

Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ciencias Naturales

# **Acceso, distribución y disponibilidad del agua en la microcuenca San José el Alto, Querétaro**

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de  
Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

Presenta

**Karla Judith Olvera Rodríguez**

Dirigido por:

**Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero**

Querétaro, Qro., a noviembre de 2019



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ciencias Naturales  
Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

**Acceso, distribución y disponibilidad del agua en la microcuenca San José el Alto, Querétaro**

T E S I S

Que como parte de los requisitos para obtener grado de  
**Maestría en Gestión Integrada de Cuencas**

Presenta

Biól. Karla Judith Olvera Rodríguez

Dirigido por:

Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero

Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero  
Presidente

Dr. Juan Pablo Ramírez Herrejón  
Secretario

M. en GIC. Griselda Martínez Romero  
Vocal

Dr. Raúl Francisco Pineda López  
Suplente

M. en D.H. Claudia Elvira Romero Herrera  
Suplente

Centro Universitario  
Noviembre, 2019  
México

## RESUMEN

De manera general, la gestión del agua en México se ha realizado de forma sectorial y con un enfoque tecnocrático, sin considerar a la cuenca y sus procesos biofísicos, climáticos y ambientales. Este fenómeno es común en las ciudades, cuyo crecimiento disperso y fragmentado tampoco ha incluido a la cuenca en la planeación, lo que ha provocado la impermeabilización de la misma y la alteración de su dinámica hidrológica y biofísica. Esto ha originado ciudades que presentan problemas de inundaciones, pero a su vez “escasez” y acceso desigual de algunos sectores de la población al agua potable. Tal es el caso de la microcuenca San José el Alto (SJA), dentro de la cuenca del Río Querétaro, que se ubica en la periferia norte de la ciudad de Querétaro.

Esta microcuenca posee gran importancia ecológica e hidrológica para la cuenca y la ciudad puesto que alberga el área natural Peña Colorada, que representa la mayor infiltración del acuífero del Valle de Querétaro y alberga alta biodiversidad y servicios ecosistémicos. Sin embargo, es una zona bajo presión por urbanización y especulación de la tierra, donde la regulación ha sido laxa y existen desde colonias de vocación rural, irregulares y populares, así como tierras ejidales, zonas comerciales e industriales y fraccionamientos residenciales. Esta heterogeneidad de usos de suelo exacerba la desigualdad respecto a los servicios públicos, especialmente del agua. De manera oficial, de las 11,605 viviendas dentro de la microcuenca el 80% poseen servicio de agua potable del sistema de distribución público. Sin embargo, existen colonias irregulares que acceden al agua por medio de pipas e hidrantes. La forma de acceso influye en el costo, el uso, el manejo y la percepción de los habitantes hacia el agua y la cuenca.

En la presente investigación se profundiza en dicho fenómeno y describe el acceso, distribución y disponibilidad de agua potable en la microcuenca por medio de una metodología cualitativa y cuantitativa. De igual forma se describen los factores de la gestión institucional y la gestión ciudadana que influyen, condicionan o limitan el acceso y la distribución. A partir de los resultados, se presenta una propuesta de gestión integral de agua que incluye la captura y el manejo de lluvia como una

estrategia para preservar la función hidrológica de la cuenca, y mejorar la disponibilidad, el acceso y la distribución del agua de la población. Dicha propuesta surge como un marco de referencia alternativo de análisis del acceso al agua por medio del manejo de la cuenca y que aporta hacia una gestión sustentable e integral del agua. Las zonas periurbanas de la cuenca, que aún poseen áreas naturales, como la microcuenca SJA, son espacios con gran potencial de manejo e intervención que permitan preservar la estructura y función de la misma.

*Palabras clave: cuenca urbana, acceso al agua, zonas periurbanas, manejo y captura de lluvia.*

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## Summary

In general, water management in Mexico has been carried out sectorial and with a technocratic approach, where the watershed and its biophysical, climatic and environmental processes haven't been considered. This phenomenon is common in cities, whose dispersed and fragmented growth has not included the watershed either, which has led to watershed sealing and alteration of its hydrological and biophysical dynamics. This has led to cities with flooding but "scarcity" and unequal access to drinking water to some population sectors. Such is the case of San José el Alto microwatershed located at the northern periphery of Querétaro City, within Querétaro river basin.

This microwatershed has high ecological and hydrological value to the basin and the city given to the natural area Peña Colorada, which represents the highest water infiltration to the Valle de Querétaro Aquifer, and also houses high biodiversity and ecosystem services. Nonetheless, it is an area is under pressure due to urbanization and land speculation, where regulation has been low, and currently coexist colonies with rural vocation, irregular and popular colonies, ejido lands, residential areas, commercial and industrial activity. Such heterogeneity of land uses enhances inequality in public services, specially water. Officially, of the 11,605 homes only 80% have potable water service from the public distribution system. However, there are several irregular localities that access to water through household truck pipes and hydrants. The type of access affects the cost, use, management and perception of the population towards water and watershed.

In this research, this phenomenon is deepened and the access, distribution and availability of drinking water is described through a qualitative and quantitative methodology. Likewise, the factors affecting and limiting the access and distribution are also described. Based on the results, a proposal of integral water management, that includes rain water harvesting, is presented as a strategy to preserve the hydrological function of the microwatershed, hence improve availability, access and distribution of water to the population. Such proposal emerges as an alternative frame work for analyzing water access through watershed management and

therefore contribute towards sustainable and integral water management. The peri-urban areas of the watershed, which still have natural areas, such as SJA microwatershed, represent high potential to management efforts to preserve its function, structure and processes.

*Key words: urban watershed, water access, peri-urban areas, rainwater harvesting*

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## AGRADECIMIENTOS

Creo que cuando hacemos cualquier cosa, nunca es propiamente un mérito individual. En mi vida y en mi investigación hay demasiadas personas que contribuyen de forma directa e indirecta y les estoy inmensamente agradecida.

Gracias a mis padres por todo su apoyo, aliento, guía y amor. No estaría donde estoy sin ustedes. Gracias a Oswaldo y Regina, que han alegrado mi vida desde hace 9 y 11 años. Los amo intensamente.

Gracias Israel, por mostrarme lo sencillo de la vida. Gracias por creer en mí, especialmente en momentos cuando yo no lo hice. Gracias por ser mi compañero de los días y del porvenir. Te todo.

Gracias Estef, Gabo, Dani y Omar por su amistad y su apoyo en el trabajo de campo de la investigación. Gracias Arely, por todos estos años en que nos hemos acompañado, crecido y madurado juntas, nuestra amistad es algo que atesoraré toda la vida. Eres una mujer muy especial para mí. Gracias Omarin por todos estos años de amistad, trabajo y estudio. Tal vez la vida nos lleve por caminos diferentes, pero me alegra que vayamos tras lo que nos hace felices.

Gracias Juan Alfredo por tus enseñanzas, ¡tu paciencia!, tus consejos y aliento, por las recomendaciones y pláticas. Gracias por guiarme en este proceso. Admiro muchísimo tu compromiso y labor hacia los alumnos y tu profesión. Muchas gracias por absolutamente todo.

Gracias Juanpa por tu apoyo en estos años en los que aprendí que mientras hagas lo que te apasiona lo más difícil será empezar y el resto se dará por añadidura. Gracias Raúl por tu guía durante la maestría y por toda la experiencia compartida. Gracias Gris por las pláticas, tu apoyo, recomendaciones y dedicación. Gracias Claudia, por coincidir en la investigación y en la vida. Eres una inspiración para mi quehacer diario.

Gracias a los compañeros y compañeras de la maestría: Gabi, Julio, Nico, Javier, Pao y Alex. Fueron dos años de gratas experiencias y viajes. Gracias Mitzi y Doris por las aventuras en Chile.

También, quiero agradecer al profesorado de la Maestría, a la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por facilitarme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente. Agradezco al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) por el apoyo brindado para la culminación de la tesis. Así como la posibilidad de establecer sinergias mediante el proyecto titulado *Nuevas geografías de la urbanización en México: Transformaciones territoriales y medios de vida de sectores sociales vulnerables en las periferias de ciudades medias*.

Finalmente quiero agradecer a todos los compañeros y compañeras que he conocido a raíz de este proceso que, como yo, estamos acompañándonos y apoyándonos por la defensa y la conservación de los ríos, del agua y de los ecosistemas de nuestra ciudad. Gracias amigos. La ciencia y la investigación solo tienen sentido si se retribuyen hacia la sociedad.

Gracias a la vida.

*“... ojalá encuentre camino  
para seguir caminando.”*

*Víctor Jara*



Dirección General de Bibliotecas UAQ

PARA ISRAEL

“Ojalá podamos ser tan porfiados para seguir creyendo, contra toda evidencia, que la condición humana vale la pena, porque hemos sido mal hechos, pero no estamos terminados.

Ojalá podamos ser capaces de seguir caminando los caminos del viento, a pesar de las caídas y las traiciones y las derrotas, porque la historia continúa, más allá de nosotros [...]”

“Los caminos del viento”

Eduardo Galeano

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
JUSTIFICACIÓN .....	5
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	6
OBJETIVO.....	6
OBJETIVO GENERAL .....	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
RESUMEN CAPITULAR .....	7
CAPÍTULO 1. EL AGUA EN LAS CUENCAS URBANAS Y PERIURBANAS .....	8
1.1. El agua en cuencas urbanizadas .....	8
1.2. Gestión, derecho y acceso al agua .....	11
1.3. La Gestión Integrada de Cuencas Urbanas .....	13
CAPÍTULO 2. LA GESTIÓN DEL AGUA Y DE CUENCAS EN MÉXICO .....	16
2.1. La gestión de cuencas en México .....	16
2.2. El agua en las cuencas urbanas y periurbanas.....	18
2.3. La periurbanización de la microcuenca San José el Alto .....	23
CAPÍTULO 3. MATERIALES Y MÉTODO .....	25
3.1 Área de estudio .....	25
3.2 Ruta metodológica .....	28
<b>Eta</b> <b>p</b> <b>a</b> <b> 1. Problemáticas de acceso y distribución del agua en la</b> <b>microcuenca.....</b>	<b>29</b>
<b>Eta</b> <b>p</b> <b>a</b> <b> 2. Factores sobre el acceso y distribución del agua en la</b> <b>microcuenca.....</b>	<b>30</b>
<b>Eta</b> <b>p</b> <b>a</b> <b> 3. Propuesta de Gestión Integrada del Agua .....</b>	<b>32</b>
CAPITULO 4. RESULTADOS .....	36
<b>4.1 Estado actual del acceso y la distribución del agua en la microcuenca</b> <b>.....</b>	<b>36</b>
Las zonas funcionales de la microcuenca San José el Alto.....	36
Condición socioeconómica .....	37
Acceso y costo.....	39
Percepción de la calidad y disponibilidad .....	41
Uso y manejo.....	42
Percepción y cultura del agua.....	45

<b>4.2 Acceso y distribución institucional y gestión ciudadana del agua en la microcuenca SJA</b> .....	47
Distribución institucional del agua.....	47
Acceso al servicio y costos .....	49
Servicios en el contexto periurbano .....	53
La percepción del agua y la cuenca .....	54
<b>4.3 Propuesta de Gestión integral del agua de la microcuenca San José el Alto</b> .....	55
<b>Objetivo 1. Acceso, distribución y disponibilidad del agua en la microcuenca SJA</b> .....	59
<b>Objetivo 2. Preservación de la función hidrológica de la microcuenca SJA</b> .....	65
<b>Eje transversal de Gestión ciudadana e institucional</b> .....	69
CAPITULO 5. DISCUSIÓN.....	70
CAPITULO 6. CONCLUSIÓN.....	74
BIBLIOGRAFÍA .....	76
ANEXOS .....	84
A) Encuesta Bloque A.....	84
B) Encuesta Bloque B.....	88
C) Guion de entrevista .....	91

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cuenca urbana: Sistema tecnológico y Sistema natural. Tomado de Agredo-Cardona (2013). .....	22
Figura 2. Localización geográfica de la microcuenca San José el Alto. ....	25
Figura 3. Vegetación y uso de suelo de la microcuenca SJA.....	27
Figura 4. Ruta metodológica. Elaboración propia.....	28
Figura 5. Recorrido y sitios operativos de la estancia técnica en la Comisión Estatal de Aguas. Elaboración propia con base en INEGI e información de campo. ....	31
Figura 6. Propuesta de gestión del agua para la microcuenca San José el Alto. Elaboración propia. ....	33
Figura 7. Zonas funcionales y localidades de estudio de la microcuenca San José el Alto. Elaboración propia. ....	36
Figura 8. Formas de acceso al agua de los habitantes de la microcuenca. ....	40
Figura 9. Acceso y costo del agua mensual en la microcuenca San José el Alto. Respecto al costo se muestra el promedio, así como el rango más bajo y más alto. Elaboración propia. ....	41
Figura 10. Percepción de la calidad: transparencia y olor del agua en la microcuenca San José el Alto. ....	42
Figura 11. Usos frecuentes del agua en las viviendas de las colonias de la microcuenca San José el Alto. ....	43
Figura 12. Uso del agua en viviendas del Bloque A. Elaboración propia. ....	44
Figura 13. Manejo del agua en las viviendas del Bloque B. Elaboración propia. ..	45
Figura 14. Fuentes de agua percibidas por los habitantes de la microcuenca San José el Alto. Elaboración propia.....	46
Figura 15. 1) Fuga no visible que no pudo ser reparada por la brigada. 2) Fuga en “arroyo”. 3) Fuga en línea de distribución que requirió retroexcavadora. Fotografías de KJOR.....	48
Figura 16. Diagrama de actores relacionados con la gestión del agua en la microcuenca SJA. ....	50
Figura 17. 1) Tambos y tinacos para llenar con pipas en San Juan-Ampliación. 2) Hidrante comunitario de La Joyita. 3) Pipa descargando en Laderas del Salitre. 4) Avisos de pago de cuota en La Joyita. Fotografías por KJOR. ....	53
Figura 18. Zonas potenciales de manejo de lluvia en la microcuenca SJA. ....	57
Figura 19. Marco de referencia de propuesta de gestión integral del agua de la microcuenca SJA .....	58
Figura 20. Componentes de Sistema de Captación de Lluvia. Fuente: Rodríguez, A. (2016). ....	60
Figura 21. Precipitación en la microcuenca SJA. ....	61
Figura 22. Capacidad de almacenamiento de los habitantes de San José el Salitre. ....	62
Figura 23. Demanda de agua y demanda satisfecha con lluvia. ....	64

Figura 24. Zonas funcionales y estrategias de manejo de agua de la microcuenca SJA..... 68

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, a nivel mundial se ha establecido que nos enfrentamos a una crisis del agua, envuelta en una crisis ambiental global. Las causas enlistadas que derivan en una crisis del agua son escasez y contaminación. Sin embargo, la crisis del agua se debe atribuir a la gestión y manejo sectorial e insostenible, que se ha realizado desde un enfoque tecnocrático, que deja de lado los procesos hidrológicos, ecológicos y ambientales de la cuenca. Estos fenómenos se intensifican en las ciudades, donde la concentración de la población, el desarrollo económico e industrial demandan altas cantidades del líquido. La administración del agua en las ciudades se realiza basada en estrategias para aumentar la disponibilidad en vez de regular, reciclar, re usar y tratar las aguas urbanas.

