...] un animal que esté enfocado o que se mantenga de los manantiales, pues muchísimos, [en] la barranca de Huayatla ahí hay manantiales y vas a ver muchos pájaros, muchos animales; [pero en otra] barranquita, que es Coconetla, como no tiene agua pues nada más ves ratas porque están los tiraderos de basura – Comunero-

Para la mayoría de los entrevistados, los manantiales mejor conservados son los que están inaccesibles porque no se ven o porque han sido cercados; también, comuneros, servidores públicos y vecindados hacen hincapié en los beneficios de los trabajos de mantenimiento – limpieza, chaponeo- que realizan los comuneros y ejidatarios sobre los manantiales. Para ellos, el cuidado de los manantiales es consecuencia del cuidado que los comuneros y ejidatarios hacen del bosque y del río.

Usos y acciones alrededor de los manantiales y el territorio

De acuerdo con los entrevistados, tres décadas atrás, la población originaria (conformada por comuneros, ejidatarios y vecindados –originarios- pertenecientes a la Magdalena Atlitic, San Nicolás y San Bernabé), hacía uso del agua de los manantiales de forma más frecuente y evidente que en la actualidad. Los usos del agua de manantial eran diversos en la zona, que comenzaba a ser urbana. Generalmente en las barrancas se destinaba para

actividades domésticas, principalmente para lavar ropa. Para asegurar el abastecimiento de agua; por ejemplo, en San Bernabé, las personas hacían diversos trabajos sobre los “ojos de agua”, como escarbar, ampliar la poza y represar con piedras; además cada cierto tiempo limpiaban de hojas o basura inorgánica que se depositaba sobre el cuerpo de agua. También, en algunos casos, los manantiales eran usados como fuente de agua para beber y cocinar.

En la actualidad, los usos más comunes en la zona de reserva, en terrenos de propiedad comunal y ejidal, y donde se ubican los asentamientos irregulares, incluyen la crianza de animales (como borregos, caballos y truchas), la agricultura, las actividades del hogar, el cuidado personal y el consumo. También se usa agua de los manantiales para cocinar y dar limpieza en los locales comerciales en la zona de reserva. Algunos vecindados han usado los manantiales con fines recreativos y, tanto vecindados como comuneros, han utilizado el agua que escurre en la colonia Rancho Pachita para llenar sus garrafones cuando el suministro de agua limpia escasea en su colonia. En un caso, una comunera usaba el agua de los manantiales para preparar herbolaria y terapia floral.

Entre las acciones que se realizan, de manera general (por comuneros y ejidatarios), está la limpieza, que consiste en quitar hojas y ramas en y alrededor de los manantiales, como parte de las faenas; la vigilancia y cercamiento de al menos tres manantiales en la zona de reserva (La Bodega, Tres Cajas y Apapaxtla) y el cercamiento de algunos manantiales en el ejido de San Nicolás.

En el ejido de San Nicolás, existe la venta de “horarios” de los ejidatarios a los habitantes de asentamientos irregulares, lo cual consiste en la venta de agua por cierto número de horas. Cuando un habitante de asentamiento irregular negocia el abastecimiento con un ejidatario, el comprador apoya en la limpieza del cuerpo de agua, hace labores de reparación y colocación de mangueras que les surten de agua; unos pueden hacerlo como un favor al ejidatario y otros están obligados a colaborar, pues sólo así les abastecen de agua. De acuerdo con algunos comuneros, la venta de agua también existe en los bienes comunales, pero no se especificó a quién se vende.

La instalación de tomas de agua a través de mangueras puede darse con o sin el permiso del presidente de bienes comunales o ejidales (“comisariado”), de los ejidatarios o de los comuneros. Quienes lo hacen necesitan perforar pozos, colocar tubos o mangueras

para extraer el agua; esto ocurre en San Nicolás y llegó a suceder en repetidas ocasiones en la colonia El Ocotal.

Otros actores relevantes que inciden en los cuerpos de agua mediante el desarrollo de acciones diversas son las instituciones gubernamentales. Estas intervenciones iniciaron hace décadas. Por ejemplo, existen represas construidas por las fábricas cuando se hacía uso del agua del río para la industria, todavía algunas de estas son utilizadas por los comuneros. Actualmente, el gobierno de la alcaldía desarrolla diversas acciones, como la construcción de cisternas y la instalación de tuberías para almacenar y distribuir el agua de algunos manantiales. Por ejemplo, de acuerdo con algunos testimonios, la alcaldía construyó un tanque que almacena el agua del manantial Potrero, el cual surte de agua a los asentamientos de San Nicolás.

Otra forma de incidir en los manantiales es a través de la organización para su protección o defensa de manera colectiva. Entre las actividades colectivas más comunes están la limpieza de los manantiales y la recolección de basura. Sin embargo, varios testimonios muestran que la mayor parte de estas acciones se centran en el río, ya sea recolección de basura o reforestación, tanto comunal como gubernamental. Pocos entrevistados, comuneros y el ejidatario, se han involucrado en proponer proyectos o en exigir a la autoridad la protección de los manantiales. Entre los ejemplos de acción colectiva destaca el caso de los manantiales de la colonia Huayatla, en la zona urbana, donde una asociación civil (a la que pertenece un entrevistado), ha realizado propuestas para “rescatar” la barranca, entre otras acciones. También destaca el caso de los manantiales en los que hay presencia de ajolotes, en la zona de reserva. En ellos, los comuneros piensan proponer una “Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre” (UMA) para lo cual buscarán el apoyo de instituciones académicas y gubernamentales. Sin embargo, algunos entrevistados (ejidatario, comunero perteneciente a asociación civil y comuneras no comerciantes), hacen hincapié en las dificultades que enfrenta impulsar proyectos en la zona o lograr que presten atención a una petición o exigencia. Por un lado, los proyectos carecen de continuidad debido a cambios administrativos, tanto gubernamentales como de las autoridades ejidales y comunales; por otro lado, varios perciben falta de interés gubernamental en apoyar proyectos, pues los representantes gubernamentales no trabajan junto con ellos, sino que ya quieren los

proyectos listos. Así mismo, enfatizaron que los lineamientos de los programas y las peticiones de la comunidad priorizan el río, el bosque y la protección de barrancas:

No ha habido un proyecto como tal ni en San Bernabé, ni en La Magdalena, ni en San Nicolás, ninguno de los que contamos con manantiales hemos tenido esa capacidad nosotros de poder llevar a cabo esos proyectos, que se vea un beneficio tangible ¿no?, o sea decir: mira este proyecto de proteja su manantial nos está abasteciendo de agua a todos estos vecinos de las colonias tales ¿no?; no ha habido –Comunero-

Entre los avecindados y los habitantes de asentamientos irregulares, la organización social para atender los manantiales es prácticamente inexistente, ya sea porque no les ha despertado interés, porque no saben dónde están o porque consideran que los comuneros y ejidatarios son los encargados de hacerlo. También, de acuerdo con los comentarios de una avecindada y de una habitante de asentamiento irregular, se tiene la impresión de que no se puede participar porque los comuneros o ejidatarios no permiten que la gente externa se involucre en el manejo de los cuerpos de agua y del ecosistema.

Regulación de la zona de conservación y de los manantiales

Para comprender la regulación sobre el acceso y uso de los manantiales, es necesario comprender la situación general de regulación de la zona de conservación y del espacio periurbano. Para los comuneros, la intervención gubernamental más importante fue la reubicación que vivieron hace más de 50 años. En aquel tiempo, en el segundo dinamo comenzaba a consolidarse una colonia, llamada San José de los Dinamos, ya contaba con una escuela (en la actualidad funciona como un Centro de Educación Ambiental), un deportivo y una iglesia. Sin embargo, la expansión poblacional y la invasión de tierras por personas ajenas a la comunidad, hizo que los comuneros llegaran a un acuerdo con la autoridad para ser reubicados en la colonia Atacaxco. Pero, de acuerdo con una comunera, muchos de los que llegaron a acuerdos no eran comuneros y cuando les dieron su lugar en la colonia, vendieron y se fueron. Para ella misma, este es un tema “muy fuerte” porque, aunque fue un acto para conservar, en la actualidad el bosque está cada vez más pequeño, más invadido.

La expansión poblacional es un tema central. De acuerdo con lo expresado por el ejidatario, las tierras y la asignación de terrenos no están realmente vigiladas. Él cuenta que un comisariado comenzó a lotificar, a partir de lo cual, los demás también lo hicieron. Así, se empezó a meter gente y, en poco tiempo, la repartición abarcaba hasta la alcaldía de Tlalpan. La asignación de terrenos de manera irregular se incrementó dado que algunas personas han vendido incluso sin ser dueños. Una de las formas de regulación territorial gubernamental, han sido los operativos de la Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA) con el fin de notificar a la gente que reside en asentamientos irregulares; “pero sacar a la gente es difícil”, según un servidor público. En síntesis, la consolidación de asentamientos humanos de manera “ilegal”, se ha logrado a través de la compra de terrenos a los comuneros o ejidatarios, a personas ajenas a la comunidad o por invasiones forzadas. Este tipo de asentamientos se caracterizan por tener un crecimiento “hormiga”, es decir que crecen poco a poco.

Si bien se reconoce la participación de la SEDEMA, a través de la Comisión de Recursos Naturales (CORENA), mediante un conjunto de acciones como la contención y combate de incendios forestales, obras de conservación de suelo y agua en el Suelo de Conservación, y reforestación, según el ejidatario, no hay suficiente seguimiento y control; por ejemplo, los árboles plantados en la reforestación han sido utilizados para la construcción de casas. Por otro lado, hay opiniones divididas sobre la regulación del aprovechamiento de la madera. Quienes requieren utilizar madera vieja y seca necesitan solicitar permiso del comisariado y de la alcaldía; pero, para otros, la omisión institucional es evidente cuando se observa “cómo bajan con cargamentos considerables de madera “buena” y las casetas de vigilancia no hacen nada. Incluso, un servidor público denuncia faltas en el manejo de los recursos maderables por parte de otros servidores públicos que laboran en la alcaldía:

De repente derribaban [los árboles] y decía “bueno fue en el Suelo de Conservación, pues los derribaron por x o y razón, [esos árboles] se dejan porque esos se reintegran a los procesos del suelo”. Pero no, el problema es [después] que ya no había nada, entonces a ¿dónde fue a dar eso? Pues a convertirlos en tablas y lo hacían [en dependencias de la alcaldía], ahí con motosierras y todo eso, llegaba el jefe y decía “necesito dos tablonos de tales dimensiones”, y los trabajadores se

dedicaban a elaborarle los tablonés porque alguien se los había pedido –Servidor público-

En cuanto a los manantiales, en general hay poco conocimiento sobre a quién corresponde la regulación, de forma que se plantean diversas alternativas. Varios comuneros y servidores públicos consideraron que, de estar regulados, correspondería a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), a la CORENA, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), a la SEDEMA o a la CORENA; adicionalmente, un concejal indicó que la Secretaría de la Defensa también podría estar vinculada. Sólo un servidor público indicó con seguridad que la regulación de los manantiales está a cargo del Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX) y de la CONAGUA, aunque este control no se considera estricto. Esta percepción de protección institucional, como dijeron al menos cuatro servidores públicos, tiene como base la lógica de que si los bosques están incluidos en un área protegida, existe conservación y regulación de alguna manera, pero no se establece con precisión la institución responsable. Por otra parte, los testimonios indican que la participación gubernamental en la regulación de los cuerpos de agua está más relacionada con el cercamiento e instalación de tuberías y cisternas, principalmente de la zona urbana. Así mismo, impera en la percepción de algunos servidores públicos y vecindados, que el agua es un bien que constitucionalmente es propiedad de la nación, por lo que la responsabilidad corresponde al gobierno federal.

En adición, algunos servidores públicos y vecindados consideran que los comuneros y ejidatarios son actores importantes en la gestión de los manantiales y de los recursos de la zona en general. Los comuneros son conscientes de este papel; por ejemplo, uno de ellos indicó que la asamblea debe dar su anuencia para que el gobierno pueda entrar a la zona de reserva para realizar cualquier tipo de trabajo. Así, como indicaron el ejidatario y un habitante irregular, los ejidatarios y comuneros han autorizado muchas prácticas en el territorio, como la implementación de programas agroforestales o instalación de tanques-cisterna. Sin embargo, muchas de estas decisiones se toman en asambleas con baja participación; tal es el caso de San Nicolás, ya que, según el ejidatario, a la asamblea ejidal

asisten en promedio 120 de 360 personas registradas en el padrón. En el caso de La Magdalena Atlitic, el porcentaje de asistencia es aún menor.

Finalmente, tres de los entrevistados ignoran si hay regulación de los manantiales, ni de quién es la responsabilidad. Otros seis afirman que no hay intervención gubernamental en relación con los manantiales y mucho menos en la zona de reserva. Y de manera más general, un comunero expresó que no siempre se puede contar con el apoyo institucional para realizar trabajos de protección.

Elementos que afectan a los manantiales y su entorno

Los entrevistados lanzaron acusaciones a los diversos grupos que inciden en el territorio. Los vecindados, comuneros (tanto comerciantes, como no comerciantes), así como servidores públicos consideran que las afectaciones sobre los manantiales en la zona de reserva son provocadas por los distintos grupos (comuneros, vecindados, habitantes de asentamientos irregulares, y gente externa a la comunidad). Una de las afectaciones más importantes es la contaminación a través de la disposición de desechos sólidos-como las bolsas plásticas, botellas de PET, colillas de cigarro o leña quemada- cerca o en los cuerpos de agua, la realización de prácticas de culto en el origen o nacientes de los manantiales, bañarse dentro de ellos o bañar mascotas. También ha resultado problemático el abandono de mascotas, sobre todo de perros, que representan, para la mayoría de los comuneros, una fuente de contaminación por sus desechos y cuando mueren. Ahora bien, un grupo señalado de manera consistente por comuneros no comerciantes, vecindados y servidores públicos que afecta a los manantiales y el bosque, es el de los comerciantes. Se sugiere que ellos contaminan al desechar agua utilizada para lavar los utensilios con los que brindan el servicio de comida, cerca de los ojos de agua (manantiales) y el río. Por otra parte, los criaderos de truchas también son vistos como un factor de alteración de la calidad del agua. Finalmente, algunos vecindados culpan a los comuneros por permitir y realizar ese tipo de actividades y los sitúan como un problema dentro del bosque.