Adicionalmente, las ciudades, principalmente las de Latinoamérica, han crecido de una forma dispersa y fragmentada, que ha favorecido la deforestación de la cuenca, afectando su estructura y función. Lo anterior intensifica la problemática al impedir que el agua de la cuenca infiltre hacia los acuíferos o que se almacene en cuerpos de agua. Esto contribuye a una percepción de “escasez” que incentiva nuevamente estrategias tecnocráticas basadas en la oferta del agua.

La ciudad de Querétaro es ejemplo de lo anterior, especialmente en la microcuenca San José el Alto, ubicada en la periferia norte. Esta microcuenca posee cuerpos de agua y áreas de infiltración al acuífero del Valle de Querétaro, y en donde además nace el sistema de distribución de agua de la Comisión Estatal de Aguas; sin embargo, existen sectores de la población que no poseen acceso al agua. A continuación, se profundiza en los antecedentes de la problemática y se describen los objetivos y la justificación de la presente investigación.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ciudad de Querétaro, ubicada en la subcuenca del Río Querétaro, ha experimentado un intenso crecimiento desde los años 70. En 1970 la ciudad abarcaba 13.9 km<sup>2</sup> con una población de 140,000 habitantes (Delgado, 1993); pero para el año 2010 el área urbana alcanzó los 122.4 km<sup>2</sup> y una población de 1'059,210

habitantes (Betanzo-Quesada, 2015). Dicho crecimiento fue incentivado por políticas federales que buscaban descentralizar la actividad industrial del centro de México (Icazuriaga et al., 2007).

El desarrollo económico e industrial favoreció el aumento de la inmigración y la demanda de vivienda y servicios básicos (Delgado, 1993), entre los servicios destacó el abastecimiento de agua para uso doméstico e industrial principalmente. A partir de los años 50 comenzó la explotación de los acuíferos del Valle de Querétaro y Huimilpan para abastecer de agua a la ciudad (Granados Muñoz, 2015). Sin embargo, gradualmente la disponibilidad de agua fue disminuyendo y para 2003 el acuífero del valle de Querétaro tenía un déficit de 76 millones de metros cúbicos y se extraía a 120 m de profundidad (CONAGUA, 2003).

Para contrarrestar la situación, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y la Comisión Estatal de Aguas (CEA) implementaron el Acueducto II para trasvasar agua desde los manantiales de El Cañón del Infiernillo de la Cuenca del Río Pánuco (CEA, 2018). El Acueducto II tuvo una inversión de 2 mil 850 millones de pesos mexicanos y comenzó a operar en 2011 (Granados Muñoz, 2015). En ese entonces, la obra hidráulica se justificó con el objetivo de implementar una fuente de abastecimiento alterna, por ende, permitir la recarga del acuífero (DOF, 2009) y se anunció que Querétaro tendría agua por los próximos 30 años.

Sin embargo, dichas estrategias de gestión no han logrado resolver las problemáticas respecto al acceso, la disponibilidad y distribución del agua en la ciudad (De la Llata-Gómez et al., 2010). El Acueducto II trasvasa 50 millones de metros cúbicos al año, pero el 40% se pierde en fugas. De tal manera, solo el 55% de la demanda de agua de la ciudad se cubre con el Acueducto II, mientras que el resto se cubre con los 81 pozos que aún se encuentran en funcionamiento. Por lo que después de ocho años de operación del Acueducto II, el déficit del acuífero del Valle de Querétaro solo ha bajado a 65 millones de metros cúbicos (CONAGUA, 2015). A raíz de lo anterior, la CEA ha declarado que el Acueducto II será obsoleto en menos tiempo de lo calculado y prospecta que en el 2021 exista una crisis por el agua potable.



De forma simultánea, y que a su vez agrava la problemática, el mismo crecimiento económico y expansión de la ciudad ha causado la impermeabilización de la cuenca. Gradualmente se han perdido las zonas baja y media de la cuenca del Río Querétaro que poseen cobertura vegetal, biodiversidad y sostienen procesos ecológicos, climáticos y ambientales. La impermeabilización de la cuenca ha causado que no se infiltre suficiente agua al acuífero y que escurra mayor volumen a mayor velocidad hacia la parte baja. Esto ha generado dos contextos en la ciudad de Querétaro. Por un lado, la población de varios sectores de la ciudad no posee una fuente segura de agua potable, principalmente en las zonas de la periferia. Y, por otro lado, una ciudad que se inunda cada temporada de lluvias, causando estragos en edificios, vialidades y amenazas para la población.

Las estrategias que el gobierno municipal y estatal implementan para resolver dichas problemáticas consisten en obras paliativas. Antes de cada temporada de lluvias se habilitan los drenes pluviales y se otorgan costales en las colonias propensas a inundaciones. Pero contrariamente, para aumentar la disponibilidad de agua potable y combatir la “escasez”, el gobierno estatal tiene prevista la implementación del Acueducto III, que pretende traer agua del Río Moctezuma, en la Reserva de la Biosfera de la Sierra Gorda Queretana.

Estas visiones y estrategias dejan en evidencia que dentro de los planes y programas gubernamentales la cuenca se aborda desde un enfoque hidrológico, hidráulico, sectorial y tecnocrático. La cuenca del Río Querétaro no es visualizada, o comprendida, desde una visión integral y sustentable, que considere su dinámica y función ambiental, ecológica y social. Esto genera que la gestión de la ciudad, la planeación urbana, la gestión del agua y ambiental, entre varias más, se realicen de forma sectorial e independiente, sin considerar una visión geográfica, ambiental y sustentable.

Este fenómeno a nivel de la cuenca del Río Querétaro, puede observarse a menores escalas, como el caso de la microcuenca San José el Alto, que presenta un complejo paisaje conformado por zonas habitacionales urbanas y rurales, centros comerciales, industriales y el área natural Peña Colorada. En la microcuenca se

ubica la zona periurbana noroeste de la ciudad de Querétaro, que se ha perfilado como un polo estratégico del crecimiento urbano y especulación que se ha intensificado a partir del año 2013 a raíz de la construcción de diversos centros comerciales de gran inversión. Dicha urbanización ha aumentado el área impermeable, la erosión por degradación de la cobertura vegetal y la pérdida de biodiversidad en la parte baja de la microcuenca, mientras que las funciones ambientales, ecológicas e hidrológicas de las partes media y alta son vulnerables por su proximidad a la zona urbana (García-Mendieta, 2016).

En la microcuenca se encuentran 36,916 habitantes distribuidos en asentamientos habitacionales irregulares, colonias originarias de vocación rural, fraccionamientos privados de reciente creación y colonias populares. Esta composición social heterogénea está estrechamente relacionada con el crecimiento fragmentado de la ciudad, que genera desigualdad en el acceso a infraestructura y servicios, principalmente de agua potable. Del total de las 11,065 viviendas habitadas, 8,871 poseen servicio de agua entubada (INEGI, 2016), sin embargo, esta cifra podría ser mayor debido al incremento de zonas irregulares. Martínez-Romero (2013) destaca que el 52.61% de los habitantes de la microcuenca no posee servicio de red potable, por lo que accede al agua de bordos y manantiales, hidrantes o pipas. Si continúa la extensión del área urbana y la degradación de la parte alta de la microcuenca, podrían desecarse en su totalidad los cuerpos de agua, que afectaría a la población que no tiene acceso al agua. Y se seguiría intensificando el desigual acceso al agua.

Paradójicamente, en esta microcuenca ya se han registrado numerosas inundaciones en colonias, centros comerciales y espacios públicos (Peña-Díaz, 2018); mientras que las estrategias gubernamentales de mitigación comprenden drenes pluviales y desazolve de bordos, a la vez que se autorizan cambios de uso de suelo y se impermeabiliza parte de la zona media y baja de la microcuenca. Los enfoques, estrategias y marcos de referencia visualizan al agua de lluvia como un riesgo y no se visualiza dentro su manejo integral en la ciudad y en la cuenca como una fuente alternativa de abastecimiento, que a su vez puede mejorar el acceso, la distribución y disponibilidad de agua potable. En años recientes la captación de

lluvia se ha perfilado como una estrategia viable y sustentable para mejorar el acceso y la disponibilidad del agua doméstica, especialmente en zonas periurbanas, que incluso ha logrado consolidarse como una política pública, como en el caso de la Ciudad de México. Adicionalmente, estas estrategias contribuyen a la mitigación de inundaciones y a la dinámica hidrológica de la cuenca.

Ante la presión por la urbanización y la especulación en la microcuenca SJA, y con ello la pérdida de la estructura y la función de la microcuenca, resulta sumamente necesario identificar el estado actual de las problemáticas en torno al acceso y la distribución del agua, así como las diversas formas de abastecimiento. Esto con la finalidad de generar una propuesta de gestión integrada del agua desde el enfoque de cuencas, que favorezca la conservación de la función hidrológica de la microcuenca y así contribuir al acceso al agua de los habitantes. Esta propuesta es un precedente para la gestión integral y sustentable del agua de la cuenca del Río Querétaro, bajo el precepto de que el ordenamiento de la ciudad y la gestión del agua deberían hacerse a la par, con énfasis en la estructura y función de la cuenca. Estos marcos de referencia deben aplicarse para Querétaro, puesto que la ciudad seguirá creciendo, pero es fundamental que se realizase bajo un enfoque integral, sustentable y previsor.

## JUSTIFICACIÓN

La microcuenca San José el Alto es una zona vulnerable debido a la urbanización constante expansión urbana que podría agudizar conflictos del agua, especialmente en el acceso, disponibilidad y distribución si no se gestiona y maneja de forma sustentable y equitativa. A pesar de lo anterior, no existen trabajos de investigación exhaustivos que analicen el estado actual del acceso, distribución y disponibilidad del agua en la microcuenca desde una perspectiva de gestión integrada de cuencas.

La caracterización de las problemáticas permitirá generar una propuesta de gestión integral del agua para la microcuenca que busque contribuir al acceso, la distribución y la disponibilidad del líquido en lo inmediato, así como en el largo plazo favorecer la recuperación de la función hidrológica de la microcuenca. Esta

propuesta puede ser utilizada por las instancias gubernamentales competentes como la CEA, así como Organizaciones No Gubernamentales (ONG's), asociaciones civiles, los ejidos o los comités de vecinos.

### PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Qué problemáticas respecto al acceso y la distribución del agua doméstica existen en la microcuenca San José el Alto?
- ¿Qué factores afectan el acceso y distribución del agua doméstica en la microcuenca?
- ¿De qué manera la gestión y el manejo integrado de cuencas pueden mitigar estas problemáticas? ¿Cómo mejorar la función hidrológica de una microcuenca periurbana?

### OBJETIVO

#### OBJETIVO GENERAL

Analizar las problemáticas de acceso y distribución del agua en la microcuenca de San José el Alto, con la finalidad de generar una propuesta de gestión integrada del agua para una microcuenca periurbana.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las problemáticas de acceso y distribución del agua de la población de la microcuenca San José el Alto.
- Identificar los factores que afectan el acceso y la distribución del agua en la microcuenca.
- Diseñar una propuesta de gestión integrada del agua para recuperar la función hidrológica y contribuir al acceso y distribución en la microcuenca.

## RESUMEN CAPITULAR

La intensa expansión de la ciudad ha ocasionado la pérdida de áreas naturales y servicios ecosistémicos en la cuenca del Río Querétaro. El crecimiento irregular de la ciudad hacia las zonas periféricas ha generado localidades marginadas e irregulares en las que dotar servicios es complejo, especialmente para el abastecimiento de agua. Ejemplo de esto es la microcuenca San José del Alto, que se ubica en la zona norte de la ciudad. En esta microcuenca existen diversas colonias que no poseen acceso al agua en cantidad y calidad suficiente.

Sin embargo, las zonas periurbanas de la cuenca ofrecen un espacio ideal para la gestión integrada del agua. Por medio de una aproximación sistémica, donde la cuenca es la unidad de gestión y manejo, se propone una gestión integral del agua que busque la rehabilitación y conservación de la función hidrológica por medio del manejo y la captación de lluvia y así contribuir al acceso, distribución y disponibilidad del agua en las localidades mencionadas.

## CAPÍTULO 1. EL AGUA EN LAS CUENCAS URBANAS Y PERIURBANAS

Existe una serie de problemas socioambientales que han derivado del aumento de la población; la rápida urbanización, la explotación de los recursos naturales y la degradación de los ecosistemas, como consecuencia del actual sistema político-económico neoliberal. La complejidad de estos fenómenos requiere de la visión conjunta desde diversas disciplinas y metodologías tanto para su comprensión como para la resolución de dichas problemáticas.