Aunque las entrevistas arrojaron acusaciones entre grupos locales, los comuneros, vecindados y servidores públicos coinciden en que los turistas, cuyo número ha incrementado, son el principal problema, pues hacen un uso inadecuado y poco controlado de la zona. Por ejemplo, el turismo que llega a los diferentes puntos de la zona de reserva,

con el fin de meterse a bañar en distintos cuerpos de agua, principalmente el río Magdalena, durante las festividades de Semana Santa; así como las personas que participan en la ruta que conduce a Chalma durante la misma festividad. Fuera de la zona de reserva, la contaminación por desechos orgánicos e inorgánicos aumenta considerablemente y, de acuerdo con testimonios de vecindados, estos residuos han propiciado la degradación de las barrancas, de los escurrimientos y han tapado ojos de agua.

Igualmente, entre las prácticas que se consideran nocivas para los ojos de agua y el ecosistema, dentro y fuera de la zona de reserva, están los incendios provocados (algunos ocasionados por la quema de cultivos); la tala ilegal, reportada tanto por el ejidatario, como por algunos servidores públicos; y el libre pastoreo que se desarrolla en San Bernabé, San Nicolás y La Magdalena Atlitic, que se relaciona con el deterioro de los proyectos de reforestación y con la contaminación por heces fecales. Todo ello repercute en la calidad y cantidad del agua.

Por otra parte, la “sobrepoblación” es vista como una de las grandes amenazas a los manantiales y a los bosques que existen dentro y fuera de la zona de reserva. Los asentamientos establecidos, de forma legítima o ilegítima, preocupan en términos de la demanda de agua y territorio, pues generan modificaciones al entorno. La demanda de agua se refleja en la introducción de tuberías por parte de la alcaldía o cuando los asentamientos irregulares introducen mangueras de forma arbitraria. Esto, de acuerdo con testimonios de servidores públicos y del ejidatario, ha provocado y podría continuar provocando que los manantiales se sequen:

Ahora también el problema es que por donde quiera están explotando los ojos de agua- Ejidatario-

En otros casos, los asentamientos irregulares constituyen un foco de contaminación al no estar conectados al drenaje o por hacer una inadecuada disposición de residuos orgánicos e inorgánicos. Un servidor público explicó el caso de la colonia Tierra Colorada, en San Nicolás, la cual ha crecido ostensiblemente y ahora el problema que enfrenta la alcaldía es “qué hacer con al menos 300 familias que se encuentran en una zona de riesgo y en colindancia con áreas de reserva”. El ejidatario agregó información al respecto:

El problema es de que ahorita ya están súper explotados [los manantiales], por ejemplo acá en Tierra Colorada, también había, para arriba de Tierra Colorada es una cañada, ahí también había bastante agua, ahora la bronca es que tiene un montón de mangueras. Ahorita, por ejemplo, como en este tiempo ya casi no hay agua, por ahí pasan tubos, tubos de agua para San Nicolás, los cortan, meten una reducción y ya luego tienen agua de ahí -Ejidatario-

Otro servidor público expresó que la necesidad de vivienda va acabando con el bosque. Situación corroborada por un habitante irregular de la zona de San Nicolás, quien explicó que, aunque la alcaldía intente frenar el crecimiento de la mancha urbana, “la necesidad de la gente los impulsa a construir un cuartito” y que se complementa con el testimonio de una habitante en la misma situación:

Pues es que mucha gente no está aquí por gusto, sino por la necesidad, porque si se da cuenta carece, se carece aquí de muchas cosas y por ahí abajo no puede solventar, o no hay donde porque está todo saturado y si encuentra, encuentran a un costo muy alto – Mujer habitante de asentamiento irregular-

Las relaciones entre los distintos grupos también se mencionan como elementos que amenazan estos sistemas. Tanto servidores públicos como comuneros recalcan la importancia de los conflictos intracomunitarios y entre las comunidades y las instituciones gubernamentales. Algunos servidores públicos, también, mencionan la ausencia de normatividad y la falta de coordinación de los trabajos de conservación entre las distintas instancias gubernamentales, tanto a nivel local como federal, como factores que agravan las diversas amenazas. Ejemplo de desacuerdos se reflejan en los siguientes testimonios:

[...] hay algo que a mí me inquieta mucho, que dicen que van a hacer una zona comunal y que la están viendo dónde va a ser; entonces, eso también me inquieta mucho [...]. Yo supe de un primo que vive en Carbonera, que iban a darle, no sé cuántas hectáreas iban a agarrar para habitación, para que sea una zona comunal. Ojalá y la nueva administración logre negociar que no se haga. – Comunera-

Hay problemas de litigio, problemas internos en los núcleos agrarios que no permiten revisar las acciones de restauración y conservación de los bosques de aquí de la Ciudad de México –Servidor público-

Finalmente, entre las afectaciones hacia los manantiales se mencionó a la ciudad misma, por la contaminación atmosférica que se mueve desde las zonas urbanas hacia la zona de reserva. Otras amenazas que no están asociadas a un actor particular son los incendios naturales en época de estiaje, así como la presencia de los árboles enfermos o que no son nativos, los cuales son percibidos por los comuneros como árboles que absorben más agua de la que permiten que se infiltre.

Formas y limitaciones en el acceso a los manantiales

El acceso al agua de los manantiales podría considerarse amplio, pues el agua de varios de los tanques que abastecen de agua para uso y consumo humano a la demarcación proviene de éstos. Así mismo, porque para los habitantes de asentamientos irregulares y algunos comuneros, su sustento depende completamente del agua de los manantiales. No obstante, el suministro a través de la red pública puede estar limitada cuando se presentan cortes en el suministro como consecuencia del mantenimiento a la red del sistema Cutzamala, realizadas por el gobierno de la Ciudad de México. También se mencionó que la distribución de agua a través de la red pública es por tandeo y en algunas colonias el suministro es mediante pipas.

En cuanto al acceso físico que se puede ejercer sobre los cuerpos de agua depende de quién desee acercarse a los manantiales y de su intención. Una de las comuneras de mayor edad indicó de manera enérgica que está prohibido sacar agua de los manantiales y mucho menos mostrarlos. Por el contrario, los comuneros comerciantes ocupan el agua de diversos manantiales sin restricción y, según sus testimonios, la mayoría de los comuneros, si no es que todos, tienen acceso:

[Los manantiales] son de la comunidad. Pues sí, nadie se puede venir a adueñar de algo que no es de uno, somos dueños sí, pero de todo, somos todos no nada más uno
–Comunero-

Todo, todo mundo tiene acceso a los manantiales pueden venir a tomar agua, a llevarse agua –Comunero-

A pesar de estas afirmaciones, los comuneros no comerciantes dentro de la zona indican que algunos manantiales han sido cercados, lo cual limita el acceso. Por otra parte, algunos servidores públicos consideran que el acceso para ellos es restringido en algunas áreas, pues al ser terrenos comunales no siempre les dan acceso al bosque o a los manantiales. Muchos de los servidores públicos que conocen los manantiales, lo deben a que los comuneros los llevan en brigadas de protección civil y contra incendios. El acceso a la zona de reserva y a los manantiales no es abierto:

En algunas áreas, como son sus terrenos no nos dan acceso. Porque en otras áreas si hay acceso –Servidor público-

Muchas veces la alcaldía [...] no puede pasar si no es por permiso o autorización de ellos, de estas personas que se encargan de esa parte de la zona ecológica – Servidor público-

Los manantiales a los que la población comunera y vecindada tiene acceso son los que escurren fuera de la zona de conservación, en la zona periurbana de San Bernabé, de San Jerónimo o de San Nicolás. En la mayoría de los casos los manantiales están o estuvieron cerca de sus viviendas. Los vecindados han tenido acceso a los manantiales de la zona de reserva, por ejemplo durante alguna visita recreativa a las zonas de libre acceso.

[...] De hecho mucho tiempo la colonia del Ocotál nos abastecimos de esa agua, de los manantiales –Comunero-

[...] algunos que estaban a las márgenes y me acuerdo de que estaban protegidos de, no estaban así, estaban cubiertos como que no se ve que la gente tenga mucho acceso a estar yendo y viniendo –Vecindada-

En San Nicolás, los manantiales son del ejido y el agua que se usa en varias zonas del pueblo proviene de tanques de almacenamiento que se abastecen de manantiales. Sin

embargo, el acceso a los cuerpos de agua está controlado por los ejidatarios y por la alcaldía. Para usar el agua de los manantiales, los ejidatarios deben solicitar permiso al presidente de bienes ejidales. Por otro lado, algunos manantiales se ubican dentro de las parcelas de los ejidatarios, están cercados y, por lo tanto, son aprovechados por ellos mismos. Esto les permite dar acceso al agua a otros, como a habitantes de asentamientos irregulares a cambio de una cuota; en este caso, el acceso se da un número de horas establecido en el que reciben agua (horario). Sin embargo, esta situación es reciente, pues hace un par de décadas, el acceso tanto para ejidatarios, como para la comunidad y para algunos asentamientos irregulares era libre.

Conflictos asociados al acceso y regulación de los manantiales

Las interacciones entre los diversos actores alrededor del territorio y del uso de los manantiales han dado origen de diversos conflictos y se mantienen como causas potenciales de otros. Entre los entrevistados, son los comuneros no comerciantes y el ejidatario, quienes aceptan la existencia de conflictos, la mayoría relacionados con intereses políticos e individuales dentro de la comunidad y entre los distintos núcleos agrarios (San Bernabé, San Nicolás y La Magdalena Atlitic).

Es más, ninguno, ninguno dice “vamos a hacer esto en beneficio de todos” no, puros beneficios personales –Ejidatario-

Por su parte, los conflictos entre comuneros y la alcaldía han ocurrido debido a que la alcaldía ha buscado introducir tubería, para canalizar agua de los manantiales y del río, pero algunos comuneros se han opuesto y han detenido las obras. De acuerdo con algunos testimonios, los comuneros no siempre son considerados en la toma de decisiones sobre las intervenciones que se buscan hacer en los manantiales. En muchas ocasiones, no se les informa ni se solicita permiso a la presidencia de bienes comunales para realizar obras. Además, existe desconfianza generalizada hacia las instituciones, pues se supone que “el gobierno” quiere entubar el agua para llevarla a otro sitio, a zonas que ellos consideran de alto nivel económico, como la colonia de Santa Fe Cuajimalpa en la alcaldía de Cuajimalpa, mientras que ellos carecen del líquido. Por ejemplo, algunos comuneros están molestos con la alcaldía y con presidentes de bienes comunales, por permitir el

entubamiento y desvío del agua del manantial Potrero, hacia San Nicolás, hace 30 años. En particular, se hace hincapié en que la alcaldía se niega a explicar hacia dónde redirigirá el agua:

*[...] el gobierno tiene el deber de apoyar y el derecho de hacer esa repartición de agua, pero que beneficie al pueblo. Pero aquí no hemos tenido ese beneficio, [...], se beneficia una persona, pero no la comunidad, que debe ser la comunidad que se beneficie –
Comunera-*

Hace como cuatro años, acá en la Rosita, la delegación pues llevaba los tubos, tubos negros grandotes, yo [y otros] fuimos y se lo paramos, cortamos los tubos y ya no volvieron a regresar. Que un permiso, de dónde agarro yo el permiso, les cortamos no el agua, sino les paramos su trabajo –Comunero-

Se supone que dejábamos que entubaran un ojo de agua que había en ese momento, muy grande, porque el agua la tenían que cruzar lo que era todo el pueblo de La Carbonera, El Ocotil, San Bernabé, Oyamel y todas las colonias cruzarla, para poderla llevar a Santa Fe. Entonces se clausuró toda esa obra, entonces resulta que la volvieron a entubar, digo por el camino que estaba marcado no se permitió, ya después la volvieron a bajar por otro lado, con eso de la supervía sí se robaron el agua porque la agarraron de ahí –Comunera-

En los terrenos ejidales, de acuerdo con el testimonio del entrevistado, ha habido diversos conflictos. Menciona negociaciones “corruptas” del presidente de bienes ejidales con la alcaldía, que afectan a los ejidatarios de San Nicolás, porque dan y quitan el agua según convenga, puesto que el aprovechamiento del agua de los manantiales se da sólo con permiso del comisariado. También se generan conflictos entre ejidatarios, sobre todo con aquellos que perforan e instalan tubos o mangueras, o cercan los cuerpos de agua para su propio beneficio -consumo personal o para venta-.

[...] a lo mejor apoyo a alguien, pero me está afectando los manantiales y todo por atrás lo estoy apoyando, donde está la congruencia ¿no?, después nos quejamos, que no hacen esto, que el gobierno hace aquello cuando estamos provocando que no se hagan

las acciones necesarias para proteger los manantiales y esa agua aprovecharla al máximo –Ejidatario-

En términos de quién posee las tierras, en terrenos comunales y ejidales existen tensiones que podrían generar conflictos futuros, debido a la sucesión de los derechos sobre la tierra a los hijos. Los hijos, según varios entrevistados, no están involucrados o interesados en trabajar la tierra y terminan vendiendo la parte que les corresponde. Como consecuencia, se pierde el territorio ejidal o comunal y propicia el crecimiento (irregular) de la mancha urbana en las zonas de cultivo y de bosque. Ello, a su vez, ha provocado conflictos entre las autoridades y los individuos que compran de forma ilegal.

En cuanto a la perspectiva de los servidores públicos, los conflictos son vistos desde una perspectiva distinta y depende del cargo. Desde el punto de vista de un servidor público, los conflictos se relacionan con una disputa por la posesión del agua y del territorio como pueblos originarios:

Los comuneros y los núcleos agrarios, tanto como comuneros, como ejidos están reclamando y ahora es más fuerte, ahorita están reclamando mucho y están solicitando que se les retribuya un pago por hacer este uso de esta agua, por sus manantiales. Y tienen razón, estos manantiales son de ellos, son de los núcleos agrarios y más que nada a veces los núcleos agrarios no tienen aprovechamiento de estos manantiales. Hay muchos poblados de aquí que no tienen agua y son dueños de los manantiales. Pero qué pasa, [las instituciones] los entuban y los llevan hacia la ciudad, hacia la parte urbana pero no les dotaron aquí de agua, a la gente de los núcleos agrarios. Entonces, pues sí están reclamando y hay problemas, hay diferencias y problemas internos [...] que se tienen con los núcleos agrarios, tanto con el gobierno como con la ciudadanía de la Ciudad de México –Servidor público-

Esta disputa, reconocida por algunos servidores públicos, ha llevado a los ejidatarios o comuneros a cercar y tratar de controlar el agua del territorio. Sin embargo, en otros casos, se percibe que los comuneros y ejidatarios negocian con las autoridades para la aplicación de la regulación de forma discrecional; es decir, exigen la intervención del gobierno de la alcaldía cuando se presentan conflictos con otros grupos agrarios o con los

habitantes de la zona periurbana, pero evitan que la misma normatividad se aplique hacia ellos, sobre todo en la zona de reserva o ejidal. Como lo explica un servidor público:

[...] abusan de su condición de originarios y argumentan su vínculo cultural con el espacio para explotarlo tan arriba como puedan sin importarle realmente el valor – Servidor público-

Generalmente, los habitantes de asentamientos irregulares no se involucran directamente en conflictos, pues de ello depende su acceso al agua. Una mujer perteneciente a este grupo relató que en algún momento quiso adquirir otro horario de agua, con un ejidatario distinto al que ya le suministraba, pero este se negó y ella no quiso pelear. Pero sí externaba que, aunque no quisiera darle más agua a ella, se la asignara a otros que la necesitaban, en lugar de dejar que se “desperdiciara”. Así mismo, los habitantes de asentamientos irregulares saben que los acuerdos se dan entre los comisariados y la alcaldía.

[...] los ejidatarios son los que traen sus mangueras y entonces no toda la gente tiene acceso a ese tipo de ojitos más que los ejidatarios o sacar un permiso directamente con el comisario ejidal y es para ver si nos da permiso de traer la manguera –Mujer habitante de asentamiento irregular-

Finalmente, los vecindados no perciben la existencia de conflictos, pues no están involucrados en estos problemas de acceso al agua. Generalmente, desconocen las negociaciones e intervenciones, así como si éstas son o no arbitrarias. Lo único que algunas personas de mayor edad (50-60 años) han observado, es que el acceso a los manantiales que pudieron experimentar en su infancia se ha restringido mucho, lo que les genera disgusto. Finalmente, algunos comuneros comerciantes no reconocen la existencia de conflictos graves por el uso del agua de los manantiales, al menos no dentro de la zona y entre comerciantes.

En los manantiales hasta ahorita no tenemos conflicto, dentro de la comunidad no. No hay quien diga este es mío déjalo. No hay conflicto fuerte, no lo ha habido-Comunero comerciante-

Algunos significados del río Magdalena y los manantiales

El río Magdalena es emblemático para los habitantes de la cuenca, y esta opinión es compartida entre comuneros, vecindados y servidores públicos; pero esto no parece ser igual para los habitantes de San Nicolás, pues no fue expresado por el ejidatario ni por los habitantes de asentamientos irregulares. El río Magdalena está relacionado, principalmente, con la identidad de la comunidad de La Magdalena Atlitlic y con ciertas formas de vida, pues muchos viven de él, como los comerciantes, que dependen del bosque y el río, en la medida en que éstos atraen al turismo.

Los significados de los manantiales parecen más difusos, en comparación con los del río. Varios entrevistados (17) aseguran que existe una relación entre los manantiales y el río, en el sentido de que éstos lo alimentan a través de diferentes escurrimientos y porque constituyen su origen; otros tantos (12) sólo suponen la misma relación por lo que han escuchado, pero se notó cierta duda cuando reflexionaron al respecto. En el grupo de vecindados, sólo dos desconocen si hay relación entre los manantiales y el río Magdalena. Quienes aseguran una relación son los comuneros comerciantes y no comerciantes, seguidos por los servidores públicos y los vecindados, aunque de estos últimos, la proporción es más baja:

*[...] para que se haga el río debe haber agua y el agua nace de los manantiales –
Comunero-*

Al menos para dos personas (un comunero y un servidor público), los manantiales de la cuenca del río Magdalena son importantes para el abasto de agua. Para otras tres personas (comunero, servidor público y vecindado), los manantiales representan riqueza, por el agua que generan y que, al ser un bien común que proporciona la naturaleza debe ser aprovechada por la población, pues el agua significa progreso y bienestar. Un servidor público de manera muy general indicó que los manantiales son importantes en la medida en que siguen siendo una de las fuentes más importantes para el abasto de agua de los pozos de extracción y tanques de almacenamiento de la ciudad.

Para los demás entrevistados, el significado se categoriza de las siguientes maneras: los manantiales “son el todo”, son “mi casa”, “son algo de gran valor” y “son lo más

importante”. Esta importancia se relaciona con la defensa del Suelo de Conservación, en el caso de un servidor público. También el valor personal que se adjudica a los manantiales se relaciona con la satisfacción, bienestar mental y salud debido a que la gente “disfruta la naturaleza”, se emociona al ver los manantiales y quienes tomaron agua de ellos, como el caso de una comunera, lo relacionan con su buena salud.

También la valorización se correlaciona con un sentimiento de pertenencia, los manantiales importan porque pertenecen al ecosistema que brinda agua y humedad, también se ven como “parte de lo que somos”, de donde se obtiene agua, alimento y fuentes de empleo. Consideran que son significativos para la comunidad, para los pueblos de la Magdalena, San Nicolás y San Bernabé. Para una comunera los manantiales son importantes porque ahí nació, jugó y creció; por su parte, para una servidora pública, el manantial que nacía cerca de su casa le generaba un sentimiento de pertenencia/identidad hacia el lugar donde vivía.

Este sentido de pertenencia se refuerza en el hecho de que los asentamientos se establecieron cerca de los cuerpos de agua y porque los pueblos se abastecían principalmente de los manantiales, situación que vivieron varios comuneros, servidores públicos y vecindados; también, en muchos otros casos, continúa siendo su principal fuente de abastecimiento.

La gente está muy relacionada con los manantiales, [...] los afluentes son los que han establecido los poblados, por ejemplo, San Nicolás, San Bernabé se han establecido, la misma Magdalena se ha establecido donde están los afluentes de agua, donde están los cuerpos de agua. ¿Por qué se establecen ahí? Pues por la necesidad, necesitamos agua, necesitamos de qué vivir y el agua es básica para la vida de los pueblos –Servidor público-

En otro sentido, los significados se centran en la relación de los manantiales con la vida. El ecosistema es visto como un ente vivo, cuando mencionan que la tierra tiene venas y por ellas corre el agua de los manantiales, “agua viva”. Los manantiales se visualizan como un generador de vida: “sin agua no hay vida”, “el manantial significa vida”. Su existencia es relevante para la vida del bosque, de los pueblos y de la ciudad. Para otros

tantos, seis personas, el agua de los manantiales significa pureza, pues tiene todos los beneficios de la tierra, como lo muestran los siguientes testimonios:

[...] es parte de nuestro entorno y sabemos que mientras sigan existiendo [...] los manantiales, va a existir la vida, tanto humana, como de los animales –Servidor público-

Pues es vida, porque pues hay muchos animales aquí todavía, está el ecosistema y se mantiene vivo gracias a esos manantiales. Si no pues ya estuviera todo desértico, pues en muy mal estado –Comunera-

Para algunos, los manantiales curan. Un comunero cuenta que los animales y las personas se acercan a los manantiales buscando sanar heridas o enfermedades. También se menciona que las envidias o un mal manejo, “una mala mano”, secan los manantiales; el ejidatario no cree mucho en eso, pero es lo que se dice. Una habitante de asentamiento irregular de San Nicolás comentó que las tradiciones de su pueblo dictan introducir una botella con agua de mar y arena en donde nace el agua, para que de esa forma se “llame” más agua.

En sentido religioso, se sabe por experiencia de dos vecindadas y una comunera que:

- 1) Cuando los pobladores se daban cuenta de que estaba brotando el agua, ellos escarbaban más. Pero antes de escarbar para descubrir el manantial bailaban y pedían permiso, hacían fiesta, comida. El proceso generalmente duraba semanas, pues sólo hacían los trabajos en fin de semana; también se involucraba a los niños y los trabajos consistían en hacer un pozo más grande con piedras y cada vez que visitaban el manantial rezaban;
- 2) Los chamanes limpian los cuatro horizontes de las malas vibras en el bosque de los Dinamos, con agua de manantial, una vez al año; y
- 3) El 13 de junio, durante la festividad de San Antonio de Padua se llevaba a bañar la figura de San Antonio para que lloviera sobre las tierras que se preparaban para siembra. Cuando hacían esta actividad asistía un buen número de gente, según la entrevistada, ella iba cuando tenía ocho años y las personas que guiaban eran mayores de 50 años. En la actualidad esa tradición ya no existe.

Apreciación del conocimiento popular respecto a los manantiales y el bosque

La mayoría de los entrevistados considera necesario que la población de La Magdalena Contreras tenga mayor conocimiento sobre la existencia e importancia de los manantiales, sobre todo quienes no saben nada, como las personas de menos de 30 años de edad y la población que recién acaba de asentarse. Por otro lado, siete entrevistados dijeron que también es necesario que la población que no habita en La Magdalena Contreras tenga más información sobre los manantiales y el bosque, pues algunos de ellos hacen uso del bosque como espacio de recreación.

Entre las razones sobre el desconocimiento de la gente respecto a los manantiales, se menciona la poca o nula información sobre la ubicación y existencia de éstos, la falta de interés y el tiempo de residencia en la zona. De acuerdo con un servidor público, no ha habido esfuerzos reales de la alcaldía para difundir información al respecto.

Ante dicha situación, algunas opiniones sobre qué se podría hacer para incrementar el conocimiento e interés de la población habitante de La Magdalena Contreras, externadas por los entrevistados incluyen incrementar la educación que incentive la conservación del ecosistema (Suelo de Conservación, río y manantiales abarcando los que se encuentran en la zona periurbana), con programas y brigadas de difusión; mejorar la capacitación de los servidores públicos de la Ciudad de México; y vincular a la población vecindada que no tiene una relación tan estrecha con el bosque y los manantiales, en comparación con el resto de los grupos sociales. Lo anterior se plantea para que la gestión de los recursos sea del interés de todos. En palabras de los entrevistados:

[Sería] parte importante de los programas, de la atención del Suelo de Conservación de los bosques, de los manantiales, parte importante es la difusión, el conocimiento, conocimiento de educación ambiental que hace falta pues para toda nuestra población, que conozca, que sepa -Servidor público-

[...] yo creo que si la gente sabe, adquiere la obligación de cuidarlo, sí o sí -Servidor público-

Estas acciones, de acuerdo con un concejal, estarían enfocadas a que la población se responsabilice con el entorno y sepa qué impacto tiene el ser humano sobre el bosque y los

manantiales, que sepa cómo conservarlos y qué hacer para que los manantiales y el río permanezcan. Para él, inculcar la relevancia de los ecosistemas y de los manantiales hará mejores contrerenses.

No obstante, también hay quienes no consideran una buena idea difundir conocimiento sobre los manantiales, pues creen que, al exponer su ubicación, se podría hacer mal uso de ellos. Para dos personas (una comunera y una vecindada) existe la preocupación de que se beneficien pocas personas y el manantial se pierda para la comunidad; otros consideran que pueden ser contaminados, como el río. Por su parte, dos vecindadas y un servidor público consideran irrelevante poseer información respecto a los manantiales para su vida cotidiana, para las primeras, y para llevar a cabo su cargo, para el segundo.

Finalmente, en la entrevista se invitó a los servidores públicos a reflexionar sobre cuáles son las posibilidades de atender los problemas en torno a los manantiales. La mayoría de los entrevistados cree que se podría hacer algo, desde las reuniones que se llevan a cabo con la Comisión de Pueblos y Barrios Originarios por los concejales, hasta protegerlos desde el gobierno central de la alcaldía. Sin embargo, entre los cargos con más actividades, como los que se llevan a cabo por el departamento de jurídico y de gobierno, los servidores públicos consideran que los manantiales no son tan relevantes y se diluyen en de la carga de trabajo. Entre los problemas sociales con mayor relevancia en la agenda política están la movilidad, la inseguridad, las adicciones, la disposición inadecuada de residuos y la regulación territorial, donde los asentamientos irregulares figuran en la discusión, pero no hay relación directa con los manantiales, aunque sí con el ecosistema.

DISCUSIÓN

Calidad del hábitat y calidad del agua

Los manantiales incluidos en este estudio, como la mayoría de los manantiales de montaña, presentan una descarga condicionada por la elevación del acuífero, la superficie donde tiene lugar la descarga y el tipo de roca (Kresic, 2010a). Parte de la caracterización de los manantiales se realizó a través de mediciones del caudal. Sin embargo, en el caso de los manantiales, se considera necesario hacer evaluaciones durante un ciclo anual, con la finalidad de que se consideren las estaciones de lluvias y secas, incluso para determinar la

permanencia de los mimos (Kresic, 2010a). En este estudio sólo se realizaron mediciones en una época del año, en la cual la descarga de agua fue muy baja, por lo que los resultados son parciales. Debido a lo anterior, dos de los manantiales evaluados tuvieron valores por debajo del límite de detección y los otros 11 presentaron valores de caudal menores a 0.022 m³/s. Las evaluaciones en distintas épocas se consideran importantes porque los diferentes tipos de descarga pueden crear microhábitats particulares, que mantienen la riqueza y diversidad de un ecosistema, y porque los sistemas dulceacuícolas mexicanos dependen del régimen de lluvias, lo que los vuelve muy someros en épocas de sequías y caudalosos en temporada de lluvias (Zambrano, 2003; Springer *et al.*, 2009). Esta información podría relacionarse con el potencial de uso (Kresic, 2010b) y con sus condiciones para la gestión, tomando en cuenta que los manantiales abastecen a una parte de la población de la alcaldía Magdalena Contreras, particularmente a los comerciantes.

Por su parte, la temperatura se considera importante porque afecta, junto con otros parámetros, las propiedades físicas y químicas del agua, así como su composición microbiológica (Marín, 2003). La temperatura de los sitios de estudio estuvo influida por la altitud y el horario de muestreo. Por otro lado, los valores obtenidos de los diversos indicadores sugieren que no existen diferencias relevantes entre los sitios de estudio en términos de la composición química.

Algunos de los parámetros físico-químicos evaluados indican que el agua es adecuada para la vida de los organismos acuáticos y es susceptible de ser potabilizada para consumo humano sin representar riesgos para la salud, ya que no rebasan los límites permitidos, de acuerdo con los valores de referencia de las normas y lineamientos aplicables (Tabla 6).

El pH no rebasa los límites permisibles para el uso humano y para la protección de la vida acuática. Sin embargo, según Brune (1975), los valores encontrados en los manantiales como La Bodega y Cuervos tienden a ser ácidos, lo que implica el agua es ligeramente más corrosiva. La diferencia de los valores de pH encontrados en los flujos de agua puede deberse a su origen geológico, ya que éstos pueden presentar intercambio iónico entre sí y entre las rocas que atraviesan (González-Abraham *et al.*, 2012).