Enfoques como la gestión integrada de cuencas, la gestión ambiental, la sustentabilidad urbana, entre otros, se han dado a la tarea de analizar la compleja relación del territorio, las poblaciones y la naturaleza. Sin embargo, es necesario que entre estas mismas disciplinas haya interacción y encontrar posibles puntos de encuentro y/o de diferencia. De esta forma, en los siguientes apartados se expone sobre la gestión integrada de cuencas y se contextualizará a la ciudad y su evolución dentro de la dinámica de la cuenca, lo que determina los impactos y presiones sobre los recursos naturales, haciendo especial énfasis sobre el agua.

### 1.1. El agua en cuencas urbanizadas

El agua es el eje rector de procesos geológicos, climáticos e hidrológicos, los ciclos biogeoquímicos, ecológicos y evolutivos (Wetzel, 2001). A su vez, la dinámica del agua sobre el relieve define a la cuenca. De ahí que el concepto de la *cuenca* emerja desde la Hidrología y que se definida como un espacio geográfico delimitado por una línea imaginaria, llamada parteaguas, cuyos escurrimientos confluyen hacia un solo punto de salida, ya sea el mar o un lago (Aparicio, 1989). En este espacio es donde se realiza el ciclo hidrológico, que en un principio se conceptualizó como proceso aislado de la influencia de las sociedades (Horton, 1931 citado en Linton y Budds, 2014) y a la cuenca como un área inerte donde únicamente escurría el agua (Aparicio, 1989). Sin embargo, la cuenca es sistema complejo donde interaccionan diversos componentes, como biodiversidad, clima y relieve, además del agua. A su vez, la cuenca es un territorio en el que las sociedades se desenvuelven culturalmente, económicamente y políticamente y se relacionan con el ambiente a través del uso y la percepción de los recursos naturales (Faustino et al., 2006;

Casillas-González, 2004; Cotler y Pineda, 2008). Es en la cuenca donde la sociedad interacciona con el agua y el medio ambiente, tratándose de una relación dialéctica (Larsimot y Grosso, 2014; Linton y Budds, 2014).

Sobre la cuenca se han desarrollado las sociedades; desde asentamientos cercanos a ríos y lagos hasta extensas metrópolis contemporáneas. No es sino a partir del siglo XIX que las zonas urbanas cobran un papel importante como agente transformador de la cuenca, impulsado por la revolución industrial y la globalización. Las ciudades se volvieron espacios que concentraban actividades productivas, comercio, intercambio de mercancías y servicios (Capel, 1975). No obstante, la concentración de población y la extensión física de las ciudades también ha traído consigo diversas problemáticas como sobrepoblación, desempleo, escasez de viviendas, vulnerabilidad, pobreza e inequidad, contaminación y problemas de salubridad y explotación de recursos naturales (World Cities Report, 2016).

La urbanización de la cuenca implica la pérdida de los ecosistemas naturales, incluso de forma irreversible (Henríquez, 2014). A su vez, este proceso genera cambios en el clima, en la composición atmosférica y en los ciclos biogeoquímicos, provoca deforestación y erosión, y aumenta el riesgo por fenómenos naturales (Cotler, 2010). El incremento de las áreas impermeables, que imposibilita la infiltración y recarga de los mantos freáticos, así como la modificación de cauces y ríos alteran los parámetros hidrológicos de la cuenca y la disponibilidad de agua dentro de la misma (Dourojeani y Jouravlev, 1999).

Además, el aumento de la población genera mayor demanda de bienes y servicios, principalmente de agua, alimentos, recursos naturales y viviendas (Ruiz Bedolla, 2010). En la mayoría de las veces, para satisfacer tal demanda se sobrepasan los límites de la ciudad, incluso los de la cuenca. Adicionalmente a la explotación de los ecosistemas para obtener dichos insumos, la degradación de la cuenca se debe a la forma en que han crecido las ciudades sobre ella.

Generalmente, las ciudades comienzan como un centro pequeño y homogéneo, hasta convertirse en una ciudad grande y extremadamente diferenciada (Henríquez, 2014). Para el caso de la ciudad latinoamericana se identifican cuatro etapas: la

ciudad compacta, la ciudad sectorial, la ciudad polarizada y la ciudad fragmentada (Borsdof, 2003). La ciudad colonial se caracteriza por tener una forma concéntrica y compacta y son de lento crecimiento con una economía basada en la explotación de recursos naturales. Posteriormente, la forma compacta de la ciudad se pierde debido a la formación de estructuras lineales, principalmente vías de comunicación, hacia la periferia. A lo largo de las estructuras lineales se da el crecimiento de diferentes sectores, como industrial, comercial y habitacional. Posteriormente, la extensión y el crecimiento por sectores continúan fuera del antiguo centro urbano lo que puede generar una polarización entre sectores. Finalmente, en la ciudad fragmentada las estructuras lineales y el crecimiento sectorial continúan y la industria se instala tanto al interior como al exterior de la ciudad. Las zonas periféricas toman importancia al ser urbanizables tanto para uso industrial, comercial y habitacional.

Esta ciudad fragmentada, producto de una urbanización veloz y orientada hacia la periferia, han borrado la clásica dicotomía de la ciudad y el campo, ya que la extensión de la zona urbana se ha encontrado con la zona rural (Henríquez, 2014). Esta compleja y difusa franja urbana-rural es definida como zona periurbana, en la que predomina lo urbano, pero conserva zonas agrícolas, lotes baldíos y áreas naturales, lo que le confiere un paisaje caótico (Cardoso y Fritschy, 2012). Las zonas periurbanas experimentan drásticas transformaciones, impactos y presiones por su proximidad a la ciudad y se caracterizan por condiciones de especulación y marginalidad del uso de suelo y por su desarrollo disperso, lo que dificulta el acceso a infraestructura y servicios urbanos básicos (Cardoso y Fritschy, 2012).

Las zonas urbanas y periurbanas representan un desafío para la gestión de bienes y servicios. Esto se complica aún más porque el crecimiento de las ciudades no se ha hecho en función de la disponibilidad del agua y los recursos naturales ni de la estructura de la cuenca, sino que la urbanización está impulsada por otros fenómenos como el desarrollo económico, la industrialización, la modernización y la percepción de una mejora en la calidad de vida (Davis y Henderson, 2003). Lo que ha llevado a una degradación de los ecosistemas, sobre explotación de recursos



naturales y fuentes de agua, deforestación, erosión de suelos y pérdida de biodiversidad. El caso de zonas urbanas en expansión y desarrollo, especialmente con la diversificación de actividades, desde industriales, productivas y de servicios, el recurso más limitante es el agua. El principal desafío de la gestión urbana es abastecimiento y la distribución de agua para uso industrial, urbano y agrícola.

## 1.2. Gestión, derecho y acceso al agua

La gestión y el manejo del agua son tan antiguos como lo son las civilizaciones del mundo. Por un lado, el agua se ha visualizado como un ente sagrado que origina la vida y ha sido un eje fundamental en la creación, la cosmovisión y el crecimiento de diversas culturas en el mundo (Shiva, 2003). No obstante, el agua es un recurso natural que es útil para generar servicios, producir y para el desarrollo de las sociedades (Villa Fontecha, 2012). Además, el agua es un derecho humano que protege y asegura que las personas accedan al líquido en cantidad y calidad suficiente para cubrir sus necesidades básicas (Álvarez y Salas, 2016). Y simultáneamente, el líquido se ha reconocido como un bien económico, que fomenta que su gestión se haga en función de las dinámicas del mercado (Villa Fontecha, 2012). Por ende, el agua también es una forma de control y poder, ya que las dinámicas del mercado rigen el flujo de ésta (Swyngedouw, 2006; Linton y Budds, 2014). Estos diversos enfoques y conceptualizaciones condicionan el uso y la gestión del agua, que llegan a ser incluso contradictorios.

El agua como bien común y derecho humano se contrapone a la gestión del líquido como bien económico (Shiva, 2003). El agua es una necesidad vital para la supervivencia de los seres vivos y el mantenimiento de los ecosistemas, por lo que se convierte en un bien común, o un patrimonio vital (Villa Fontecha, 2012). Dado que los seres humanos no pueden prescindir de ella, se reconoce como un derecho humano y los sistemas gubernamentales deben suministrarla a la sociedad en cantidad y calidad suficiente para satisfacer dicha necesidad vital (Gutiérrez Rivas, 2008). Sin embargo, el agua se declaró como un bien económico como resultado de un proceso histórico particular, que involucra el avance industrial y tecnológico en combinación con el poder político y económico dominante (Villa-Fontecha, 2012).

Concebir al agua como un bien económico se presentó como un mecanismo para hacer un uso racionado ante los crecientes problemas de desperdicio y escasez a nivel mundial. Sin embargo, esto desencadena dos fenómenos relacionados: primero, el agua se vuelve una propiedad privada y solo la población con poder adquisitivo puede gozar a esta, lo que genera desigualdad en su acceso y distribución. Segundo, se crea una dinámica en la que se pierde la limitación física del agua, y se vuelve una limitación económica meramente. Extraer el agua de otro acuífero, de otro lago o río, incluso otra cuenca es viable si se tiene el capital necesario para construir la infraestructura.

Esto refuerza que el tipo de gestión de agua predominante en el mundo sea de tipo multisectorial y/o sectorial (Dourojeanni, 2000). El primero se enfoca principalmente en el aprovechamiento general de los recursos hídricos; mientras que el segundo se especializa en la administración del agua potable, del alcantarillado y del drenaje. Ambas modalidades de gestión comprenden una etapa de evaluación de viabilidad de los planes y proyectos; una etapa de implementación de dichos proyectos para aprovechar los recursos hídricos de la cuenca. Y finalmente, una etapa de mantenimiento de los proyectos implementados. Ejemplo de esto, son los proyectos de trasvase, embalses, presas y sistemas de distribución de agua potable y redes de drenaje, que permanecen dentro de una visión ingenieril, tecnócrata e inmediata, (Dourojeanni et al., 2002; Mollard y Vargas, 2005) que no consideran el manejo de los recursos naturales de la cuenca de forma integrada.

A contraposición de este tipo de gestión, surgen paradigmas como la Nueva Cultura del Agua y la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH) que apuntan hacia una gestión integrada. La Nueva Cultura del Agua sostiene que el agua debe gestionarse considerando al agua como un bien común y como parte del medio ambiente y todos sus procesos. Por otro lado, la GIRH se identifica como un proceso que permite y promueve el desarrollo y la gestión del agua, la tierra y los recursos asociados con el propósito de maximizar el bienestar económico y social de forma equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas.

De tal forma, la GIRH plantea que la gestión del agua debe ser holística al considerar todos los elementos y las interacciones del ciclo hidrológico y cómo la disponibilidad del agua está supeditada a éste. Así mismo, la gestión también debe considerar el impacto y la presión que las actividades humanas tienen sobre la cantidad y calidad del agua y la importancia de crear consensos entre todos los tipos de usuarios. Para lograr lo anterior, es imperante desarrollar mecanismos de consulta y participación que permitan el involucramiento de todos los interesados, especialmente aquellos grupos que son clave en el manejo del agua, como las mujeres. De igual forma, es necesaria la creación de un marco legal que permita una coordinación institucional para mejorar la regulación, distribución y monitoreo del uso del agua en los diferentes niveles de administración. A su vez, la GIRH apunta que el agua posee un valor económico y social que se desarrolla en un ambiente de oferta y demanda, lo cual influye directamente sobre su gestión. Finalmente, la GIRH busca garantizar agua para la gente, para la alimentación, para la naturaleza y para la industria y otros usos; es decir, practicando una sustentabilidad ecológica, una equidad social y una eficiencia económica (GWP, 2000).

Sin embargo, a pesar de las recomendaciones y del reconocimiento de la cuenca como la unidad de gestión ideal, en la práctica la administración y el aprovechamiento del agua no se realiza de forma integrada. La cuenca se conceptualiza como el espacio estático donde ocurre el ciclo hidrológico y no se consideran los otros elementos e interacciones dentro de la cuenca. Los principales desafíos que la nueva gestión del agua debe abordar son el acceso y la distribución desigual, la disminución de agua de alta calidad, inundaciones y sequías, así como despojo, que la misma gestión dominante sectorial ha generado.

### 1.3. La Gestión Integrada de Cuencas Urbanas

La cuenca, que está delimitada por la dinámica del agua, es la unidad ideal para la gestión del recurso (Cotler y Pineda, 2008; Dourojeanni et al., 2002). De igual forma, diversos foros ambientales mundiales como la Conferencia Internacional sobre el Agua y Medio Ambiente en Irlanda (1992), la Conferencia de las Naciones Unidas

sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en Brasil (1992), la Conferencia Internacional sobre Agua y Desarrollo Sostenible en Francia (1998) y la Conferencia Internacional sobre el Agua Dulce en Alemania (1998) (Dourojeanni et al., 2002) han recomendado que la gestión del agua se realice con base en la cuenca.

La cuenca alberga componentes geológicos, topográficos, hidrológicos, biológicos y socio-económicos cuya interacción genera procesos como el ciclo del agua, los ciclos biogeoquímicos, el clima, los tipos de vegetación, las redes tróficas, la transformación del relieve, las dinámicas sociales, económicas y de organización, entre muchas otras (Cotler, 2013). Y de esta forma se van diferenciando y especializando los roles hidrológicos, ambientales, socioeconómicos y ecológicos de la cuenca.

Estos roles se relacionan fuertemente con las zonas funcionales de la cuenca, las cuales se dividen en alta, media y baja (García-Mendieta et al., 2015). La zona alta corresponde a las partes de mayor altitud y generalmente se componen de sistemas de montañas y lomeríos. En esta zona el agua que precipita es captada por la vegetación para infiltrarse, o bien, escurrir hacia las zonas media y baja. La zona media se caracteriza por la dominancia de lomeríos y colinas de menor pendiente. En esta zona se transporta el agua y/o se almacena. Finalmente, la zona baja se caracteriza por planicies de poca o nula pendiente en la que el agua puede almacenarse o salir (Garrido et al., 2010). Esta dinámica dada por el flujo unidireccional del agua, determina como las alteraciones de la parte alta de la cuenca repercuten en la parte media y baja (García-Mendieta, 2015).