Tabla 6. Parámetros, valores de referencia y norma / lineamiento en los que se basan, para la evaluación físico-química del agua.

Parámetro	Valor de referencia	Norma/lineamiento	Fuente
pH	5-10	NOM-001-SEMARNAT-1996 límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales y bienes	DOF (2003)
Sólidos disueltos totales (SDT)	1000 mg/L	NOM-127-SSA1-1994 límite permisibles de calidad para uso y consumo humano	DOF (2000)
	500 mg/L	<i>Environmental Protection Agency (EPA)</i>	Fotouhi <i>et al.</i> (2010)
Salinidad	0.9 mg/L	Límite permisible para uso agrícola	Romero (2005)
Conductividad eléctrica (K ₂₅)	50 µS/cm	Límite reportado en agua para consumo humano	APHA (American Public Health Association, 2005)
Oxígeno disuelto (OD)	4.0 mg/L para uso público urbano	Ley Federal de Derechos	LFD (2016)
	5.0 mg/L para la vida acuática (agua dulce)		
Nitrato	10 mg/L	NOM-127-SSA1-1994 límite permisibles de calidad para uso y consumo humano	(DOF, 2000)
	3-4 mg/L	Valores promedios registrados en aguas subterráneas	Silva <i>et al.</i> (2016).
Nitrito	1 mg/L	Environmental Protection Agency (EPA)	Romero (2005)
		NOM-127-SSA1-1994 límite permisibles de calidad para uso y consumo humano	DOF (2000)
Sulfato	400 mg/L	NOM-127-SSA1-1994 límite permisibles de calidad para uso y consumo humano	DOF (2000)

Por su parte, los sólidos disueltos totales (28.34-59.00 mg/L) tienden a acumularse durante el recorrido del agua hacia la zona más baja de la cuenca (Jiménez, 2001) y están compuestos por iones y moléculas diluidos en el agua -minerales, materia orgánica y metales- que se relacionan con el color, sabor y olor (Jiménez, 2001; Monges, 2009). La salinidad reportada en este estudio (0.077-0.86 mg/L) no afecta la disponibilidad de agua para las plantas y no representa una limitación para su uso en las actividades agropecuarias (Romero, 2005).

Entre otros factores, tanto la salinidad, como los SDT y los gases disueltos, están relacionados con la conductividad eléctrica (Marín, 2003; Romero, 2005). En este estudio, los valores de conductividad están por encima del límite, lo que puede deberse a que las muestras se tomaron en un momento donde escurría poca agua, cuando los compuestos están menos disueltos (Monges, 2009). Los valores observados de oxígeno disuelto están por encima de los límites máximos permisibles. Sin embargo, aunque estén por encima de lo permisible, la diferencia podría no ser perjudicial para el ecosistema pues las aguas superficiales con flujo unidireccional suelen estar bien oxigenadas e incluso sobresaturadas, con valores de entre 7-8 mg/L por el flujo constante que presentan (Romero, 2005; Monges, 2009).

En el análisis de nutrientes, se observó que los valores registrados de nitrato y nitrito, en todos los cuerpos de agua, permanecen por debajo del límite establecido en las normas. Las concentraciones de estos nutrientes observada en los manantiales de La Magdalena no fomentan el crecimiento excesivo de algas u otros organismos que pudieran producir sabores y olores desagradables (Dodds *et al.*, 2000). Esto podría indicar que los desechos orgánicos (como las heces animales), no están generando cambios relevantes para los microhábitats de los manantiales, tomando en cuenta los parámetros químicos anteriores. Sin embargo, el uso del agua de esos manantiales con fines de consumo humano posiblemente no cumpla con las normas oficiales. Las bajas concentraciones de sulfato permiten que el sabor del agua sea dulce (Brune, 1975). En este estudio se utilizó como parámetro para evaluar la concentración de fosfato, el fosfato reactivo soluble, considerado como adecuado porque es un indicador de deficiencia de nutrientes para los productores primarios acuáticos. Los valores observados para este parámetro estuvieron por encima de 0.1 mg/L, lo que indica un sistema muy rico en fósforo (Dodds, 2003).

Los signos de actividad humana pasada o presente sobre los manantiales más obvios y comunes son la deforestación, la desviación de agua (tanques, mangueras, tubos, represas) y el depósito de residuos inorgánicos sólidos cerca de los caminos que llevan a, o rodean a los cuerpos de agua, así como heces de ganado de libre pastoreo. Dichas actividades representan, de acuerdo con el protocolo utilizado, un impacto mayor sobre la estructura de los manantiales que no necesariamente se refleja en la composición química o física del agua, por ello, sería deseable que muchas de estas actividades, como la disposición de residuos sólidos, se contengan, controlen o eliminen.

Las diversas actividades humanas realizadas alrededor de los manantiales o en su entorno próximo (15 m) afectan la composición de la vegetación alrededor de los cuerpos de agua, lo que explica la presencia de especies exóticas o nativas indicadoras de disturbios, un rasgo a considerarse al realizar la evaluación cuantitativa de la vegetación en el protocolo de calidad del hábitat, tal como lo propone Barbour *et al.* (1999). En este estudio se reconoció la presencia de vegetación secundaria indicadora de disturbios, como las especies de los géneros *Salvia*, *Roldana*, *Ribes* y la especie *Acaena elongata*; esta última, si bien es parte de la vegetación secundaria de los bosques templados, puede comprometer el mantenimiento de la biodiversidad, pues presenta mecanismos que frenan la sucesión, por ser una competidora muy exitosa (Ávila-Akerberg, 2010; Ibarra-Manríquez *et al.*, 2011; Santibañez *et al.*, 2015). Así mismo, *Senecio cinerarioides* es una especie importante en el proceso de sucesión del bosque de *Abies* (Ávila-Akerberg, 2010). Por otra parte, aunque *Muhlenbergia* ha sido reportada como indicadora de incendios (Ávila-Akerberg, 2010; Nava, 2003), su presencia es característica de los bosques de *Pinus* en la zona, en los sitios por encima de los 3, 400 m s.n.m.

La evaluación de la condición ambiental de los manantiales tuvo algunas limitaciones. El monitoreo de la calidad del hábitat está sesgado, porque partió de criterios que se aplican para la evaluación de ríos. Aunque el instrumento se adaptó a los manantiales, posiblemente se omitieron características importantes, como indican Springer *et al.* (2009). Los manantiales difieren de otros ecosistemas acuáticos (humedales y ribereños) y, por lo tanto, sería adecuado partir de una caracterización de los sitios de estudio con base en los modelos conceptuales y la clasificación hidrogeomorfológica de los

sistemas de manantiales, que se han trabajado diversos autores (p.e. Meinzer, 1923; Thompson *et al.*, 2002; Springer *et al.*, 2009; Kresic, 2010a).

Así mismo, se considera necesario determinar la longitud de los escurrimientos y realizar evaluaciones físico-químicas en distintos tramos, ya que las descargas secundarias tienden a migrar con el tiempo (Kresic, 2010a). Esto podría influir en la calidad del hábitat y del agua, pues los escurrimientos interactúan con diversos elementos durante su trayecto. También, en el caso de La Magdalena, sería importante ubicar y caracterizar los manantiales en la zona periurbana no protegida o la zona de reserva que ha sido invadida, pues en este trabajo se identificaron manantiales -como el que desemboca en la colonia Rancho Pachita- que son fuente de abastecimiento de agua para uso y consumo humano para una parte de la población que habita la alcaldía Magdalena Contreras. Finalmente, la caracterización de la calidad del agua se puede complementar con parámetros biológicos que contemplen virus y bacterias patógenas, con la finalidad de establecer con precisión el riesgo para la salud de la población local. Todos estos elementos generaran un panorama más completo sobre la condición ambiental de la cuenca del río Magdalena.

En cuanto a la puntuación establecida por Ortiz (2017), de 10, 7 ó 6, 4 y 1 (ver Anexo D), para 10 de los 12 parámetros evaluados en los sitios de estudio, considero que no representa un continuo con el que se puedan juzgar elementos, como alteraciones humanas -desarrollo urbano, humano y presencia de contaminación orgánica e inorgánica-. En cambio, la puntuación utilizada por Barbour *et al.* (1999) para los mismos parámetros de evaluación, constituye un continuo de 0 a 20 puntos. Este protocolo de evaluación contempla un espectro de decisión más amplio y no cataloga tajantemente como negativa cualquier interacción del ser humano con el ecosistema. Mi postura a favor del protocolo de evaluación de Barbour y colaboradores surge de mi experiencia en las evaluaciones *in situ*, que me hicieron considerar que es pertinente considerar las causas y efectos de las modificaciones del entorno y no sólo la presencia o ausencia de ellas. Aunque la naturaleza urbanizada o intervenida es representada como un problema, es una parte importante de la vida, como cualquier otro proceso socioambiental; la vida humana no es posible sin cierto grado de transformación del entorno (Swyngedouw, 2006).

En el protocolo de Ortiz (2017), la ausencia (total) de actividades en los manantiales se considera como un estándar de buena calidad y la presencia de al menos una actividad

pasada o presente, reduce en tres puntos la calidad del hábitat. Si bien, esta forma de evaluación “presencia-ausencia” elimina desacuerdos y distintas interpretaciones que los observadores pueden tener al respecto (Thompson *et al.*, 2002), sí debe considerarse que las modificaciones o actividades desarrolladas en un área no siempre y necesariamente son negativas. Por ejemplo, Thompson *et al.* (2002) consideran que instalar cercados en los manantiales no es negativo cuando impide (de manera intencionada) el paso del ganado, el cual podría propiciar la degradación del cuerpo de agua, como sucede con las heces a escasos metros de los manantiales de Cieneguillas, pues se trata de un área utilizada para libre pastoreo.

Así pues, es necesario documentar con mayor detalle la extensión del área de afectación por las distintas actividades que se realizan en la zona y la intensidad de las mismas, como sugiere Kresic (2010b), con la finalidad de establecer su impacto real. Las evaluaciones que simplifican la interacción humano-manantial como generalmente negativa, dan lugar a formas de gestión que limitan el acceso humano a los manantiales; lo que puede tener consecuencias negativas para los mismos. Por ejemplo, la EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos) planteó que el agua subterránea utilizada para el suministro de agua para uso y consumo humano no debe estar expuesta a la atmósfera; esta estrategia de manejo resultó en la limitación de acceso a los manantiales y, en algunos casos, resultó en la destrucción del área de origen (Springer *et al.*, 2009).

Las evaluaciones también deben ser complementadas con las perspectivas no técnicas de aquellos que viven de estos recursos de las zonas de montaña, como se buscó hacer en este trabajo. Esto permite que la investigación y las estrategias de manejo consideren los modos de vida y los significados que tienen estos cuerpos de agua y, en dado caso, sean adecuadas para ellos (Cantoral-Uriza, 2009; Karpouzoglou, 2012).

Las observaciones realizadas indican cambios que pueden implicar deterioro de los cuerpos de agua, porque: 1) las estructuras instaladas para acceder al agua de los manantiales (tubería, represamiento) pueden afectar los flujos superficiales, lo que puede modificar la condición de los sitios donde escurre o escurría el agua (Thompson *et al.*, 2002); de igual manera, la calidad y cantidad de agua puede verse disminuida por las prácticas extractivas a través de tanques y mangueras (Kresic, 2010b). 2) La deforestación en una cuenca puede reducir la retención de agua (en forma de vapor, precipitación o

escurrimiento), debido a la pérdida de suelos por erosión y a que la reducción de materia orgánica en este, hace al suelo más impermeable, lo que promueve la escasez de agua en la cuenca (Brune, 1975; Orlove *et al.*, 2010). 3) El pastoreo puede ser perjudicial debido a la compactación del suelo que genera y esto, junto con la deforestación, dificulta la absorción de agua, repercutiendo en la recarga del acuífero (Brune, 1975). 4) La deposición de basura inorgánica propicia la lixiviación y liberación de contaminantes durante largos periodos de tiempo y, en ocasiones, se encuentra en sitios difíciles o imposibles de limpiar (Kresic, 2010a).

Todas estas afectaciones y algunas de sus consecuencias fueron mencionadas por la población entrevistada, lo que permite reconocer que la información que la gente tiene respecto a las formas de impacto ambiental sobre el suelo y el agua, generalmente, son claras. Los entrevistados no consideran que los manantiales dentro de la zona de reserva estén degradados, al menos no tanto como el río, pero consideran que es muy probable que esta degradación ocurra, pues es parte de lo que han observado fuera de la zona protegida.

Resulta importante notar que para los entrevistados, las acciones humanas causan la degradación de los manantiales y del entorno. Esto se relaciona con la premisa, generalizada en la opinión pública, de que el ser humano es destructor por naturaleza y de que existe el ideal de mantener una naturaleza prístina y pura. Sin embargo, las mismas personas entrevistadas consideraron algunas acciones positivas para el entorno, como los esfuerzos individuales y colectivos que han sido importantes para limpiar los manantiales y las zonas circundantes.

Análisis histórico y perspectivas locales

En esta investigación se parte de que la noción y delimitación de una cuenca, además de ser espacial, está acompañada de las interacciones y perspectivas de los actores sociales involucrados en estos espacios, dentro y fuera de sus límites físicos, y siempre inmersos en contextos históricos y sociales particulares. Estas interacciones están guiadas por diversos intereses, frecuentemente asociados al control de los recursos y del territorio, incluyendo el agua. Dichos intereses pueden generar efectos, tanto positivos como negativos, para los diferentes tipos de actores, quienes perciben los cambios socioambientales de diversas maneras (Orlove *et al.*, 2010; Rodríguez-Labajos *et al.*, 2015).

Regulación de la cuenca pasada y presente

Frecuentemente, el control desde las instancias gubernamentales se ha dado con base en el argumento de la protección y el manejo adecuado de los recursos. Un ejemplo son los programas forestales de la CONAFOR, que se basan justamente en estos argumentos (Bolom-Gómez, 2019). Sin embargo, tales enfoques suelen formularse desde visiones que no incorporan las dinámicas sociopolíticas que se desarrollan en estos territorios; de este modo, se implementan medidas que pueden tener consecuencias negativas, tanto para los ecosistemas, como para grupos sociales particulares y que incorporan conceptos particulares de cómo se mantienen los recursos, es decir de cómo tiene que ser la conservación.

El río y su entorno han intentado de administrarse de diversas maneras. El argumento de buscar una distribución equitativa del agua apuntaló cinco iniciativas de regulación entre 1635 y 1907. Por su parte, el argumento de la protección de los recursos (principalmente los maderables), fue la base de otras ocho intervenciones gubernamentales, entre 1907 y 2008. Sin embargo, la desigualdad social y en la toma de decisiones permitió que ciertos actores excluyeran a otros y tuvieran mayor influencia en estos procesos. Esto dio lugar a diversas disputas por las tierras cercanas al río, cuyo valor se incrementó con las reparticiones de agua (Torre 2010).

Las asimetrías de poder asociadas a la estructura social (clase social, etnicidad) privaron a la población originaria del derecho a acceder al agua del río Magdalena desde el siglo XVII. Incluso, las fuertes diferencias en las sanciones reportadas por Reyes y Cabañas (1979) dan cuenta de la inequidad en el acceso, pues para quienes más poseían era más sencillo acaparar el recurso, prácticamente sin sanción. Esta situación escaló hasta el siglo XIX, en el que las fábricas instaladas que hacían uso del agua y la contaminaron al ignorar el acuerdo establecido con la municipalidad, lo que afectó a la población local que la requería para uso doméstico (Barbosa, 2005).

Esta exclusión, en última instancia, no sólo fue perpetrada por los grupos de mayores ingresos económicos -dueños de la tierra y de las fábricas-, sino que fue incorporada en el propio aparato institucional, que avaló la expropiación del agua y la tierra; con ello, se permitió la concesión de los recursos hídricos y maderables al sector privado despojando a

los comuneros y ejidatarios de su derecho de decisión sobre la tierra (Huguet, 1953; Barbosa, 2005). Estos escenarios incrementaron las disputas por un acceso equitativo y suficiente de agua entre las fábricas, los hacendados y los cuatro pueblos originarios que rodean la parte alta de la cuenca del río Magdalena. Esto forma parte de la memoria colectiva de los habitantes e influye hasta la actualidad en el significado que le dan al agua y a las relaciones con actores externos.

Por otra parte, en términos del territorio, el crecimiento demográfico y de infraestructura en la demarcación Magdalena Contreras ocurrió sin un plan de urbanización y sin mecanismos de regulación adecuados (Torre, 2010). Esto dio pie a la ocupación desproporcionada de las zonas de amortiguamiento y conservación, así como, a la degradación del río y los suelos dentro y fuera de la zona de conservación. Es poco frecuente que el crecimiento poblacional se entienda como una respuesta a la forma en la que se establece el crecimiento de la ciudad, una expansión que permite la degradación ambiental y social sistemática de las comunidades locales, en tanto se puedan mantener los procesos de acumulación de capital esperado en las ciudades (Harvey, 2012; Mock, 2019). La suburbanización o dispersión hacia las afueras de la ciudad, se refleja en la ocupación de terrenos accidentados y sin servicios, y juega un papel decisivo en la construcción capitalista de la ciudad, pues la reorganización del espacio deja desprovistas de una base económica sostenible a los pueblos, al desplazar los usos de la tierra más antiguos, como las actividades agropecuarias, para dar paso a nuevos desarrollos, que atraen capital y lo fija en infraestructura física; por ejemplo la introducción de fábricas en el siglo XIX y recientemente la introducción de zonas residenciales; lo que finalmente conforma una población cuya característica es la pobreza, la desigualdad y la fragmentación social (Harvey, 2012; Kapouzoglou *et al.*, 2018).

Los testimonios vertidos en las entrevistas mostraron que las personas con menores recursos económicos intentan encontrar soluciones de vivienda por su cuenta; ocupan terrenos urbanos o rurales, en los que se establecen en ausencia de servicios públicos. La forma de limitar la permanencia de estos habitantes es tratando de convencerlos de que las zonas que ocupan son riesgosas o de su estancia allí es ilegal, pues pertenecen a áreas de conservación. Sin embargo, la mayoría han realizado una inversión al comprar los terrenos y perder esta inversión no es una opción, por lo que optan por quedarse. Con el paso del

tiempo, en algunos casos, se logran algunos beneficios que mejoran sus condiciones de vivienda, lo que hace aún más complicado retirarlos de la zona. Por lo tanto, la regularización territorial de estos asentamientos se observa como una solución relativamente económica y que incluso -para el capital- puede ser benéfica, pues aumentaría los precios de la tierra y promovería una mayor irregularidad en la ocupación de terrenos aún deshabitados, con lo que se propiciaría una mayor expansión urbana (Aguilar *et al.*, 2010).

En este sentido, los distintos programas de regularización y las interacciones entre las instituciones gubernamentales o autoridades comunales o ejidales con los asentamientos irregulares, resultan políticamente ventajosas porque pueden facilitar la manipulación y el control de los habitantes y las zonas periurbanas ilegales, ya sea de forma individual, cuando son los comuneros o ejidatarios los involucrados, o de forma institucional, al movilizar el argumento de que los comuneros y ejidatarios no cuidaron del ecosistema a su cargo (Aguilar *et al.*, 2010). Estas formas de sometimiento de los habitantes de asentamientos irregulares se reivindicaron en sus testimonios, en los que plasman que prefieren no hacer o decir nada, por su situación de ilegalidad, que no les permite más que aceptar lo que los comuneros, los ejidatarios y las autoridades gubernamentales dicten.

Es así que las formas de gestionar el agua y el territorio han propiciado que la regulación, tanto del territorio como de los manantiales, sea difusa para la población que habita la cuenca del río Magdalena. Parece haber poco interés por abordar, por parte de las autoridades –gubernamentales y comunales/ejidales- las causas del desplazamiento poblacional hacia zonas ya densamente pobladas o que se encuentran protegidas. Ello tiene efectos importantes en los ecosistemas y sus recursos. Las estrategias que se plantean para resolver esta situación se centran en paliar las consecuencias inmediatas. De acuerdo con varios servidores públicos, frecuentemente, estas estrategias tienen un alcance limitado. Considero, por lo tanto, que la situación en materia de regulación territorial y del agua podrá situarse en un escenario más justo y ambientalmente viable, siempre y cuando el gobierno de la ciudad plantee un esquema de desarrollo y regulación distinto al que ofrece el sistema actual de gobernanza fuertemente influenciado por el sistema capitalista en interacción con el sistema político mexicano. Un esquema que aborde de lleno las causas

históricas, sociales, políticas y económicas que subyacen a los problemas actuales que se dan a escala local.

Conflictos asociados a la regulación y acceso al agua

Existe poca claridad entre los entrevistados acerca de a qué autoridad compete la regulación efectiva del territorio y, de manera particular, de los manantiales en la zona de conservación y las zonas periurbanas. Además, es común que casi cualquier tipo de acción gubernamental o colectiva que ocurre en la demarcación, sea interpretada como una forma de regulación -desde la limpieza realizada en las faenas comunales o ejidales hasta la instalación de tanques-cisterna en la zona periurbana-. Es por ello que, para algunos entrevistados, el concepto de “regulación” es difuso, es decir no se cuestiona la forma en que se toman las decisiones (de manera horizontal o vertical), la responsabilidad de cada autoridad y colectiva, y los programas o lineamientos que determinan ciertas acciones. Esta ambigüedad, además favorece el escepticismo sobre la eficacia y fiabilidad de los proyectos desarrollados por las instituciones gubernamentales. El escepticismo está vinculado fuertemente con la desconfianza de los ciudadanos hacia sus gobernantes, la cual está también relacionada con la baja capacidad que asume la ciudadanía a nivel local y nacional para influir en las acciones que desarrollan las autoridades locales (comunales y ejidales) y las instituciones gubernamentales (Perló *et al.*, 2017).

Esta insuficiente participación social puede explicar que las demandas y conflictos actuales, en términos de la cuenca y de los manantiales, no difieran mucho de las que se tenían desde el siglo XVII. El proceso que envuelve la relación agua-sociedad continúa enfocado en la forma correcta de distribución del agua y en la inequidad con la que se viven las consecuencias de esa distribución (Zamora, 2013). En principio, la población que habita la demarcación considera que, al vivir en una región con abundancia de agua, deberían ser ellos los primeros en decidir los mecanismos de aprovechamiento, pero no consideran que esto pueda suceder. Aunado a lo anterior, existen tensiones en torno a quién debe ostentar la propiedad de los recursos y quién la ejerce en la realidad, puesto que legal e históricamente, los comuneros tienen la propiedad del Bosque de los Dinamos (Zamora, 2013).

Estas circunstancias propician diversos conflictos en la cuenca, asociados con la percepción de muchos, de que existe una relación perniciosa entre autoridades comunales, ejidales, la alcaldía y particulares, que se colocan de manera ventajosa sobre otros grupos sociales -como el caso de los ejidatarios que venden horarios, con conocimiento de la alcaldía y de la presidencia de bienes comunales-. Así es que, para la mayoría de los entrevistados, la movilización de agua hacia diferentes lugares para diversos usos se relaciona con un asunto de poder, determinado por condiciones geográficas, decisiones técnicas y, principalmente, por los acuerdos político-legales; es decir, las personas atribuyen el desarrollo de presas, canales o tuberías a un mayor acceso para los ricos y con mayor poder derivado de su estatus legal en relación con la tenencia de la tierra, pues son ellos quienes generalmente tienen agua en suficiencia (Swyngedouw, 2004).

Cuando el aparato institucional local, regional y federal, encargado de regular el abastecimiento de agua, decide proporcionar el agua por tandeos a 29 colonias de la alcaldía Magdalena Contreras (GOCM, 2018), inevitablemente se genera una molestia por el hecho de que se conozca la ubicación de los manantiales. Así mismo, se han generado tensiones cuando cualquier tipo de autoridad requiere de instalar tanques o tuberías que drenen agua de los manantiales, lo que en repetidas ocasiones se ha impedido, pues la población lo interpreta como el posible acaparamiento del agua, para las colonias que ostentan mayores ingresos económicos como Santa Fe Cuajimalpa o Fuentes del Pedregal. Esta idea generalizada se da en un contexto en que la población originaria (comuneros, ejidatarios y vecindados) es excluida de la toma de decisiones y tiene un acceso insuficiente al agua. Esto último no atiende el derecho humano al agua, estipulado en el Artículo 4° Constitucional (CPEUM, 2012): *Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible*. Así que, a pesar de que la población concibe la necesidad de desarrollar e instalar tecnologías que se materialicen en agua limpia y saneamiento, estas serán permitidas siempre y cuando disminuyan las desigualdades. Por lo tanto, se puede decir, en breve, que las canalizaciones pueden transformar las relaciones particulares entre el entorno y la sociedad (Hastrup, 2013).

La dinámica sociopolítica en torno al agua abordada hasta aquí, influye en la idea que tienen algunos entrevistados, de que la disputa por los recursos en este territorio se

convertirá en algo parecido a lo que describe Garrett Hardin en *La Tragedia de los Comunes* (1968). Se piensa que, ante la ausencia aparente de autoridad, algunos individuos tienden a profundizar sus comportamientos egoístas, particularmente cuando se enfrentan a situaciones de escasez de recursos. Esta situación, de acuerdo con Ostrom (2000), tendería a reducir sustancialmente la cooperación, lo que aceleraría la degradación del sitio. En las entrevistas, se mencionó algo muy parecido a lo escrito por Gordon (1954), de que no siempre se valora la riqueza que es gratuita para todos. Ante esto, las personas pueden considerar como mejor opción el control total ejercido por uno u otro grupo, principalmente por el Estado o por instituciones privadas. Sin embargo, lo que han provocado las visiones teóricas como la de Hardin, es eliminar la posibilidad de que es posible resolver los dilemas de cooperación a través de soluciones alternativas a las planteadas por el Estado o por la privatización. Estas soluciones no son las únicas vías para resolver los problemas a los que se enfrentan quienes pueden o no acceder a los recursos de uso de común (Ostrom, 2000). La situación que enfrenta la permanencia de los recursos de la cuenca del río Magdalena está fuertemente relacionada con la desesperanza en las decisiones y el actuar gubernamental sobre el territorio; y, en gran medida, con que la mayoría de los entrevistados no cree que pueda hacer mucho, ni siquiera los que tienen el poder de hacerlo, como quienes ostentan cargos públicos de importancia dentro de la alcaldía. Esto es preocupante si se considera que los manantiales se encuentran entre los ecosistemas más amenazados en el mundo (Steven *et al.*, 2008).

Dadas las reflexiones anteriores, considero que la investigación y los proyectos a futuro, deberían optar por un modelo basado en el consenso (Swyngedouw *et al.*, 2016) y ser establecidos con base en el continuo intercambio de conocimientos entre quienes gestionan los recursos, las comunidades locales y la comunidad científica (Viviroli *et al.*, 2011). Estos esfuerzos deberán desarrollar diversas acciones y producir conocimiento sobre la cuenca y contar con propuestas del uso del agua como un bien común. El consenso y la continuidad en los procesos de gestión permitirían evaluaciones en función de la eficiencia, la productividad y la inclusión (Swyngedouw *et al.*, 2016).

Significados personales y colectivos sobre los manantiales

¿Qué significan los manantiales para la población de La Magdalena? Este estudio muestra que el agua no es sólo un recurso política y económicamente valioso, sino que también es significativo desde el punto de vista cultural. Aunque los seres humanos no son acuáticos, para Orlove *et al.* (2010) son quizás hidrófilos y el sentido humano se relaciona con el agua; por ello se fundaron los cuatro pueblos originarios de la alcaldía Magdalena Contreras y los demás pueblos a lo largo del cauce del río, porque satisface las necesidades de la población y en torno a éste se construye una identidad espaciotemporal (Zamora, 2013).

Los testimonios en este trabajo muestran que el significado del agua es importante, pues a partir de éste ciertas prácticas son posibles o no; es decir, algunos significados constituyen la base de las prácticas y usos sociales que se llevan a cabo en el ecosistema (Hastrup, 2013; Zamora, 2013). Por ejemplo, la concepción del agua de manantial como la más pura, la que genera y mantiene la vida, hace que la propia gente cuestione o repruebe su uso con fines recreativos, así como introducir mascotas o partes del cuerpo, pues se considera que los cuerpos pueden estar enfermos y eso puede afectar la calidad del agua de los manantiales. Además, hay muchas prácticas religiosas relacionadas con estos manantiales que se consideran necesarias para mantener el agua naciendo y para mantener el ecosistema.