De tal forma, el adecuado funcionamiento de la cuenca permite la captación, el almacenamiento y la descarga del agua; sustenta la formación de suelo y germoplasma, la diversidad biológica y sus procesos ecológicos (Balvanera et al., 2009). Alberga procesos para regular del clima, purificar el aire y el agua, y representa un espacio de desarrollo socioeconómico a partir de los servicios ecosistémicos disponibles en la cuenca, pero también cultural a través de la relación dialéctica entre la sociedad y su entorno.

Sin embargo, la calidad de la estructura y la función de la cuenca, así como los servicios ecosistémicos que provee, está fuertemente relacionado con el grado de urbanización. Como se revisó anteriormente, las cuencas con zonas urbanas presentan diversas problemáticas producto de la deforestación, sobre explotación e impermeabilización. Sin embargo, las zonas periurbanas de las ciudades aún presentan elementos rurales y naturales que pueden ser intervenidos para mejorar la función hidrológica y ambiental de la cuenca. Al manejar adecuadamente las zonas periurbanas de la cuenca pueden mitigarse problemas relacionados con la gestión del agua de la ciudad. Es necesario que la GIC se apoye de otras disciplinas, como la gestión y planeación urbana, para analizar el cómo se podría mejorar la estructura y la función de una cuenca urbana.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## CAPÍTULO 2. LA GESTIÓN DEL AGUA Y DE CUENCAS EN MÉXICO

Durante siglos el trinomio agua-cuenca-ciudad fueron concebidos e intervenidos de forma independiente y sectorial. Sin embargo, a mediados del siglo pasado, surgen nuevos enfoques y marcos de referencia que comienzan a vincularlos entre sí. A continuación, se detalla los aportes más significativos sobre la gestión de agua y de las cuencas en un contexto urbano y se finaliza con el proceso de urbanización de la microcuenca San José el Alto.

### 2.1. La gestión de cuencas en México

La adopción de la cuenca como unidad ideal para la gestión de los recursos naturales en México se remonta a inicios del siglo XX. En un principio, el manejo de la cuenca se hizo únicamente con el objetivo de controlar avenidas y expandir el área agrícola de irrigación del campo mexicano. Para esto el gobierno creó distritos y unidades de irrigación e implementó infraestructura hidráulica como presas, canales y acequias (Mollard y Vargas, 2005).

A principios de los años 40 se crearon los consejos de cuenca para impulsar el desarrollo social a partir del manejo del agua, siguiendo el caso del valle de Tennessee de Estados Unidos. El manejo de los ríos, la creación de presas y energía eléctrica, en conjunto con la reforestación del valle y el impulso a la agricultura permitió que los habitantes de Tennessee pudieran superar la crisis económica mientras los ecosistemas de la cuenca se recuperaban (Miller y Reidinger, 1998). Sin embargo, estas estrategias no resultaron en México debido a la incompatibilidad entre los límites de las cuencas y los estados, la unilateralidad en la toma de decisiones y la falta de centros estatales y de participación (Cotler y Pineda, 2008).

Posteriormente, en 2001 la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) planteó que los recursos naturales deberían gestionarse y manejarse desde un enfoque integral de cuencas. Para cumplir estos objetivos, se crearon diversos programas e instituciones a nivel nacional.

La Comisión Nacional del Agua creó 13 regiones hidrológicas para el país, en las que había 25 consejos de cuenca, con el objetivo de discutir y decidir programas y acciones para mejorar la distribución del agua, proteger las fuentes y prevenir su contaminación (Mollar y Vargas, 2005).

De igual manera, en 2002 surgió el Programa Nacional de Microcuencas impulsado por el Fideicomiso de Riesgo Compartido, de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Casillas-González, 2007). El objetivo de este programa fue la creación de planes de producción y conservación de diversas microcuencas del país que buscaban el desarrollo rural de las poblaciones más marginadas (Cotler y Pineda, 2008).

Posteriormente la Comisión Nacional de Agua, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía y el Instituto Nacional Electoral delimitaron las cuencas del país y señalaron que la diferencia en extensión entre las cuencas suponía un gran reto para su gestión y manejo (CONAGUA, 2007). Las regiones hidrológico-administrativas del centro y del norte son las que poseen mayor población, concentran las actividades industriales y productivas, generan mayor Producto Interno Bruto (PIB), pero son las que tienen menos agua, en comparación de las cuencas del sur, que tienen mayor disponibilidad de agua, menor población y menor aportación al PIB (CONAGUA, 2017).

Debido a esta disparidad entre escalas, Cotler y Pineda (2008) describen que en México han existido dos modelos de manejo de cuencas, uno a nivel nacional y otro local. A nivel nacional se hacía énfasis en la gestión del agua a partir de la región hidrográfica, mientras que a nivel local se enfocó en el desarrollo rural con base en la microcuenca.

Los estudios de caso y las investigaciones respecto a las microcuencas, desde el enfoque de desarrollo rural, son numerosas para México (v.g. Cotler-Ávalos, 2004; Paré, Robinson y González, 2008; Burgos, Bocco y Sosa-Ramírez, 2015). La microcuenca como unidad de manejo resultó práctica y exitosa ya que la coordinación entre los actores es más próxima, la inversión es menor, la implementación de acciones para resolver problemáticas es más rápida, así como

el monitoreo y la evolución de las mismas (Pineda-López et al., 2007). Esta aproximación se caracteriza por el manejo de la microcuenca, específicamente de sus recursos naturales para conservar la estructura y la función de la misma, por medio de conservación de suelos, bosques y manantiales, ganadería y agricultura sustentable, así como captura de lluvia, reciclaje de agua, huertos y manejo de residuos de las comunidades. Sin embargo, las cuencas con ciudades, en su mayoría, poseen mayor porcentaje de zonas urbanas que de zonas naturales por lo que estas acciones de manejo ya no son viables.

El estudio e intervención de las cuencas con zonas urbanas se vuelve complejo puesto que intervienen nuevos componentes socioeconómicos. Cotler et al. (2010) da cuenta de esto por medio de una caracterización y diagnóstico de todas las cuencas hidrográficas de México, considerando aspectos biofísicos y socioeconómicos. De sus resultados destacan que las cuencas con las mayores tasas de deforestación, los mayores niveles de contaminación, la mayor presión hídrica por actividades productivas, con las mayores tasas de crecimiento demográfico son las cuencas que poseen áreas urbanas, zonas metropolitanas y zonas industriales. Ejemplo de esto es la cuenca Lerma-Chapala, la segunda cuenca más poblada de México.

La cuenca Lerma-Chapala posee las tasas más altas de crecimiento poblacional y un nivel de urbanización alto (Ruiz-Bedolla, 2010); lo que ha aumentado la presión sobre los recursos naturales de la cuenca, especialmente del agua. Rivas-Acosta (2015) menciona que la zona norte de la cuenca se clasifica como de alta vulnerabilidad hídrica, ya que la demanda de agua sobrepasa la disponibilidad de agua superficial y subterránea.

## 2.2. El agua en las cuencas urbanas y periurbanas

La cuenca urbana ha sido ampliamente estudiada desde la disciplina de la hidrología, especialmente estudios sobre cómo la urbanización altera la respuesta hidrológica de la cuenca causando inundaciones y problemas de drenaje (v.g.



Nacht, 1980; Campos, 2010; Vélez y Botero, 2011; Yang et al., 2016; Sánchez-Trujillo y Zambrano-Nájera, 2017; Rey-Valencia y Zambrano, 2018). Las variables más analizadas son las características morfométricas como factor de forma, coeficiente de compacidad, densidad de drenaje, pendiente, caudal, y los resultados coinciden en que la modificación de la dinámica natural de la cuenca aumenta la velocidad de escurrimiento y el caudal. Otras investigaciones (v.g. Chang, 2007; Boggs y Sun, 2011) hacen una comparación entre los parámetros morfométricos de la cuenca urbana y la comparan con bosques o áreas con poca urbanización.

Sin embargo, existen investigaciones que analizan la cuenca urbana más allá de su comportamiento hidrológico. Destaca el trabajo de Romero y Vázquez (2005) quienes analizaron el proceso de urbanización de seis cuencas del piedemonte de Santiago de Chile. La investigación integró los efectos de la urbanización en la dinámica hidrológica de la cuenca por medio del análisis de las áreas totales de impermeabilización y los coeficientes de escorrentía. También analizó la cobertura vegetal y la calidad ambiental de las cuencas por medio de la ecología de los paisajes. De sus resultados destacan que las cuencas urbanizadas de mayor calidad ambiental son aquellas que mantienen una porción significativa de biomasa y actividad fotosintética, así como la capacidad de acumular humedad en el suelo. Finalmente, se incluyeron recomendaciones para la conservación y/o rehabilitación de áreas prioritarias para las cuencas.

Poleto y Merten (2007) analizaron los impactos de la urbanización sobre la inestabilidad del río de la cuenca urbana de Porto Alegre, Brasil, incluyendo tanto la caracterización física como socioeconómica, así como los factores que contribuyen a la contaminación por metales pesados. Las variables consideradas fueron uso de suelo, cobertura vegetal, zonas de ribera, contaminación del agua, análisis de sedimentos, demografía, infraestructura y servicios. Los autores concluyen que la acumulación de metales en la cuenca urbana se debe a diversos factores, como la falta de políticas públicas e infraestructura urbana, la falta de tratamiento de las aguas y a aspectos sociales y culturales.

Otro estudio de caso que resalta por el enfoque de su análisis y aplicación es el proyecto de la cuenca 263 Baltimore. En este proyecto se implementaron estrategias para mejorar la calidad del agua desde un enfoque socio-ecológico, que hace énfasis en las relaciones entre las dinámicas biogeofísicas, los actores sociales y las instituciones (Hager et al., 2013). Las estrategias incluyeron buenas prácticas para la calidad del agua, educación ambiental y proyectos de áreas verdes. La experiencia del proyecto de la cuenca 263 resalta que los esfuerzos para rehabilitar la cuenca pueden mejorar la calidad del agua, así como la calidad de vida de las zonas urbanas.

La más grande aportación a la concepción de la cuenca urbana, que integra tanto componentes ambientales como antrópicos, es la tesis doctoral de Cardona-Agredo (2013). Su investigación propone un modelo de cuencas urbanas para el ordenamiento del territorio urbano del Trópico Andino Colombiano. En esta investigación se definieron las cuencas urbanas con base en información cartográfica y aéreo-fotográfica de la red de drenaje, uso de suelo, límites político-administrativos y límite de zonas urbanas. Este modelo hace hincapié en incorporar la estructura construida, la estructura verde, la estructura hídrica y la estructura circulatoria de la ciudad en la delimitación de la cuenca urbana.

El autor se refiere como estructura verde a todos los componentes biofísicos de la cuenca. Incluye la biodiversidad, la fisiografía, la morfometría y la edafología. En la estructura hídrica agrupa a la dinámica pluvial y los parámetros hidrometeorológicos. La estructura construida se refiere a la infraestructura, los elementos y dinámicas urbanas, mientras que la estructura circulatoria se refiere a la red vial de la ciudad (Figura 1).

Agredo-Cardona (2013) sostiene que las cuencas urbanas son unidades ambientales administrativas definidas por la interacción entre el sistema tecnológico y el sistema natural. Además, explica que en la cuenca urbana interaccionan sistemas: económico, socio-cultural, reglamentario y normativo, ambiental, educativo y tecnológico. Así mismo considera a la cuenca urbana como un sistema abierto donde entra energía, se transforma y sale del sistema.

Esta investigación es la única que investiga más que solo los parámetros morfométricos de la cuenca desde un enfoque de hidrología urbana, sino que incluye la planeación urbana, la cuenca y sus elementos naturales. Sin embargo, a pesar de involucrar los elementos naturales, los considera de manera estática sin considerar los procesos y las interacciones entre estos, lo que le confiere funcionalidad a la cuenca. En dicha investigación no considera las zonas funcionales de la cuenca.

Para el caso de México, la mayoría de las investigaciones sobre las cuencas urbanas se enfocan en la respuesta hidrológica únicamente, dejando de lado los demás componentes de la cuenca. Entre estas investigaciones, destaca la investigación de Monroy-Ortiz (2013) que propone los Sistemas Urbanos de Cuenca (SUC) como la unidad ideal para la administración del agua en las ciudades. En su investigación realiza un análisis de las cuencas con mayor proporción de área urbana y las relaciona con los niveles de Producto Interno Bruto, y apunta que existe una disparidad entre la producción, la demanda de agua y recursos naturales, ya que se concentran en 45 cuencas de las 159 del país. Los SUC hacen referencia tanto a la aglomeración urbana como el territorio no urbano dentro de los límites funcionales de la cuenca; sin embargo, no se describe dicha dinámica funcional ni hace mención de los componentes biofísicos, como vegetación, relieve o biodiversidad.

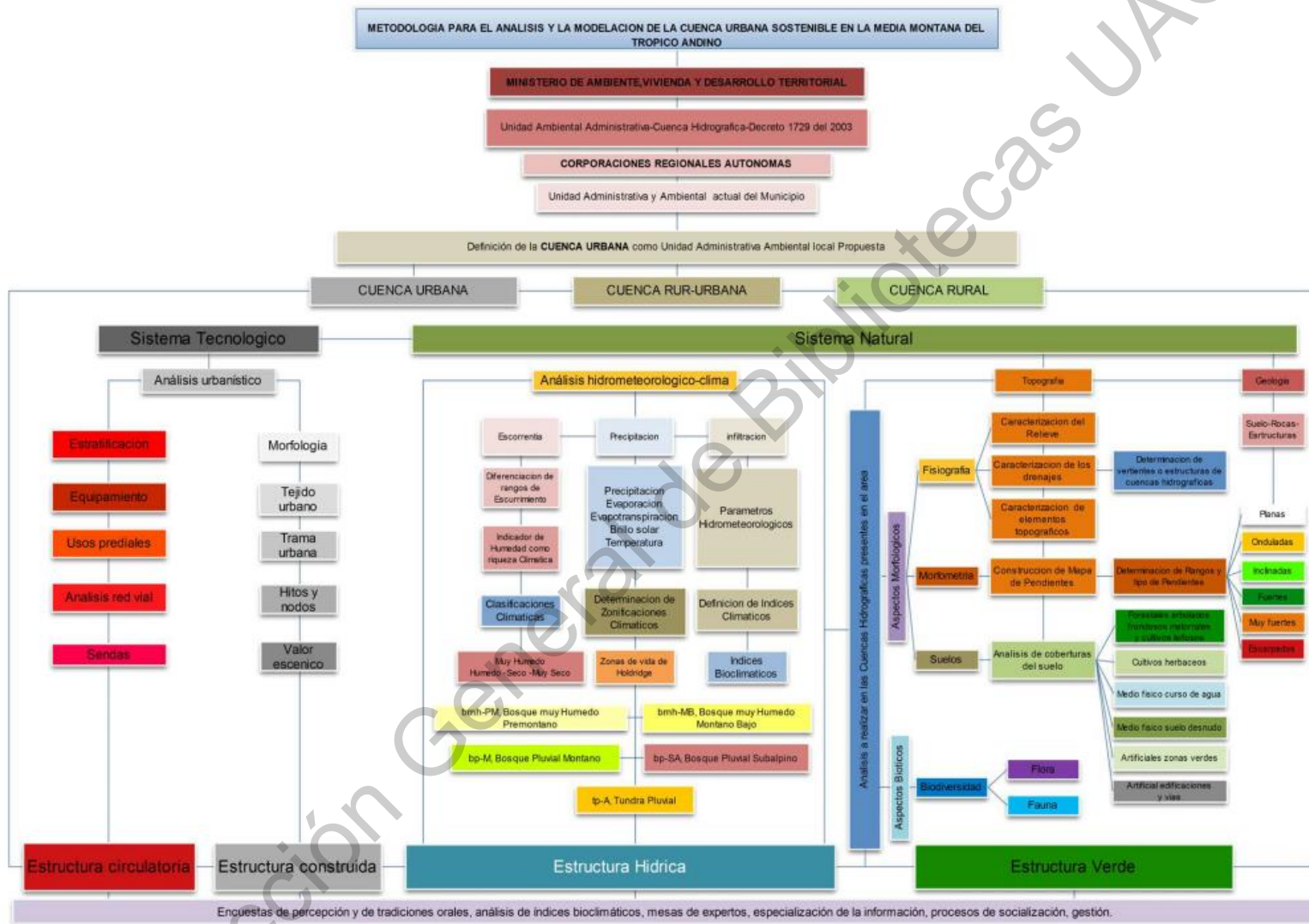


Figura 1. Cuenca urbana: Sistema tecnológico y Sistema natural. Tomado de Agredo-Cardona (2013).

### 2.3. La periurbanización de la microcuenca San José el Alto

La microcuenca San José el Alto (MSJA) ha sido analizada anteriormente a través de tres tesis de la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas. Estas investigaciones, a pesar de profundizar en un fenómeno específico, se han realizado desde el enfoque holístico de la GIC.

Martínez-Romero (2013) analizó el manejo de los cuerpos de agua por la población de la microcuenca SJA y lo relacionó con la peri urbanización de la zona. Entre los resultados destaca que cerca del 52. 61% de la población de la microcuenca no posee acceso al agua por medio de la red de tuberías de agua potable. Por lo que acceden a través de pipas y de los cuerpos de agua de la microcuenca. La investigación hace especial énfasis en la estrecha relación de los cuerpos de agua y la población de El Salitre.

Posteriormente, García-Mendieta (2016) realizó una valoración visual del paisaje de la microcuenca MSJA, con el objetivo de proponer una herramienta para la planeación territorial. La valoración visual del paisaje se realizó en cinco unidades de escurrimiento de la microcuenca y consideró variables como la calidad del suelo, aire, cuerpos de agua, estado de la vegetación, cobertura del suelo urbano, contaminación e infraestructura urbana. De sus resultados destaca que las cinco unidades de escurrimiento poseen algún grado de degradación. Sin embargo, la degradación está dada en función de la cercanía con la zona urbana. Destaca que la creación de avenidas, zonas habitacionales y comerciales han modificado los cauces naturales y fragmentado la selva baja caducifolia. Finalmente apunta que tres de las cinco unidades de escurrimiento se encuentran en riesgo debido a la cercanía con las principales vialidades de la ciudad. Mientras que las otras dos unidades, que se encuentran en la zona media y alta de la microcuenca tiene mejor calidad ambiental y representan una importante área de amortiguamiento para la zona urbana de la parte baja.

Después Peña-Díaz (2017) evaluó el riesgo de la microcuenca a inundaciones y propuso una estrategia de manejo integral para mitigar las inundaciones. De sus resultados destaca que cuatro localidades, tres ubicadas en la zona baja y una en la media de la microcuenca, son vulnerables a inundaciones y describe que los habitantes realizan adaptaciones en sus viviendas y en su entorno para prevenir o mitigar los efectos de las inundaciones. Esta investigación destaca que los cambios de uso de suelo que se han otorgado en los últimos años en la microcuenca pueden detonar nuevos sitios de riesgo a inundaciones.

Las tres investigaciones antes descritas coinciden en que la peri-urbanización de la microcuenca ha impactado en la estructura y función de la cuenca. El cambio de uso de suelo en la parte baja y media ha causado problemas de inundaciones en la parte baja. Así mismo, la impermeabilización de la microcuenca afecta la infiltración del agua y puede poner en riesgo los cuerpos de agua, afectando así las poblaciones que los manejan y hacen uso directo.

Por lo anterior, es necesario continuar con los estudios de esta microcuenca ya que posee una importancia ecológica y ambiental, que está fuertemente presionada por el avance de la urbanización. Si la planeación urbana y el ordenamiento territorial no se realizan desde un enfoque de cuencas, esta microcuenca perderá sus funciones hidrológicas, ecológicas, ambientales y socio-económicas.

## CAPÍTULO 3. MATERIALES Y MÉTODO

### 3.1 Área de estudio

La microcuenca San José el Alto se encuentra en el municipio de Querétaro del estado de Querétaro (Figura 2). Pertenece a la subcuenca del Río Querétaro de la cuenca del Río Lerma. En la microcuenca existen zonas urbanas y periurbanas, selva baja caducifolia y matorral crasicaule, zonas de cultivo, centros comerciales e industriales.

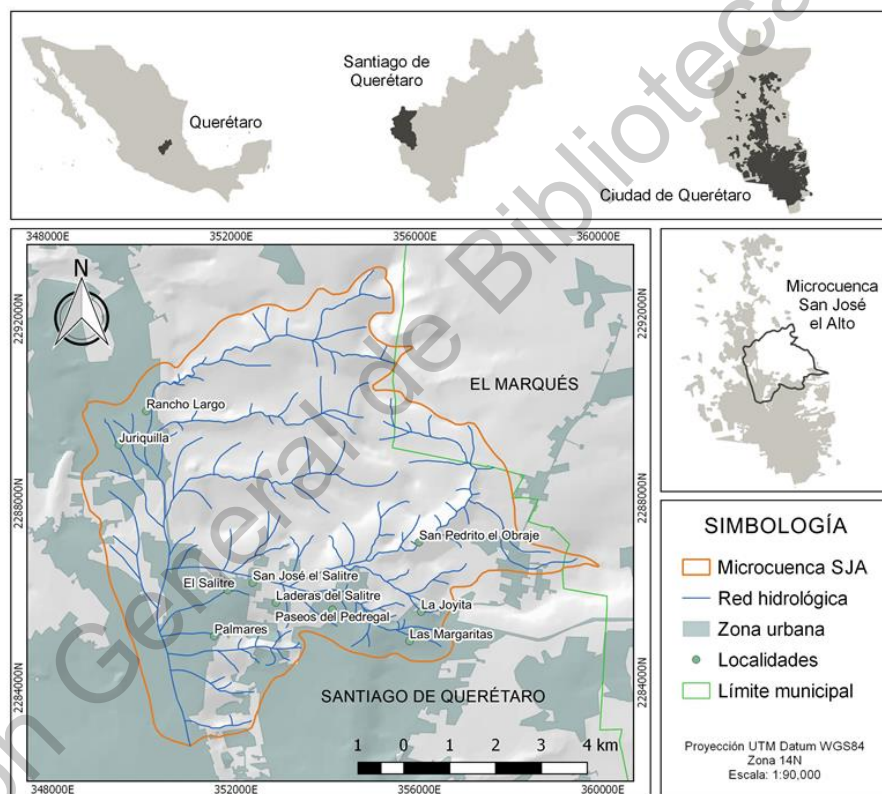


Figura 2. Localización geográfica de la microcuenca San José el Alto.

La morfometría de la microcuenca SJA indica que su forma es oval redonda, cercana a la forma de un círculo, cuyo tiempo de concentración es 138 minutos de acuerdo al SIATL. Los cauces son intermitentes, son poco sinuosos. La

microcuenca tiene una densidad de drenaje intermedia, dado por el tipo de suelo y la cobertura vegetal.

Variable	Valor	Interpretación
<b>Área</b>	60.80 km <sup>2</sup>	-
<b>Perímetro</b>	40.03 km	-
<b>Longitud axial</b>	9.51 km	-
<b>Factor de forma (F<sub>f</sub>)</b>	0.67	Cercano al círculo
<b>Coefficiente de compacidad (K<sub>c</sub>)</b>	1.44	Oval redonda
<b>Razón de alargamiento (R<sub>a</sub>)</b>	0.92	Cuenca de regiones llanas
<b>Longitud del cauce principal</b>	14.63 km	-
<b>Longitud total de cauces</b>	125.13 km	-
<b>Orden de cauce</b>	4°	-
<b>Sinuosidad</b>	0.94	Poco sinuoso
<b>Relación de bifurcación (R<sub>b</sub>)</b>		
<b>Densidad de drenaje (D<sub>d</sub>)</b>	2.05	Intermedia
<b>Densidad de corriente (D<sub>c</sub>)</b>	2.56	Intermedia
<b>Pendiente media de la cuenca</b>	2.54%	

Dentro de la microcuenca se ubica una porción de Peña Colorada, que se ha señalado como una zona de alta biodiversidad, de gran importancia hidrológica para la recarga del acuífero del valle de Querétaro e importancia ambiental por la captura de carbono, entre otras. Existen tres tipos de vegetación: selva baja caducifolia (bosque tropical caucifolio), matorral xerófilo y crasicuale. De acuerdo al estudio técnico justificativo existen 244 especies de plantas y 171 de animales, 16 especies bajo alguna categoría de protección de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Además, en este polígono entre 50 y 120 milímetros al año a los acuíferos de Valle de Santiago, Amzacala y Buenavista.

A pesar de esto y que en los programas de Ordenamiento Ecológico de los municipios de Querétaro y El Marqués se especifique su uso de suelo para preservación, no ha sido declarada oficialmente como Área Natural Protegida debido a diversos conflictos con los ejidatarios y suspensiones por el gobierno municipal para autorizar cambios de uso de suelo.



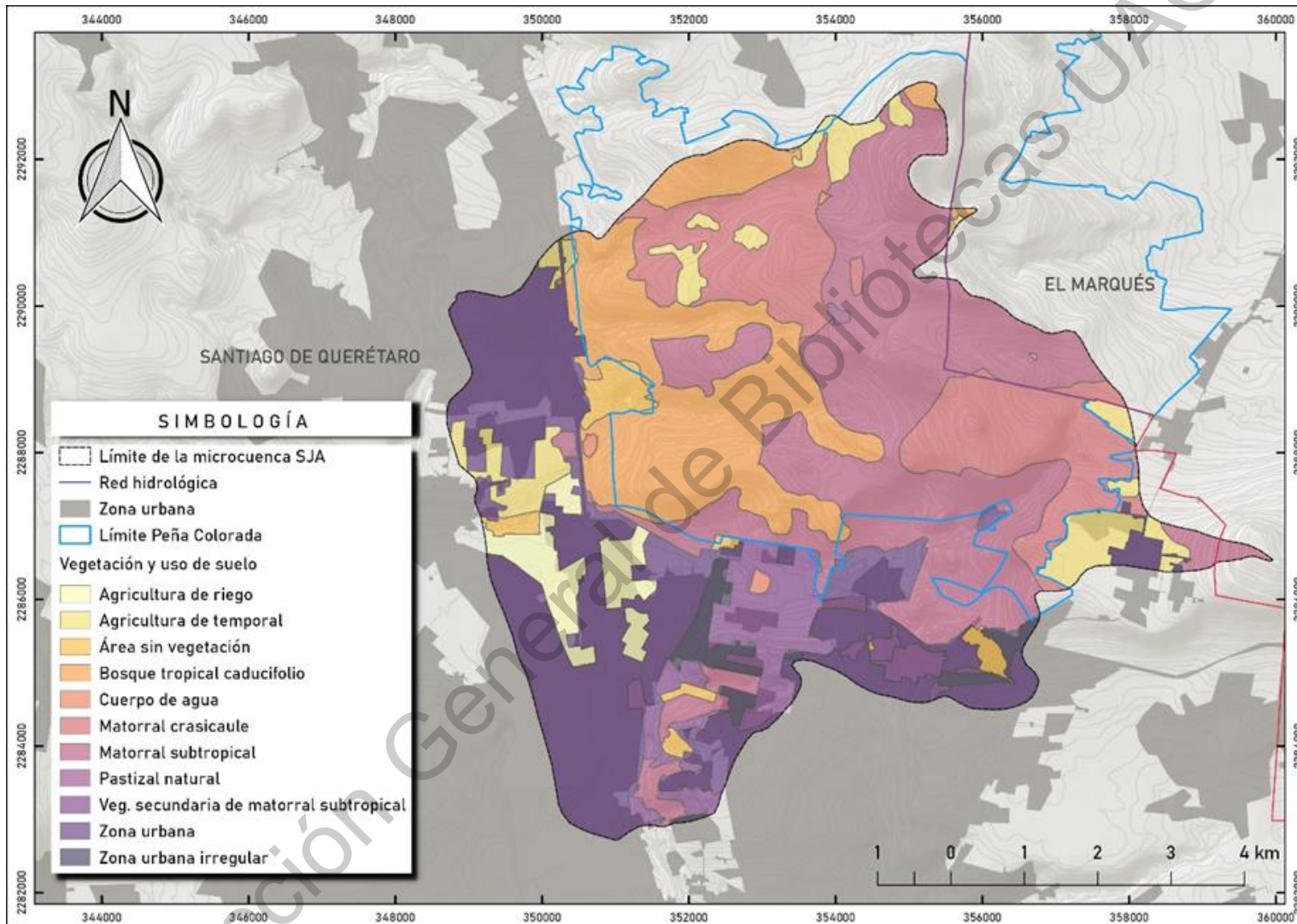


Figura 3. Vegetación y uso de suelo de la microcuenca SJA

### 3.2 Ruta metodológica

En la presente investigación se empleó una metodología mixta de variables cuantitativas y cualitativas y se dividió en tres etapas: 1) Análisis las problemáticas de acceso y distribución del agua doméstica en la microcuenca, 2) Identificación de los factores que afectan el acceso y la distribución del agua doméstica, y 3) Propuesta de gestión integral del agua para contribuir al acceso y distribución y preservar la función hidrológica de la microcuenca SJA. En la figura 3 se describe de manera general los pasos que se siguieron y que se detallarán en el presente capítulo.