En este sentido y como expresa Douglas (1986), la acción colectiva es acertada cuando se transfiere su factibilidad a la base cognitiva. En este caso, se observa que comúnmente los significados espirituales colectivos del ecosistema y los manantiales los vinculan con la supervivencia de la población que habita cerca de los cuerpos de agua. Estos vínculos colectivos favorecen la permanencia del ecosistema. Se considera que no asegurar la permanencia de los manantiales o del bosque puede llevar a la ruina a la población. Es así que la acción colectiva sólo es posible cuando los sujetos comparten categorías de pensamiento y tienen mayor efecto cuando logra institucionalizarse (Zamora, 2013). Esto podría ser el motor que impulse proyectos con base en nuevos esquemas de desarrollo, siempre y cuando la información teórica y práctica esté al alcance de las personas en forma suficiente, de los distintos estratos sociales y de personas de diversas categorías de edad, ya que las personas mayores son las que más información empírica

tienen. Esto es importante en un contexto en el que el flujo de conocimiento a través de las generaciones no está ocurriendo.

En resumen, la aportación de la investigación histórica sobre los manantiales visibilizó lo que se podía esperar en términos del conocimiento sobre su existencia, manejo y condición ambiental. Si bien el agua siempre ha sido importante, los manantiales figuran poco dentro del imaginario colectivo, en el que impera el río y el bosque como los ecosistemas de importancia, a pesar de que están indisolublemente vinculados con los manantiales. La poca información en la documentación reciente (10 años) se refleja en la falta de la inclusión del tema de los manantiales en programas y desarrollo técnico especializado por las instancias gubernamentales o por los comuneros y ejidatarios. Así mismo, se refleja en la población que no está involucrada de manera directa y formal con el territorio (avecindados), una población que continúa en crecimiento, que usa y consume los recursos hídricos de la cuenca, pero que a su vez está preocupada por los efectos que el crecimiento urbano tiene sobre los recursos y que no sabe qué hacer de manera individual o colectiva para mitigar los efectos de estos procesos. Esto es de suma importancia ya que los recursos hídricos de montaña son indispensables para el ser humano y porque los sistemas fluviales urbanos requieren de mayor atención, porque la presión a la que están sometidos se agudiza cuando entran en espacios urbanos (Francis, 2012).

Por otra parte, en este trabajo, como en otros, se ha observado que los decretos de protección no siempre son suficientes para frenar la pérdida y destrucción de estos recursos (Cantoral-Uriza, 2009). Por ello, es posible que los cambios en la estacionalidad y en la escorrentía tengan consecuencias para la disponibilidad de agua en el futuro, lo que incrementará los desafíos para la gestión de los recursos hídricos que se originan en las montañas; más aún, cuando existe tensión entre quienes desean conocer más sobre los manantiales y aquellos (particularmente comuneros) que observan la difusión de esta información como una amenaza sobre el control del agua.

Así este trabajo resulta importante ya que casi siempre las estimaciones sobre los cambios a futuro en la calidad y condición de los recursos naturales se trabajan a escala global; mientras tanto, existe menos investigación a escala regional o local. Ello se refleja en la limitada comprensión de los procesos sociales y su relación con los cambios

ambientales proyectados; esto es, de la respuesta que los sistemas socio-hidrológicos tendrán ante estas transformaciones (Viviroli *et al.*, 2011). Esto es particularmente relevante a la luz de la creciente demanda y escasez de agua en la Ciudad de México. Con esto quiero decir que se requieren estudios regionales más detallados, pues a partir de ellos se pueden proporcionar mejores proyecciones de escenarios futuros a nivel regional, para ser evaluados de manera global. Porque el cambio ambiental situado en contextos específicos puede ser distinto al estimado a escalas más amplias, tanto desde la perspectiva de diversos grupos de la población local, como en términos de cómo y quién sufre las consecuencias más pronunciadas. Las transformaciones generalmente están dadas en función de la percepción de lo que podría suceder, más que por los cambios en sí mismos (PWH, 2019); esto es difícil de considerar en proyectos y diálogos con distintos grupos sociales y de poder.

En términos del ecosistema que alberga la cuenca del río Magdalena, las decisiones de manejo han tomado poco en cuenta la percepción y proyección futura de la población local, por lo que la mayoría ha optado por no involucrarse más en la gestión de los recursos de la cuenca. Sin embargo, dada la situación que enfrentan los sistemas hídricos de la Cuenca de México, la planificación y regulación institucional, avalada por el poder local; comuneros y ejidatarios, que contemple evaluaciones ambientales y sociales más detalladas, es necesaria y urgente.

CONCLUSIONES

Una parte del caudal del río Magdalena está alimentado por los manantiales incluidos en este estudio. Los manantiales se encuentran distribuidos a lo largo del gradiente altitudinal y se distribuyen a ambos lados de la ribera del río. El sistema de manantiales aunque con un caudal pequeño, garantiza una alimentación constante en el río Magdalena; los manantiales y arroyos con mayor aportación son La Rosita Alto, San Miguel, Temascalco y Potrero. El agua de los manantiales, de acuerdo con las normas y lineamientos nacionales e internacionales, presenta buena calidad de agua, así como buena calidad del hábitat. Sin embargo, algunas de las características que disminuyen la puntuación son la tala, la creación de tanques para el aprovechamiento de agua o por estar más expuestos a la ganadería o a los visitantes, como ocurre en Potrero, Cuervos y los

manantiales de Cieneguillas. Si bien la evaluación a través de la calidad del agua y de la condición del hábitat fue suficiente para caracterizar a los manantiales, hay diversas consideraciones metodológicas que pueden integrarse en estudios futuros, con la intención de evaluar microhábitats específicos, utilizando un lenguaje técnico-científico estandarizado en este campo de estudio.

Por otra parte, a partir de la investigación, se pudo determinar que el río es el elemento más estudiado de la cuenca y que, gracias a éste, se desarrollaron y consolidaron los pueblos que habitan la región. Su importancia a lo largo de los años, propició diversas acciones para su protección y para el manejo de los recursos que alberga la cuenca. Muchas de estas acciones generaron diversos conflictos entre quienes poseían más recursos económicos o de territorio, pues eran quienes podían tener mayor acceso, y aquellos que tenían menos recursos, pero que eran originarios de la región. Así mismo, la investigación mostró que los manantiales se mencionan poco en los estudios sobre el río y la cuenca, así como en los programas de desarrollo de la alcaldía (Magdalena Contreras) que tiene mayor influencia política sobre el río. Sólo se sabe de la existencia de algunos manantiales, pero hasta ahora, no había investigación acerca de su condición ambiental ni de las relaciones socioambientales en torno a ellos.

A través de las entrevistas se pudo documentar que las relaciones entre el río, el bosque y los manantiales, así como, las afectaciones, las actividades que se realizan y que pueden realizarse en ellos, y los actores involucrados, se perciben de diversas maneras por los diferentes grupos sociales. La base de los conflictos del pasado sigue presente en la actualidad, como el acceso diferencial a los recursos y las formas de gestión de los mismos en la cuenca del río Magdalena, como los manantiales. Este trabajo permitió comprender algunas causas subyacentes de la calidad del hábitat, en las que resaltan los aspectos sociales relacionados con el poder, un poder –comunal, ejidal o gubernamental- que no está delimitado, cuya incidencia dentro de la zona de conservación y fuera de ella, en diversas ocasiones, se ha traducido en acciones que han perjudicado a unos grupos y beneficiado a otros. Situación que de acuerdo a los entrevistados pone en riesgo a los recursos de montaña.

También, se encontró que lo más significativo para los habitantes es el río Magdalena y que los habitantes tienen menor consciencia sobre los manantiales. Poco pueden asegurar

sobre la condición ambiental de éstos, la situación legal o de manejo en la que se encuentran -y a quién corresponde- los diversos manantiales en el Suelo de Conservación. Menos aún se conoce la condición ambiental y de manejo en las zonas con asentamientos irregulares y en la zona ejidal. La ausencia de los manantiales en el eje de las preocupaciones y en el bagaje técnico-legal de los servidores públicos, hace particularmente importantes (y preocupantes) las acciones que en ellos desarrollan los poderes locales, como la alcaldía o la presidencia de bienes comunales. Esto es de particular relevancia al considerar que parte de la población depende por completo de ellos para tener acceso a agua y que son parte fundamental de sistema hídrico que mantiene al ecosistema del río Magdalena, que a su vez constituye un elemento fundamental para la Ciudad de México.

LITERATURA CITADA

- Aboites, L. (1998). *El agua de la Nación. Una historia Política de México (1888-1946)*. CIESAS, México.
- Abundis, J. (2002). *La Huella Carmelita en San Ángel*. Tesis Doctorado. UNAM, México. pp. 1739
- Acosta, S. (2001). *Las tierras comunales de la Magdalena Contreras, una naturaleza socializada*. Tesis Licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras, Colegio de Geografía, UNAM. México.
- Aguilar, A. (2008). Peri-urbanization, illegal settlements and environmental impact in Mexico City. *Cities*, 25(3):133-145.
- Aguilar, A y Santos, C. (2010). Informal settlement's needs and environmental conservation in Mexico City: An unsolved challenge for land-use policy. *Land Use Policy* 28:649-662.
- Almeida-Leñero, L., Nava, M., Ramos, A., Espinosa, M., Ordoñez, M. y Jujnovsky, J. (2007). Servicios Ecosistémicos en la cuenca del río Magdalena, Distrito Federal, México. *Gaceta Ecológica número especial*, (84-85):53-64
- Álvarez, K. (2000). *Geografía de la educación ambiental: algunas propuestas de trabajo en el Bosque de los Dinamos, área de conservación ecológica de la delegación Magdalena Contreras*. Tesis Licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras, Colegio de Geografía, UNAM. México.
- APHA (American Public Health Association). (2005). *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. Port City Press. EU.
- Arumi, J., Oyarzún, R., Muñoz, E., Rivera, D. y Aguirre, E. (2014). Caracterización de dos grupos de manantiales en el río Diguillín, Chile. *Tecnología y Ciencias del Agua* 5(6):151-158.
- Ávila-Akerberg, V. (2002). *La vegetación de la cuenca alta del Río Magdalena: Un enfoque florístico, fitosociológico y estructural*. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México. pp. 86

- Ávila-Akerberg, V. (2010). *Forest quality in the southwest of Mexico City. Assesment towards ecological restoration of ecosystem services*. Institut für Landespflege, Alemania. pp. 138
- Barbosa, M. (2005). Los límites de lo “público”. Conflictos por el uso del caudal del río Magdalena en el valle de México durante el Porfiriato. *Historias*, (61): 27-42
- Barbour, M., Gerritsen, J., Snyder, B. y Stribling, J. (1999). *EPA-Rapid bioassessment protocols for use in wadeable streams and rivers. Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*, United States Environmental Protection Agency. Washington, EU. pp 339.
- Bolom-Gómez, A. (2019). *Análisis de la política pública forestal en el Suelo de Conservación de la Ciudad de México: el caso de la comunidad de Magdalena Atlitic*. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México. pp. 109
- Brune, G. (1975). *Major and historical springs of Texas*. Report 189, Texax Water Development Board, Austin, Texas. pp. 95
- Burns, E. (ed.). (2009). *Repensar la cuenca: la gestión de los ciclos del agua en el Valle de México*. UAM-X/USAID, México.
- Canales, A., Franco-Maass, S., Endara, A., Ávila-Akerberg, V. (2018). Caracterización del sotobosque en bosques densos de pino y oyamel en el Nevado de Toluca, México. *Madera y Bosques*, 24(3):1-15
- Canet, C. y Prol-Ledesma, R. (2006). Procesos de mineralización en manantiales hidrotermales submarinos someros. Ejemplos en México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, Tomo LVIII (1):83-102
- Cantoral-Uriza, E., Almeida-Leñero, L., Cifuentes, J., León, L., Martínez, A., Nieto, A., Mendoza, P., Villarruel, J., Aguilar, V., Olguín, H. y Puebla, F. (2009). La Biodiversidad de una cuenca en la Ciudad de México. *Ciencias*, 94:29-33
- Caro-Borrero, A. (2016). *Evaluación socio-ecológica y potencial provisión de servicios ecosistémicos en la sub-cuenca de los ríos Magdalena y Eslava, Ciudad de México*. Tesis Doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Casals, V. y Ribera, E. (2015). *La energía hidroeléctrica en los escritos del ingeniero mexicano Miguel Ángel de Quevedo. Una revisión crítica*. III Simposio Internacional

- de Historia de la electrificación. Congreso llevado a cabo en Palacio de Minería, Ciudad de México.
- Chapman, D. (1996). *Water Quality Assessments- A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. 2nd edition. Great Britain, University Press, Cambirdge. pp. 609
- Conagua (Comisión Nacional del Agua). (2007). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México. pp. 85
- Cortés, A., Arizabalo, R. y Rocha, R. (1989). Estudio Hidrogeoquímico isotópico de manantiales en la Cuenca de México. *Revista de la Unión Geofísica Mexicana*, Instituto de Geofísica, UNAM, 28(2):265-282
- CPEUM (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos). (2012). Artículo 4, Párrafo 6. Diario Oficial de la Federación. México.
- Damonte, G. y Lynch, B. (2016). *Cultura, política y ecología política del agua: una presentación*. *Anthropologica*, (36):5-21
- Delgado, G. (2015). Water and urban metabolism: the case of Mexico City. *Journal of Political Ecology*, 22:98-114
- Denton, T. (2006). *El agua en México. Análisis de su régimen jurídico*. CEIICH, Dirección General de Estudios de Posgrado, UNAM. México. pp. 286
- Dodds, W. y Welch, E. (2000). Establishing nutrient criteria in streams. *Journal of the North American Benthological Society* 19(1):186-196.
- Dodds, W. (2003). Misuse of inorganic N and soluble reactive P concentrations to indicate nutrient status of Surface waters. *Journal of the North American Benthological Society*, 22(2):171-181.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2000). *Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994*. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano, límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Secretaría de Salud, México.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2003). *Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996*. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. SEMARNAT, México.

- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2010). *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental, SEMARNAT, México. Consultado en: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm>
- Douglas, M. (1986). *Cómo piensan las instituciones*. Alianza Universidad, Madrid, España.
- Encalada, A., Rieradevall, M., Ríos-Touma, B., García, N. y Prat, N. (2011). *Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA-S)*. Quito: Proyecto FUCARA. pp. 85
- Entrena, F. (2004). Los límites difusos de los territorios periurbanos: una propuesta metodológica para el análisis de su situación socioeconómica y procesos de cambio. *Sociologías*. Porto Alegre. (11):28-63.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación) (2015). *Agricultura urbana y periurbana en América Latina y el caribe. Ciudad de México*. Consultado en: http://www.fao.org/ag/agp/greencities/es/cmvalc/ciudad_de_mexico.html
- Fernández, A., Uribe, F., Ramírez, I., Apolinar, B. y Vázquez, A. (2002). Evaluación del avance de la mancha urbana sobre el área natural protegida de la Cañada de los Dinamos. *Gaceta Ecológica*, (2):56-67. México.
- Francis, R. (2012). Positioning urban rivers within urban ecology. *Urban Ecosystems*, 15:285-291
- Fotouhi, F. y Kresic, N. (2010). Springwater treatment. En: Kreisic, N. y Stevanovic, Z (eds.), *Groundwater Hydrology of Springs, Engineering, Theory, Management and Sustainability*. Elsevier. pp 31-85
- García, M. (2002). *La Magdalena Contreras, D.F. Su historia*. Servicios de Edición e Información Galileo, Secretaría de Cultura del Gobierno del Distrito Federal. Distrito Federal, México. pp. 136
- GDF-UNAM (Gobierno del Distrito Federal-Universidad Nacional Autónoma de México). (2008). *Plan Maestro de Manejo Integral y Aprovechamiento Sustentable de la Cuenca del Río Magdalena del Distrito Federal. Diagnóstico Integral*. México. pp. 94.

- GOCM (Gaceta Oficial de la Ciudad de México). (2018). Anexo. En: Gaceta Oficial de la Ciudad de México. *Administración Pública de la Ciudad de México*. Corporación Mexicana de Impresión S.A. de C.V., Ciudad de México, México. 287: 2-19.
- González, E., Tello, E. y Pal, M. (2001). Interacción agua geotérmica-manantiales en el campo geotérmico de Los Humeros, Puebla, México. *Ingeniería Hidráulica en México* 16(2):185-194
- González, A. (2009). *Descripción espacial de los manantiales con mayor descarga en los municipios de Coatepec, Xalapa y Xico, Ver. México*. Tesis Licenciatura. Facultad de Economía, Universidad Veracruzana, Veracruz, México.
- González, A., Hernández, L., Perló, M. y Zamora, I. (2010). *Rescate de ríos urbanos, Propuestas conceptuales y metodológicas para la restauración y rehabilitación de ríos*. PUEC, Coordinación de Humanidades, UNAM. México. pp. 112
- González-Abraham, A., Fagundo-Castillo, J., Carrillo-Rivera, J. y Rodríguez-Estrella, R. (2012). Geoquímica de los sistemas de flujo de agua subterránea en rocas sedimentarias y rocas volcánicas de Loreto, BCS, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 64(3):319-333.
- Hardin, G. (1968). The Tragedy of the Commons. *Science*, 162:1243-1248
- Hastrup, K. (2013). Water and the Configuration of Social Worlds: An Anthropological Perspectives. *Journal of Water Resource and Protection*, 5:59-66
- Harvey, D. (2012). El derecho a la ciudad. En: David Harvey (2012). *Ciudades rebeldes: Del derecho de la ciudad a la revolución urbana* (Juanmari Madariaga, trad.). Ediciones Akal S.A., Madrid, España. pp. 238
- Hirsch, P. (2009). Revisiting frontiers as traditional spaces in Thailand. *The Geographical Journal*, 175(2):124-132
- Huguet, L. (1953). Unidades Industriales de Explotación Forestal. *Unasyuva*, 7(2)
- Ibarra-Manríquez, G. y Cornejo-Tenorio, G. (2011). Diversidad y distribución del género *Salvia* (Lamiaceae) en Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82:1279-1296
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (2015). *Panorama sociodemográfico de Ciudad de México 2015*. Encuesta Intercensal. México. pp. 27

- Izazola, H. (2001). Agua y sustentabilidad en la Ciudad de México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, (47):285-320. México.
- Jiménez, B. (2001). *La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada*. Limusa, Colegio de Ingenieros Ambientales de México, A. C., Instituto de Ingeniería de la UNAM y FEMESCA. México. pp. 926
- Jujnovsky, J. (2003). *Las unidades de paisaje en la cuenca alta del río Magdalena, México, D.F. Base fundamental para la planificación ambiental*. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Jujnovks, J. Servicios ecosistémicos relacionados con el recurso agua en la cuenca del río Magdalena, Distrito Federal, México. Tesis Maestría. Posgrado de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Jujnovsky, J. Almeida-Leñero, L., Bojorge-García, M., Monges, Y., Cantoral-Uriza, E. y Mazari-Hiriart, M. (2010). Hydrologic ecosystem services: water quality and quantity in the Magdalena River, Mexico City. *Hidrobiológica*, 20(2):113-126
- Karpouzoglou, T. (2012). *Our power rest in numbers the role of expert-led policy process in adressing water quality: the case of periurban areas in the National Capital Region of Delhi, India*. Doctoral Thesis, University of Sussex UK.
- Karpouzoglou, T., Marshall, F. y Mehta, L. (2018). Towards a peri-urban political ecology of water quality decline. *Land Use Policy*, 70:485-493
- Kresic, N. (2010a). Types and classifications of springs. En: Kresic, N y Stevanovic, Z. (eds.). (2010). *Goundwater Hydrology of Springs. Engineering, Theory, Management and Sustainability*. Elsevier. pp. 31-86
- Kresic, N. (2010b). Sustainability and management of springs. En: Kresic, N y Stevanovic, Z. (eds.). (2010). *Groundwater Hydrology of Springs. Engineering, Theory, Management and Sustainability*. Elsevier. pp. 1-27
- Kresic, N y Stevanovic, Z. (eds.). (2010). *Goundwater Hydrology of Springs. Engineering, Theory, Management and Sustainability*. Elsevier. pp. 573
- LAN (Ley de Aguas Nacionales). (2016). Artículo 3, Fracción XVI. Diario Oficial de la Federación. México. pp. 110

- LFD (Ley de Derechos de Aguas). (2016). *Disposición Aplicable en Materia de Aguas Nacionales 2016*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional del Agua. México.
- Ostrom, E. (2000). *El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva*. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM. Fondo de Cultura Económica, México.
- Lenz, H. (1995). *San Ángel: Nostalgia de cosas idas*. Porrúa, 2ª edición. Distrito Federal, México. pp. 110
- López-Sandoval, O., Montejano, G., Carmona, J., Cantoral-Uriza, E. y Becerra-Absalón, I. (2016). Diversidad algal de un ambiente extremo: el manantial geotermal Los Hervideros, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(1):1-9
- Marín, R. (2003). *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos: tratamiento y control de la calidad de aguas*. Díaz de Santos S. A. España. pp. 311
- Mazari-Hiriart, M., Pérez-Ortíz, G., Orta-Ledesma, M., Armas-Vargas, F., Tapia, M., Solano-Ortíz, R., Silva, M., Yañez-Nogues, I., López-Vidal, Y. y Díaz-Ávalos, C. (2014). Final Opportunity to Rehabilitate an Urban River as a Water Source for Mexico City. *PloS ONE* 9(7).
- Meinzer, O. (1923). Outline of ground-water hydrology, with definitions. *Geological Survey Water-Supply Paper* 494. United States Department of the Interior, Washington, EU.
- Mejía, A. (2013). *Localización y caracterización de manantiales en los municipios de San José del Rincón y Jocotitlán en el Estado de México*. Tesis Licenciatura. Facultad de Planeación Urbana y Regional, UAEM, México.
- Mock, B. (2019). Beto O'Rourke: "Any plan to address climate change must address environmental justice". *Bulletin of the Atomic Scientists*. Consultado en: <https://thebulletin.org/2019/11/beto-orourke-any-plan-to-address-climate-change-must-address-environmental-justice/>
- Monges, Y. (2009). *Calidad del agua como elemento integrador para la rehabilitación del río Magdalena, Distrito Federal*. Tesis Maestría. Instituto de Ecología, UNAM. México.

- Montes, R., Navarro, I., Domínguez, R. y Jiménez, B. (2013). Modificación de la capacidad de autodepuración del río Magdalena ante el cambio climático. *Tecnologías y Ciencias del Agua*, 4(5):71-83
- Mota, C. (2017). Las míticas gallinas de monte, un enigma para la ciencia y un reto para la conservación. *Ciencia*, 68(3):50-55
- Munné, A., Prat, N., Solá, C., Bonada, N. y Rieradevall, M. (2003). A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13:147-163
- Naranjo, E. (2003). Moluscos continentales de México: Dulceacuícolas. *Revista de Biología Tropical*, 51(3):495-505.
- Nava, M. (2003). *Los bosques de la cuenca alta del río Magdalena, D.F., México. Un estudio de vegetación y fitodiversidad*. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Neitzel, C. Caro-Borrero, A., Revollo-Fernández, D., Aguilar-Ibarra, A. Ramos, A. y Almeida-Leñero, L. (2014). Paying for environmental services: Determining recognized participation under common property in a peri-urban context. *Forest Policy Economics*, (38):46-55
- Niemelä, J., Saarela, S., Söderman, T., Kopperoinen, L., Yli, V. y Väre, S. (2010). Using the ecosystem services approach for better planning and conservation of urban green spaces: a Finland case study. *Biodiversity and Conservation*, 19:3225-3243
- Ontiveros, A. (1980). *Análisis físicos y algunos aspectos socioeconómicos de la cuenca del río Magdalena*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras, Colegio de Geografía, UNAM. México.
- Orlove, B. y Caton, S. (2010). Water Sustainability: Anthropological Approaches and Prospects. *Annual Review of Anthropology*, 39:401-415
- Ortiz, R. (2017). La calidad hidrogeomorfológica de la cuenca de México: una propuesta metodología para reconocer la calidad del ecosistema de ribera. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- PAOT (Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial) (2010). *Estudio sobre el ordenamiento, control y tratamiento integral de los Asentamientos Humanos Irregulares, ubicados en suelo de conservación del Distrito Federal*. México. pp. 54

- Parlem, J. y Chairez, C. (2002). Medidas Antiguas de Agua. *Relaciones. Estudios de historia y sociedad*. El Colegio de Michoacán, México, 23(92):227-251
- PDDU (Programa Delegacional de Desarrollo Urbano). (2005). *Decreto que contiene el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la Delegación La Magdalena Contreras del Distrito Federal*. Gaceta Oficial del Distrito Federal. México.
- PDMC (Programa Delegacional de La Magdalena Contreras) (2016). *Decreto que contiene el Plan Delegacional de La Magdalena Contreras 2015-2018*. Gaceta Oficial de la Ciudad de México, México.
- PPDU (Plan Parcial de Desarrollo Urbano). (1982). *Decreto que contiene el Plan Parcial de Desarrollo Urbano para la Delegación Magdalena Contreras 1982*. Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal. Dirección General de Planificación. Diario Oficial de la Federación. México.
- Perló, M. y Zamora, I. (2017). Perspectivas ambientales sobre la contaminación y la recuperación del río Magdalena en la Ciudad de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33(3):377-391
- PWH (Perry World House). (2019). How climate-related tipping points can trigger mass migration and social chaos. *Bulletin of the Atomic Scientists*. Consultado en: <https://thebulletin.org/2019/11/how-climate-related-tipping-points-can-trigger-mass-migration-and-social-chaos/>
- Prashad, V. (2001). The technology of sanitation in colonial Delhi. *Modern Asian Studies*, 35(1):113-155
- Ramírez, M., Beltrán, Y., Bojorge-García, M., Carmona, J., Cantoral-Uriza, E. y Valadez, F. (2001). Flora Algal del Río Magdalena Distrito Federal, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (68):45-67
- Ramos, A. (2008). *Propuesta de reclasificación y zonificación participativa de la Zona Protectora Forestal Cañada de Contreras, Distrito Federal, México*. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Ramos, A., Zamora, I. y Almeida-Leñero, L. (2018). Características histórico-culturales, tenencia de la tierra y políticas públicas en la cuenca del río Magdalena. En: Almeida-Leñero, L., Carmona, J. y Cantoral-Uriza, E. (Coords.) (2018). *Historia natural y*

- cultural de la cuenca del río Magdalena, Ciudad de México, México*. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Raschi, A., Miglietta, F., Tognetti, R. y van Gardingen, P. (eds.) (1997). *Plant responses to elevated CO₂. Evidence from natural springs*. Cambridge University Press. pp. 273
- Reyes y Cabañas, A. (1979). Repartimiento del río de la Magdalena. 1635. En: *Boletín de Monumentos Históricos*, México. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Dirección de Monumentos Históricos, (3):5-8.
- Reyna, M. (1991). *Formación y desintegración de la Hacienda de San Francisco de Borja*. Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). México.
- Rivera, K. (2017). *Efecto de las actividades humanas y políticas públicas en el socioecosistema de la microcuenca del río Magdalena, Ciudad de México, México*. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Robles, E., Ramírez, E., Durán, A., Martínez, M. y González, M. (2013). Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua del acuífero Tepalcingo-Axochiapan, Morelos, México. *Avances en Ciencias e Ingeniería* 4(1):19-28.
- Roda, R. (2009). Los territorios periurbanos: un hecho territorial creciente en Europa. Sus límites imprecisos y las dificultades de su definición. En Alfranca, O. y Pujlola, M. (eds.) (2009). *Agricultura Periurbana*. Universidad Politècnica de Catalunya, Barcelona, España. pp. 41-95.
- Rodríguez-Labajos, B. y Martínez-Alier, J. (2015). Political ecology of water conflicts. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water* 2:537-558.
- Romero, J. (2005). *Calidad del agua*. Escuela Colombiana de Ingeniería, Colombia. pp. 449
- Sánchez, M., Vidal, M., Puntí, T., Poquet, J., Prat, N., Rieradevall, M., Alba, J., Zamora, C., Toro, M., Robles, S., Álvarez, M. y Suárez, N. (2009). Defining criteria to select reference sites in Mediterranean streams. *Hydrobiologia*, 619(1):39
- Santibañez-Andrade, G., Catillo-Argüero, S. y Martínez-Orea, Y. (2015). Evaluación del estado de conservación de la vegetación de los bosques de una cuenca heterogénea del Valle de México. *Bosque*, 36(2):299-313