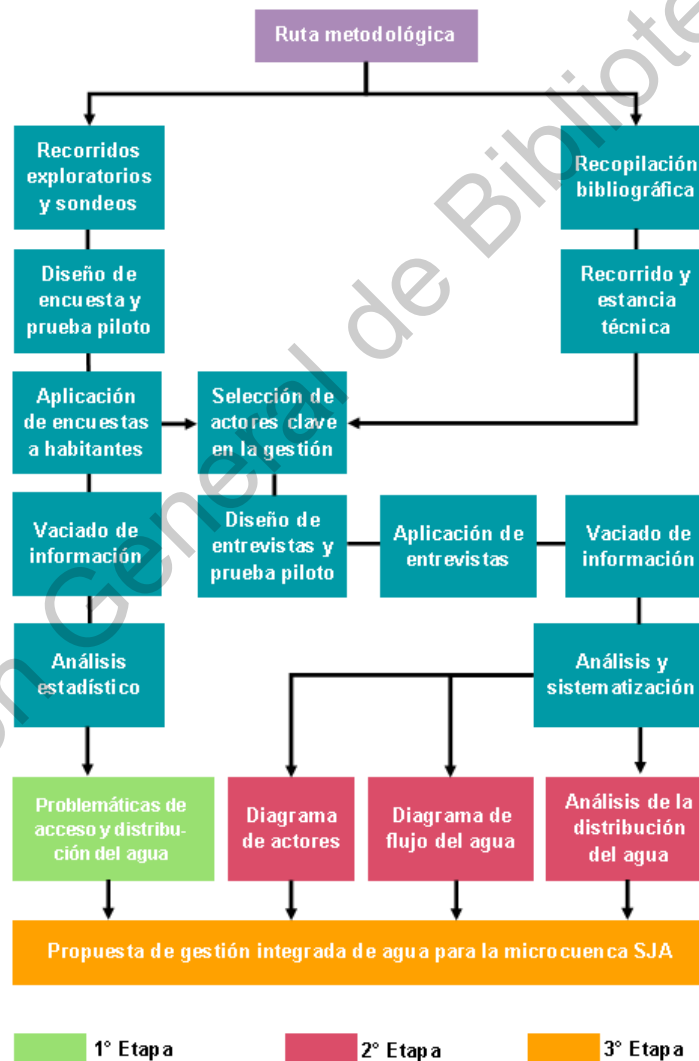


Figura 4. Ruta metodológica. Elaboración propia.

## **Etapa 1. Problemáticas de acceso y distribución del agua en la microcuenca**

Para conocer y describir las problemáticas de acceso y distribución del agua doméstica en la microcuenca San José el Alto, se realizaron recorridos exploratorios y se aplicaron encuestas en la zona periurbana. Los recorridos exploratorios se llevaron a cabo con el objetivo de un primer acercamiento al área de estudio y contacto con los habitantes, mediante pláticas informales. Durante el recorrido, se observó el área de estudio, se recolectó evidencia fotográfica y se identificaron los siguientes elementos:

- Elementos hídricos naturales: manantiales, bordos y cauces
- Elementos hídricos artificiales: pipas, tuberías, mangueras, hidrantes y recipientes de almacenamiento

A partir de los recorridos exploratorios se seleccionaron 10 localidades en las que se identificaron diferencias y problemáticas respecto al acceso y la distribución del agua y se agruparon en dos bloques. En el bloque A, se incluyeron las colonias con acceso al agua por medio de la red potable: El Salitre, El Obraje, Rancho Largo, Paseos del Pedregal, Juriquilla y Palmas. En el bloque B se agruparon las colonias con acceso al agua por medio de pipas o hidrantes: Laderas del Salitre, San José del Salitre, La Joyita y Las Margaritas.

Para cada bloque se diseñó una encuesta semiestructurada con respuestas de opción múltiple y respuestas abiertas tomando como referencia a Martínez-Romero (2013), Carrasco-Lozano (2014) y Fragkou & McEvoy (2016). El cuestionario para el bloque A se dividió en cuatro secciones: 1) datos generales, 2) percepción general del servicio de agua potable, 3) usos del agua, y 4) cultura del agua. La encuesta contó con un total de 54 preguntas, 49 de opción múltiple y 5 abiertas. El formato de la encuesta se encuentra en el anexo A. De manera similar, el cuestionario para el bloque B se dividió en cuatro secciones: 1) datos generales, 2) acceso y calidad de agua, 3) usos del agua, y 4) organización y cultura del agua. El cuestionario tuvo un total de 45 preguntas, 35 de opción múltiple y 10 abiertas. Los cuestionarios se encuentran en el anexo B.

Se aplicaron un total de 122 encuestas, considerando 10 cuestionarios mínimos por colonia como lo sugiere Domènech, March y Saurí (2011). La técnica de aplicación fue *Uno a uno* por medio de recorridos aleatorios por las colonias y localidades. La encuesta se aplicó a hombres y mujeres mayores de 15 años que tuviera conocimiento sobre la administración, uso, consumo y costo del agua en su vivienda. La aplicación de encuestas se realizó durante un horario de 9 am a 2 pm de lunes a viernes durante una semana. Se respetó el anonimato de las personas participantes que así lo desearon.

A la par, se investigó por medio de pláticas informales y la técnica *Bola de nieve* sobre los actores clave para la gestión del agua dentro de la microcuenca, ya fueran del ejido o comité de colonos. Esta información se recopiló para la etapa 2. La información obtenida en las encuestas se sometió a análisis de estadística descriptiva para identificar los patrones de las problemáticas respecto al acceso, calidad y cultura del agua y se graficó.

## **Etapa 2. Factores sobre el acceso y distribución del agua en la microcuenca.**

Para identificar los factores que afectan el acceso y la distribución del agua en la microcuenca se realizó un análisis del sistema estatal de distribución, un diagrama de actores y un diagrama de flujo del agua. El análisis del sistema estatal de distribución se elaboró a partir de una estancia técnica en el Distrito Nororiental de la Comisión Estatal de Aguas con una duración de 80 horas. Dentro de la estancia se realizó un recorrido técnico por el Sistema de Distribución del Distrito Nororiental (Figura 3). Durante la estancia se recabó evidencia fotográfica sobre la operación del distrito y el mantenimiento del sistema de distribución.

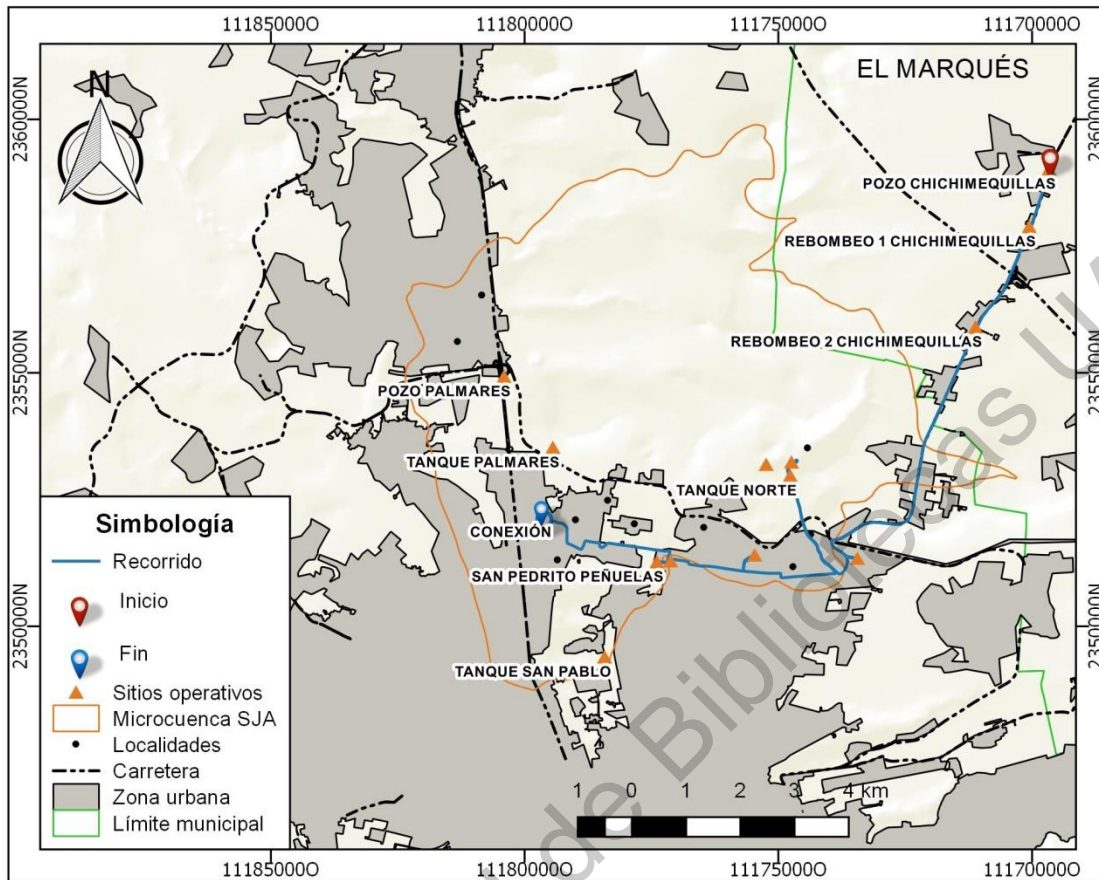


Figura 5. Recorrido y sitios operativos de la estancia técnica en la Comisión Estatal de Aguas. Elaboración propia con base en INEGI e información de campo.

A partir de la estancia técnica se identificaron los actores clave en la gestión institucional del agua, se conjuntó con los habitantes clave en las localidades de la microcuenca, previamente identificados en la etapa 1, y se elaboró un diagrama de actores. El diagrama de actores se diseñó de acuerdo a las recomendaciones de Alberich *et al.* (2009) con la finalidad de visualizar a los grupos sociales involucrados en la gestión del agua en la microcuenca y trazar las conexiones entre ellos. Posteriormente se aplicaron entrevistas a 4 actores clave con la finalidad de describir a mayor profundidad los factores que afectan directa o indirectamente el acceso y distribución del agua identificados en la etapa 1. Se seleccionaron un funcionario del Distrito Nororiental, y 3 habitantes que formaran parte del Ejido o del Comité de Colonos y que estuvieran activamente involucrados en la gestión del

agua en su colonia. Respecto a los habitantes, se entrevistó a la representante del comité de colonos de Laderas del Salitre, a la representante del comité de colonos y a la administradora del hidrante de La Joyita.

Se diseñaron dos entrevistas semi-estructuradas como lo describe Taylor y Bogdan (2008), una para los habitantes, y otra para los funcionarios estatales, con una duración aproximada de 30 a 45 minutos. Con los funcionarios públicos se indagó primordialmente sobre la operación del sistema de distribución y los desafíos del abastecimiento de agua para una ciudad en crecimiento. Con los habitantes se indagó sobre la urbanización, la organización y la gestión del agua en sus colonias. Los guiones de entrevista se encuentran en el anexo C. Las entrevistas se aplicaron durante el mes de marzo y abril de 2019. Las entrevistas se grabaron, se transcribieron y se analizaron por medio de códigos significativos y citas textuales que se relacionaran o explicaran las problemáticas del acceso y distribución del agua como recomienda Fernández-Núñez (2006).

### **Etapas 3. Propuesta de Gestión Integrada del Agua**

Los resultados y los análisis de las etapas 1 y 2 se condensaron en una propuesta de gestión del agua para la microcuenca SJA. La propuesta se dividió en dos etapas; la primera tiene como objetivo contribuir al acceso, la distribución y la disponibilidad con el periodo a corto plazo. La segunda etapa busca la recuperación de la función hidrológica de la microcuenca por medio de estrategias de manejo y gestión ambiental (Figura 4).

La propuesta de gestión de la microcuenca San José el Alto incluyó una sección de zonas potenciales para captura de agua de lluvia con base en las zonas funcionales de la microcuenca.

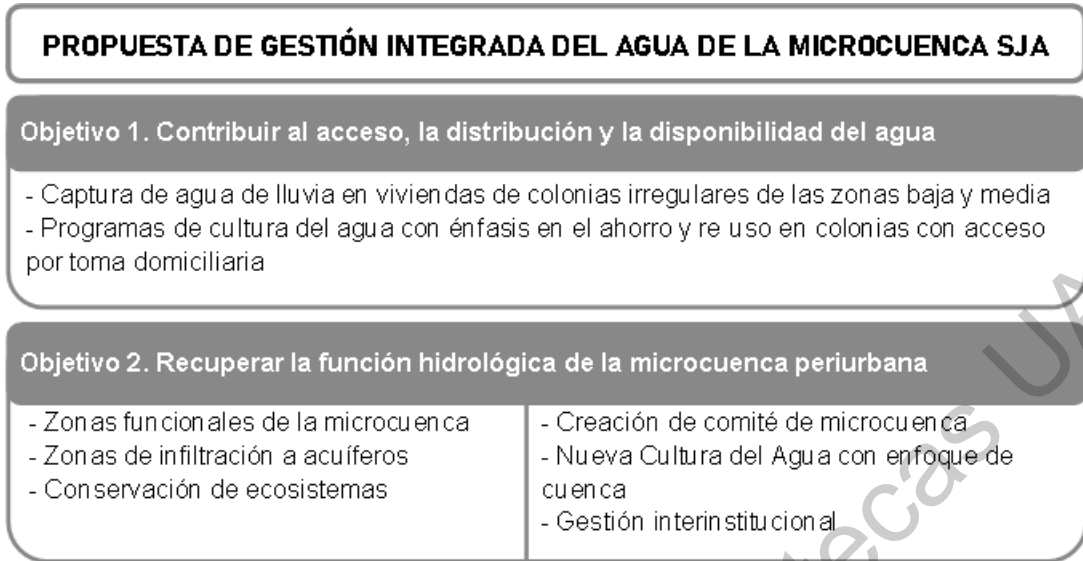


Figura 6. Propuesta de gestión del agua para la microcuenca San José el Alto. Elaboración propia.

### Objetivo 1. Contribuir al acceso, distribución y disponibilidad del agua en la microcuenca

Para contribuir al acceso, distribución y disponibilidad del agua en la microcuenca en el corto plazo se propuso la captura de agua de lluvia con base en la delimitación de las zonas funcionales. A partir de lo anterior se determinaron las zonas potenciales para la captura. Los métodos se describen a continuación:

#### 1.1. Zonas funcionales

Para determinar las zonas funcionales de la microcuenca se siguió el marco metodológico propuesto por Valdés-Carrera y Hernández-Guerrero (2018).

El método requirió las siguientes entradas cartográficas:

- Modelo Digital de Elevación, que se generó a partir de las curvas de nivel con escala 1: 50,000 el programa ArcGis.
- Red hidrográfica, que se generó por medio del programa SagaGis a partir del Modelo digital de Elevación con escala de 15 metros.

Con estas entradas cartográficas se generó la curva hipsométrica de la microcuenca con base en los rangos altimétricos de las tres zonas funcionales. Posteriormente



se corrigió el límite con base en la interpretación de las curvas de nivel, la red hidrográfica, el modelo de sombreado del relieve y la geomorfología de la microcuenca. La salida cartográfica es el mapa de las zonas funcionales.

## 1.2. Zonas potenciales para manejo de agua de lluvia.

Para determinar las zonas potenciales para manejo de agua de lluvia se siguió el marco metodológico propuesto por Jhá *et al.*, (2013). El método requirió las siguientes capas temáticas:

- Mapa de pendiente de la microcuenca, que se elaboró en el programa ArcGis a partir de un Modelo Digital de Elevación con escala de 15 metros.
- Red hidrográfica y densidad de drenaje, que se generó por medio del programa SagaGis a partir del Modelo digital de Elevación con escala de 15 metros.
- Distribución de precipitación, que se elaboró por medio de los Polígonos de Thiessen en el programa de ArcGis a partir de la información de las estaciones climáticas cerca de la microcuenca.
- Coeficiente de escurrimiento de la microcuenca, que se realizó por medio del método del Número de Curva del Servicio de Conservación de Suelos (SCS, 1985) a partir del mapa de edafología y de uso de suelo, que se tomaron del Inventario Forestal del Municipio (2015). El mapa de uso de suelo se actualizó a partir de imágenes satelitales.

Cada entrada cartográfica se transformó a formato ráster con base en valores de 1 a 9, de acuerdo a la categorización que sugiere Jhá *et al.*, (2013). Posteriormente se realizó una matriz de comparaciones Pairwise en el Software Superdecisions de las cuatro capas temáticas. Después se ejecutó un Análisis multicriterio de proceso analítico-jerárquico por medio de álgebra de mapas con base en todas las entradas cartográficas en formato ráster en el programa de ArcGis en el que se incluyeron los valores normalizados. La salida cartográfica resultó en el mapa de las zonas potenciales para el manejo de agua de lluvia en la microcuenca que incluyeron: 1) Captura de agua de lluvia en viviendas, 2) Pozos de recarga y 3) Presas de



gaviones. Finalmente, se hizo una superposición de las zonificaciones del Programa de Ordenamiento Ecológico Local tanto del municipio de Querétaro como de El Marqués. Lo anterior se realizó con la finalidad de determinar la factibilidad de las estrategias de manejo de agua de lluvia en función del ordenamiento territorial de la microcuenca.

#### Objetivo 2. Preservar la función hidrológica de la microcuenca periurbana

Para contribuir al acceso y la distribución del agua doméstica es fundamental mejorar la disponibilidad de la misma dentro de la microcuenca. Además de la captura de agua de lluvia, que mitiga la problemática de forma inmediata, se propuso una serie de recomendaciones de manejo y gestión de la microcuenca a largo plazo que permita recuperar la función hidrológica. Estas recomendaciones se fundamentan desde la Gestión Integrada de Cuencas al ser una propuesta participativa, adaptativa y con un enfoque regional, ambiental, social y económico (Dourojeanni y Jouravlev, 1999; Faustino *et al.*, 2006; Cotler-Ávalos, 2013 y Wang *et al.*, 2016).

Como primer eje se propuso el manejo de las zonas de infiltración a acuíferos y cauces, la conservación de ecosistemas, el manejo de cauces, y la cosecha de agua de lluvia, como acciones prioritarias para acrecentar la disponibilidad del agua en la microcuenca, y así contribuir a la gestión urbana del líquido. Como segundo eje se propusieron diversas estrategias para mejorar la gestión del agua desde un enfoque de cuenca, por medio de la creación de comité de microcuenca que fomente la participación ciudadana, la implementación de programas de cultura del agua con perspectiva de cuenca. Además, se incluye una sección donde la planeación urbana, el ordenamiento territorial y gestión delegacional, municipal y estatal se realicen de forma integral y considerando la estructura y función de la microcuenca periurbana.

## CAPITULO 4. RESULTADOS

### 4.1 Estado actual del acceso y la distribución del agua en la microcuenca

Las zonas funcionales de la microcuenca San José el Alto

De acuerdo a las zonas funcionales de la microcuenca SJA, las localidades de estudio se ubican tanto en la zona baja y media (Figura 6). En estas dos zonas se ubican la mayoría de los cuerpos de agua y los cauces de mayor orden; sin embargo, únicamente los habitantes de El Salitre y San Pedrito del Obraje hacen uso de los bordos. Estas dos localidades tienen vocación rural por los usos y costumbres que subsisten. El Salitre hace uso del Bordo El Pachonal y del Manantial; el resto de las localidades accede al agua por medio de una red de tuberías de distribución pública o privada, pipas o hidrantes.

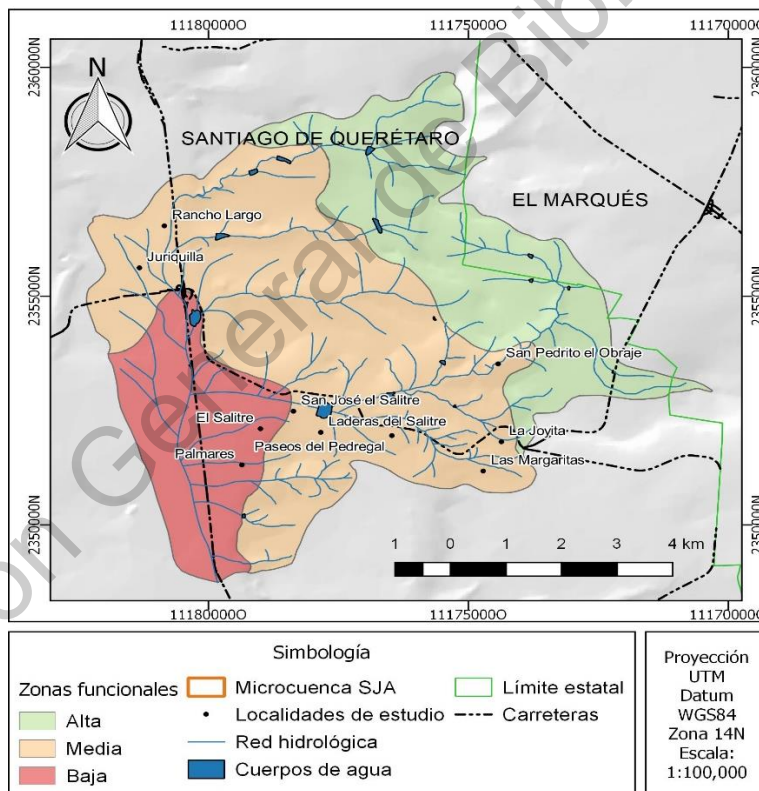


Figura 7. Zonas funcionales y localidades de estudio de la microcuenca San José el Alto. Elaboración propia.

## Condición socioeconómica

La condición socioeconómica de los habitantes de la microcuenca resultó contrastante. Por un lado, los habitantes de las localidades Juriquilla, Palmas y Paseos del Pedregal, tienen en promedio el nivel escolar de licenciatura, mientras que en el resto de las localidades el 71.5% de los habitantes tienen la primaria o secundaria finalizada o no poseen educación escolarizada (Cuadro 1). De manera relacionada, los ingresos de los habitantes también varían en función de lo anterior. Las colonias que poseer mayor ingreso económico corresponden a Juriquilla, Palmar y Paseos del Pedregal; mientras que las colonias con menor ingreso son San Pedrito El Obraje, Las Margaritas, La Joyita y Laderas del Salitre, que son colonias irregulares. El promedio de habitantes por vivienda varía de 4 a 6 en todas las localidades, a excepción de Las Margaritas, que tiene un promedio de 8 habitantes.

Respecto a la ocupación, resalta que el 52% de las personas encuestadas fueron mujeres amas de casa, tanto en las localidades del Bloque A como en el B. Únicamente en las colonias de Juriquilla, Palmas y Paseos del Pedregal se registraron profesionistas, mientras que en el resto de las colonias las ocupaciones más mencionadas fueron empleados, obreros, comerciantes y trabajadoras domésticas. Esto se relaciona con el nivel de escolaridad y el poder adquisitivo. Las colonias de Juriquilla y Palmas se catalogan como nivel socioeconómico alto, cuyas propiedades tienen un valor entre \$1'500,000 y \$3'600,000. En contraste, las colonias de Laderas del Salitre se identifican como zonas de nivel socioeconómico bajo y que son irregulares, cuyos terrenos fueron adquiridos por un precio entre \$40,000 y \$70,000 pesos mexicanos.

Cuadro 1. Características socioeconómicas de los habitantes de la microcuenca San José el Alto. Elaboración propia a partir de encuestas.

Variable	Categoría	BLOQUE A							BLOQUE B		
		Juriquilla	Palmas	Pedregal	Rancho	Salitre	Obraje	Laderas	San José	Margaritas	Joyita
		%									
Género	Femenino	90	57	81	73	75	85	91	90	73	83
	Masculino	10	43	19	37	25	15	9	10	27	17
Edad	15 a 25 años	30	29	19	27	13	46	9	20	36	33
	26 a 35 años	-	7	19	13	19	23	27	40	9	17
	36 a 50	40	43	38	27	31	23	45	30	36	17
	>51 años	30	21	25	33	38	8	18	10	18	33
Escolaridad	Primaria	-	-	6	20	38	23	46	10	46	-
	Secundaria	-	7	13	33	38	31	36	50	18	17
	Preparatoria	30	29	25	33	12	23	18	20	18	50
	Técnico	20	7	6	-	-	-	-	-	-	-
	Universidad	50	36	37	7	-	8	-	10	-	-
	Posgrado	-	21	13	-	-	-	-	-	-	-
	No fue a la escuela	-	-	-	7	12	16	-	10	18	33
Ocupación	Estudiante	10	29	19	13	-	15	-	10	9	-
	Ama de casa	40	21	32	33	44	69	64	40	55	50
	Profesionista	30	29	19	-	-	-	-	-	-	-
	Empleado(a)	20	-	19	27	19	-	18	10	-	-
	Comerciante	-	14	13	20	25	-	18	10	9	17
	Jubilado(a)	-	7	6	-	6	-	-	10	-	-
	Trabajadora doméstica	-	-	-	7	-	-	-	20	9	17
	Obrero	-	-	-	-	6	8	-	-	9	17
	Desempleado(a)	-	-	-	-	-	8	-	-	9	-
Promedio de habitantes por vivienda		5	4	4	5	6	5	5	6	8	5

## Acceso y costo

Dentro de la microcuenca SJA el servicio de agua potable lo administra la Comisión Estatal de Aguas (CEA), un organismo operador paraestatal, y Provincia Juriquilla, una empresa privada; las colonias que no se encuentran conectadas a la red potable pública ni privada, acceden al agua por medio de pipas (Figura 7). Las Margaritas y La Joyita no tienen toma domiciliaria hacia la red pública, sino que poseen hidrantes que opera la CEA; a partir del hidrante existen conexiones de manguera hacia las casas, que los mismos habitantes implementaron.

Esta diferencia en la forma de acceso implica una disparidad en el costo por el líquido; mientras que los habitantes con servicio público emiten un pago mensual de entre \$150 y \$806, los habitantes que compran a las pipas realizan un pago cada tercer día o cada semana de entre \$200 y \$600 (Figura 8). Al calcular el total mensual que las personas gastan al comprar agua de pipas se sobrepasa el monto que los habitantes pagan mensualmente por el servicio público, lo que destaca aún más si se pone en proporción a los ingresos de todos los habitantes. Las familias de Juriquilla y Palmares destinan el 2.3% y el 1.2% de un ingreso mensual de \$35,000 para el costo del servicio del agua, respectivamente. En Rancho Largo y El Salitre se destina en promedio el 3.5% del ingreso mensual de \$7,000; mientras que para El Obraje se reduce al 2.5% de un ingreso mensual de \$5,000. Los usuarios del hidrante en Las Margaritas y La Joyita destinan el 2.1% de sus salarios mensuales para el pago del servicio. Sin embargo, en el caso de San José el Salitre y Laderas del Salitre, los habitantes pagan el 24.1% y el 21.6%, respectivamente, de sus ingresos de \$5,000 mensuales para la compra de pipas. En Paseos del Pedregal no existen contratos domiciliarios con la CEA ya que existe un conflicto con la Constructora VIVEICA que no ha entregado la obra a Municipio. En la colonia se maneja una cuota mensual de \$150 para pagar la deuda que la constructora posee, pero no todos los habitantes la realizan. Quienes sí la realizan destinan el 1% de un ingreso de \$15,000 pesos para el pago del agua.