- Silva, J., Ochoa, E., Cruz, S., Nava, J. y Villapando, F. (2016). Manantiales de la cuenca del río Duero Michoacán: Operación, calidad y cantidad. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32(1):55-68
- SMAGDF (Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal). (2012). Programa de Rescate Integral de los ríos Magdalena y Eslava. México. pp. 79.
- SMAGDF (Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal). (2013). Suelo de Conservación y Biodiversidad. En: Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal. Primer Informe de Trabajo. México. pp. 35-49
- Soberón, A. (2015). Cristal Bruñido: Río de la Magdalena. *Dimensión Antropológica* 64:155-174
- Springer, A. y Stevens, L. (2009). Spheres of discharge of springs. *Hidrogeology Journal* 17:83-93.
- Swyngedouw, E. (2004). Social Power and the Urbanisation of Water. Flows of Power. Oxford University Press.
- Swyngedouw, E. (2006). Circulations and Metabolisms: (Hybrid) Natures and (Cyborg) Cities. *Science as Culture*, 15(2):105-121
- Swyngedouw, E. (2009). The Political Economy and Political Ecology of the Hydro-Social Cycle. *Journal of Contemporary Water Research & Education*, 142:56-60
- Swyngedouw, E. y Williams, J. (2016). From Spain's hydro-deadlock to the desalination fix. *Water International*, 41(1):54-73
- Thompson, B., Matusik-Rowan, P. y Boykin, K. (2002). Prioritizing conservation potencial of arid-land montane natural springs and associated riparian areas. *Journal of Arid Environments* 50:527-547
- Torre, J. (2010). *Contexto socioambiental: Estudio Histórico*. En: Secretaría del Medio Ambiente (SMA). (2010). Parque Lineal Chimalistac-Viveros: Proyecto Ejecutivo. Programa de Rescate Integral de los Ríos Magdalena y Eslava. Ciudad de México, México. pp. 82
- Valdiya, K. y Bartarya, S. (1991). Hidrogeological studies of springs in the catchment of the Gaula river, Kumaun Lesser Himalaya, India. *Mountain Research and Development*, 1(3):239-258

- Vargas, A. (2002). Manantiales de una parte del Valle Central de Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 27:39-52
- Vargas, F. y Escobar, S. (Coords.). (2000). *Áreas naturales protegidas de México con decretos federales (1899-2000)*. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAP, Red para el Desarrollo Sostenible A.C., Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, México. pp. 302-317
- Verdú, A., Fernández, E., Lozano, R., López, O. (2017). Development of a methodology for the characterization of urban and periurban green spaces in the context of supra-municipal sustainability. *Land Use Policy*, 69:75-84
- Viviroli, D., Archer, D., Buytaert, W., Fowler, H., Greenwood, G., Hamlet, A., Huang, Y., Koboltsching, G., Litaor, M., López-Moreno, J., Lorentz, S., Schädler, B., Schreier, H., Schwaiger, K., Vuille, M. y Woods, R. (2011). Climate change and mountain water resources: overview and recommendations for research, management and policy. *Hydrology and Earth System Sciences* 15:471-504
- Vitz, M. (2012). La ciudad y sus bosques. La conservación forestal y los campesinos en el valle de México, 1900-1950. *Estudios de historia moderna y contemporánea de México* 43:135-172.
- Zambrano, L. (2003). La restauración de ríos y lagos. *Ciencias* (72):37-43
- Zamora, I. (2013). *Participación social en la recuperación de ríos urbanos. El caso del río Magdalena en la Ciudad de México*. Tesis Doctorado. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales Sede Académica de México. México. *Cuicuilco Revista de Ciencias Antropológicas* 71:111-138.
- Zamora, I. (2018). Dos modelos de gestión en la historia del río Magdalena, Ciudad de México. El repartimiento colonial y la Junta de Aguas.
- Zwarteveen, M. y Boelens, R. (2014). Defining, researching and struggling for water justice: some conceptual building blocks for research and action. *Water International*, 39(2):143-158

ANEXOS

Anexo I. Protocolo para la evaluación de Calidad de Hábitat (Babour et al., 1999; Encalada et al., 2011; Munné et al., 2003) por Ortíz (2017).

Nombre de la subcuenca		Localidad					
LN		Fecha			Hora		
LO		Altitud					
Completaron la forma (nombres)							
Parámetros del agua							
Físicos	Temperatura del agua (°C)						
	Conductividad específica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)						
	Oxígeno Disuelto(OD)/ Saturación de Oxígeno (SO)						
	Aforo ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)						
Químicos	pH						
	Fósforo (mg L^{-1})						
	Nitrito (mg L^{-1})						
	Nitrito (mg L^{-1})						
	Amonio (mg L^{-1})						
Sustrato inorgánico (% de composición en el área muestreada)	Rocas						
	Canto (64-256 mm)						
	Grava (2-64 mm)						
	Arena (0.06-2 mm)						
	Arcilla (0.004 mm)						
Vegetación de ribera	Tipo de bosque			Forma de vida dominante			
	<i>Abies</i>	<i>Pinus</i>	Mixto	árbol	arbusto	pasto	hierba
Agregar fotografías del tramo que se evaluó							

Parámetro	Óptimo	Medio	Malo	Pobre
I. CUENCA				
1. 1. Cobertura vegetal (Nativa)*	Más del 70% de la cobertura vegetal de la zona de ribera compuesta con especies nativas.	60-40% de cobertura vegetal nativa	50-30% de la ribera cubierta por vegetación nativa.	Menos del 30 % de la superficie del banco cubierta por vegetación, parches aislados de la vegetación.
Ribera derecha (Puntaje)	5	3	2	0
Ribera izquierda (Puntaje)	5	3	2	0
2. 2. Estabilidad del banco	Banco estable, poca o mínima (<10%) evidencia de erosión.	Banco moderadamente estable, pequeñas áreas de erosión (10-50 %)	Banco moderadamente inestable con áreas erosionadas, gran potencial de erosión (50-80 %) durante las inundaciones.	Banco inestable, muchas áreas erosionadas (>80%).
Puntaje	10	7	4	1
3. 3. Características del sustrato	Mezcla de materiales, como grava y arena, raíces sumergidas y vegetación acuática	Mezcla de arena, arcilla o lodo; algunas raíces sumergidas y vegetación acuática	Arcilla en la superficie, pocas raíces sumergidas, sin vegetación acuática	Capa de arcilla o rocas, sin presencia de raíces sumergidas o vegetación acuática
Puntaje	10	7	4	1
4. 4. Desarrollo de ganadería y agricultura en la zona de ribera	Sin presencia de cultivos o zonas para el ganado, sin derivaciones para ganadería o agricultura.	20% del suelo para uso agrícola y ganadero.	50% del suelo para uso agrícola y ganadero.	Más del 80% del suelo para uso agrícola y ganadero, presencia de derivaciones para uso doméstico o industrial
Ribera derecha (Puntaje)	5	3	2	0
Ribera izquierda (Puntaje)	5	3	2	0
II. HIDROLOGIA				
5. 5. Presencia de presas	Ausencia de presas (incluyendo de gavión y de costales) corriente arriba del río.		Presencia de presas (incluyendo de gavión y de costales) corriente arriba del río.	
Puntaje	10		0	
6. 6. Regímenes de velocidad/ profundidad	Presencia de 4 regímenes: lento-profundo lento-somero rápido-profundo rápido-somero	3 regímenes	2 regímenes	1 régimen (usualmente lento-somero)
Puntaje	10	7	4	1
7. 7. Alteración en el canal	Ausencia de canalización.	Evidencia de canalización en el pasado.	Canalización extensiva, 40-80% del escurrimiento canalizado e interrumpido.	Banco de la ribera con cemento o gavión, el 80% del escurrimiento canalizado. Hábitat de ribera alterado o ausente.
Puntaje	10	7	4	1

8. 8. Estado del canal	El agua alcanza la base de ambos bancos y el sustrato está expuesto mínimamente	El agua llena >75% del canal disponible o el 25% del sustrato está expuesto	El agua llena 25-75% del canal o el sustrato está expuesto	Muy poca agua en el canal
Puntaje	10	7	4	1
III. PERTURBACIONES ANTROPOGENICAS				
9. 10. 9. Efluentes directos al río por el uso doméstico 11.	Ausencia		Presencia	
Puntaje	10		1	
12. 10. Desarrollo urbano	Ausencia de asentamientos humanos, carreteras, derivaciones para usos domésticos o industriales.	20% del suelo para uso humano.	50% del suelo para uso humano.	Más del 80% del suelo para uso humano.
Puntaje	10	7	4	1
13. 11. Desarrollo humano	Ausencia de actividades humanas	Al menos una actividad humana: ganadería, agricultura o piscícola.	Al menos tres actividades humanas: agrícolas, ganadera, piscícola, doméstica (casa/comercio).	Actividades agrícolas, ganadera, piscícola, doméstica (casa/comercio).
Puntaje	10	7	4	1
14. 12. Presencia de contaminación orgánica y de basura y escombros	Menos del 10% de presencia de basura y/o escombros.	Entre 20-40 % de presencia de basura y/o escombros.	Entre 50-80% de presencias de basura y/o escombros.	Más del 90% de Basura y/o escombros.
Puntaje	10	7	4	1
PUNTAJE TOTAL				

Calidad Hidromorfológica	Puntaje
Óptima	120-89
Subóptima	88-42
Baja	41-10
Pobre	0-9

Anexo II. Entrevistas realizadas a habitantes que habitan cerca de los manantiales de la cuenca del río Magdalena

La participación es voluntaria y estrictamente confidencial. Los datos se procesarán para ser presentados de forma general y anónima en un trabajo de tesis. Por ello se solicita de su colaboración y que la información proporcionada corresponda a su pensamiento, ya que el resultado de esta entrevista es importante para ampliar el conocimiento sobre la cuenca del río Magdalena.

Entrevista para habitante circundante al manantial /comunero

Nombre

Edad

Sexo

Ocupación/Trabajo

Nivel de estudios

1. ¿Cuántas personas integran la familia?
2. ¿A qué se dedican? ¿Trabajan cerca de su casa o lejos (ciudad)?
3. ¿Desde hace cuánto viven aquí?
4. ¿Sabe si existe un manantial cerca de su vivienda?
5. ¿De quién es el manantial?
6. ¿Se ha hecho alguna obra (la alcaldía o los comuneros) sobre el manantial? ¿Alguien se apropia del agua?
7. ¿Ha habido algún conflicto por el uso del agua de los manantiales?
8. ¿Tienen acceso al agua del manantial?
Sí, sí
 - a) ¿Utilizan el agua del manantial para sus actividades cotidianas o de trabajo?
 - b) ¿qué actividades?
 - c) ¿Con qué frecuencia?
 - d) ¿Considera que el agua del manantial es de buena calidad? (la bebe o usa para cocinar)

Sí, no

- A. ¿Sabe quién está a cargo del manantial?
 - B. ¿Por qué no tiene acceso al manantial?
 - C. ¿Quiénes sí tienen acceso?
 - D. ¿Qué piensa sobre esto?
9. Si no usa el agua del manantial o no tiene acceso al mismo: ¿Cómo obtiene agua? / ¿A través de qué medio obtiene agua? (pipa, red pública)

10. ¿Qué significa el manantial para usted? ¿hay alguna leyenda o tradición sobre el manantial?
11. ¿Cree que la salud del manantial o la calidad del agua dependen de la salud del bosque? ¿Por qué?
12. ¿Hay algo que afecte el agua del manantial? ¿cuál?
13. ¿Hay algo que afecte los alrededores del manantial?
14. ¿Se han organizado de alguna manera para cuidar el manantial?
15. ¿Hay algún animal o planta (o algo) en el manantial que le interese?
16. ¿Hay relación entre el manantial y el Río Magdalena? ¿Cuál?
17. ¿Sabe si existen más manantiales en la zona?

Entrevista para habitante Magdalena Contreras (avecindados)

Nombre

Edad

Sexo

Ocupación/Trabajo

Nivel de estudios

Pertenece a un grupo/asociación/organización

1. ¿Desde hace cuánto vive en la Magdalena C.?
2. ¿Sabe si existen manantiales en la alcaldía?

Si sí,

¿Alguna vez ha visto uno?

¿Tiene o tenía acceso al agua del manantial?

Sí, sí tuvo acceso

¿Usted usa o usaba el agua de ese manantial? ¿Para qué actividades (cotidianas o de trabajo)? ¿Con qué frecuencia?

¿Considera que el agua del manantial es de buena calidad? (la bebe o usa para cocinar)

3. ¿Se ha hecho alguna obra (la alcaldía o los comuneros) sobre los manantiales?
4. ¿Ha habido algún conflicto por el uso del agua de los manantiales?
5. ¿De quién es el manantial?

Sí, no tuvo acceso

¿Quién está o estaba a cargo del manantial?

¿Quiénes sí tenían acceso?

¿Qué piensa sobre esto?

Si no usa el agua del manantial o no tiene acceso al mismo: ¿Cómo obtiene agua? / ¿A través de qué medio obtiene agua? (pipa, red pública)

6. ¿Qué significa el manantial para usted? ¿hay alguna leyenda o tradición sobre el manantial?
7. ¿Cree que la salud del manantial o la calidad del agua dependen de la salud del bosque? ¿Por qué?
8. ¿Hay algo que afecte el agua del manantial? ¿cuál?
9. ¿Hay algo que afecte los alrededores del manantial?
10. ¿Se han organizado de alguna manera para cuidar el manantial?

Si la persona no se ha organizado ¿Conoce de algún grupo que lo haga?

11. ¿Hay algún animal o planta (o algo) en el manantial que le interese?
12. ¿Hay relación entre el manantial y el Río Magdalena? ¿Cuál?

Si no sabe de la existencia de manantiales

¿Cree que deberían ser de conocimiento por la población de la Magdalena?

Entrevista para servidor público

Nombre

Edad

Sexo

Nivel educativo

Ocupación

Cargo (ahora / antes):

1. ¿Trabaja actualmente en alguna dependencia del gobierno de la Magdalena Contreras? ¿Cuál?
2. ¿Cuáles son los principales problemas sociales y ambientales de la cuenca del Magdalena?
3. ¿Sabe si existen manantiales en la zona de conservación?
Sí, sí
4. ¿Cuántos son?
5. ¿Están regulados por alguna institución?

Si sí, ¿Por cuáles?

6. ¿Qué actividades se implementan desde las instituciones en torno a los manantiales?
7. ¿Sabe si hay gente viviendo alrededor de los manantiales?
8. ¿Sabe si hay aprovechamiento del agua de los manantiales? ¿Por quién o quiénes?
9. ¿Sabe cuál es la condición ambiental de los manantiales? ¿A qué cree que se deba esta condición ambiental (población o gobierno)?
10. ¿Hay alguna acción por parte del GCDMX o de la alcaldía para protegerlos?
11. ¿Cree que los manantiales están relacionados con el río Magdalena?

¿Cómo?

12. ¿La salud del bosque influye en la salud del manantial?
13. ¿Los manantiales tienen alguna importancia cultural?

Si No sabe existencia,

¿Cree que deberían ser de conocimiento por la población de la Magdalena?