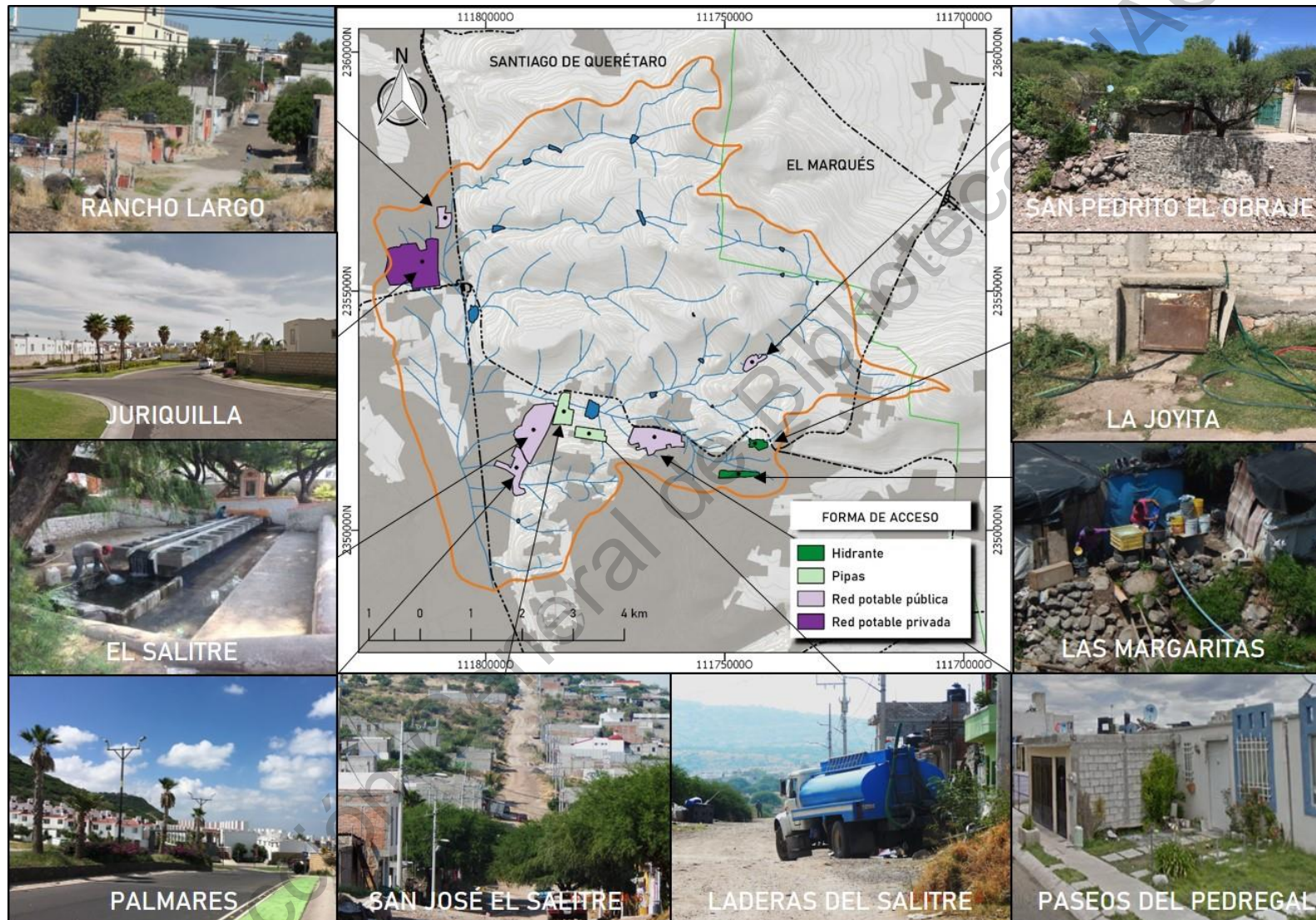


Figura 8. Formas de acceso al agua de los habitantes de la microcuenca.

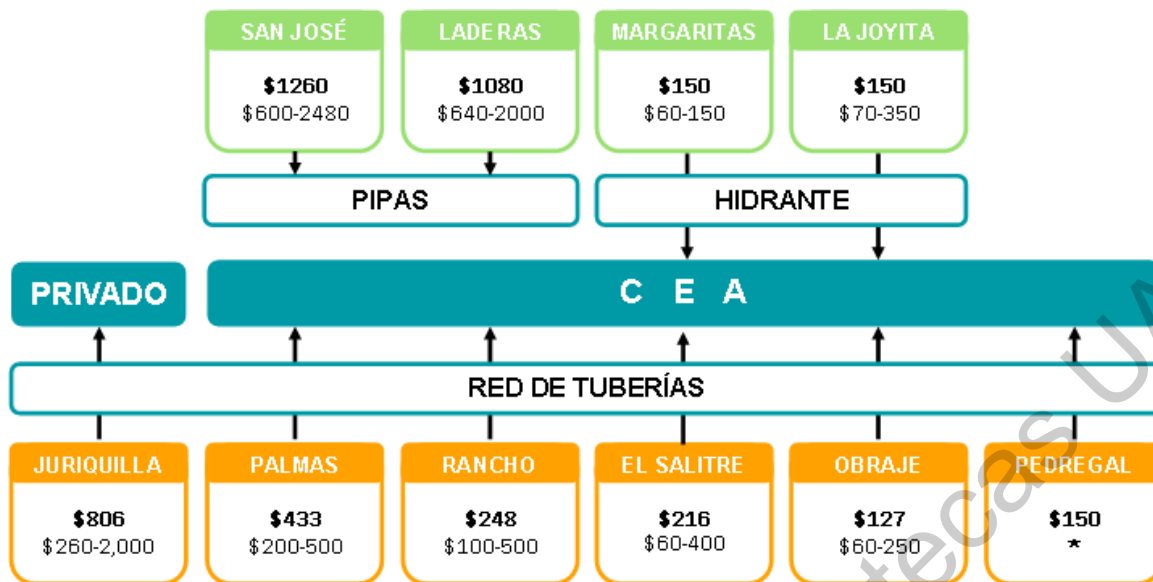


Figura 9. Acceso y costo del agua mensual en la microcuenca San José el Alto. Respecto al costo se muestra el promedio, así como el rango más bajo y más alto. Elaboración propia.

#### Percepción de la calidad y disponibilidad

De acuerdo al 100% de los encuestados de Juriquilla, Palmas y El Obraje el agua está disponible diario durante todo el día en tales colonias, mientras que en El Pedregal ocasionalmente existen cortes menores a tres horas, según relata el 6.25% de encuestados. Sin embargo, en Rancho Largo el 26.6% de los encuestados mencionan que frecuentemente tienen cortes que pueden durar hasta 12 horas, mientras que en el Salitre puede presentar cortes de 4 a 8 horas cada 4 o 6 días, de acuerdo al 18.75%. En El Obraje, los habitantes mencionan que en verano no tienen servicio de agua por varias semanas, por lo que previamente almacenan raciones extra en tambos y tinacos.

Respecto a la calidad, el 87.1% de los encuestados tanto del Bloque A como del B opinó que el agua que recibe en su domicilio es transparente, solo destaca El Obraje, cuyos habitantes comentaron que constantemente el agua tiene un color amarillento. Respecto al olor, el 36% de los habitantes de las colonias del Bloque A mencionaron que el agua huele a cloro; a diferencia del Bloque B, el cual solo el 11% mencionó un olor a cloro (Figura 8). Esto podría deberse a que el agua suministrada por la CEA recibe un tratamiento potabilizador, mientras que

posiblemente el agua de las pipas no lo reciba, ya que, según los habitantes, se extrae de pozos.

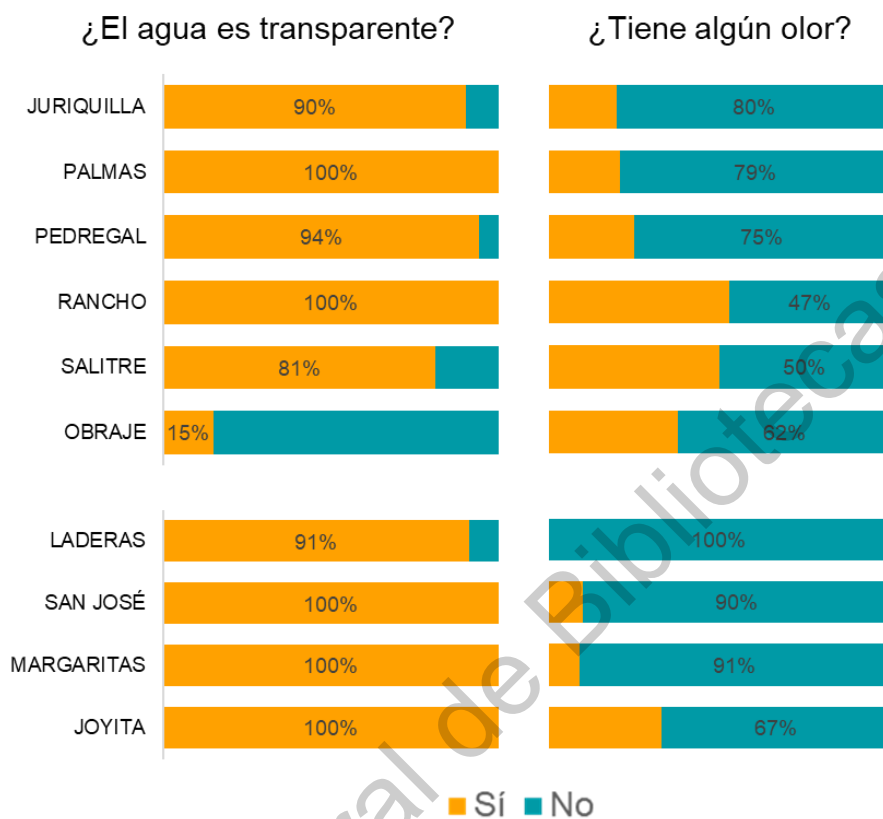


Figura 10. Percepción de la calidad: transparencia y olor del agua en la microcuenca San José el Alto.

### Uso y manejo

Dentro de los usos más frecuentes que los habitantes le confieren al agua destacan la higiene personal y la limpieza de la casa. El uso del agua para lavar el carro puede ser poco frecuente porque los habitantes hacen uso de auto-lavados o no poseen automóvil. También destaca que el 40% de los encuestados no utiliza el agua potable para cocinar, a la vez que es poco frecuente que la beban, ya que prefieren consumir agua de garrafón (Figura 9).



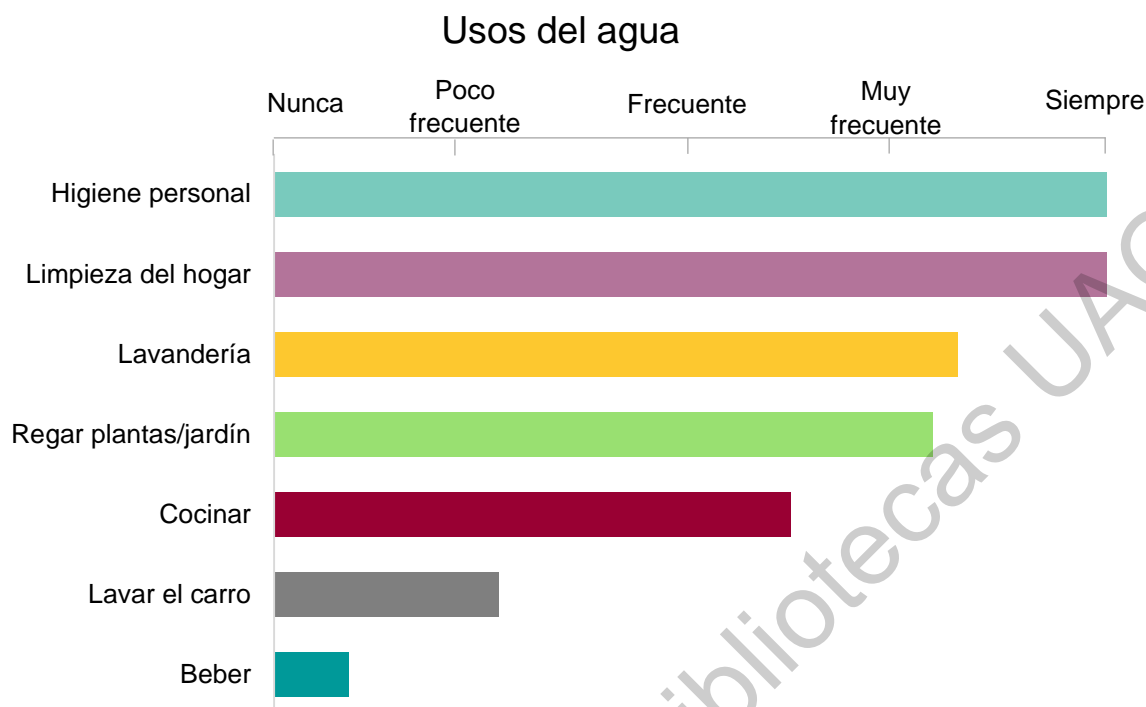


Figura 11. Usos frecuentes del agua en las viviendas de las colonias de la microcuenca San José el Alto.

El 94% de los encuestados que beben agua de garrafón lo prefieren así porque es más saludable (58%), por su sabor (19%), por costumbre (19%) o por prevención (4%). En promedio, en una casa de 4 habitantes se consumen tres garrafones por semana, lo que puede ser un costo mensual de \$480 aproximadamente. Esto significa un gasto extra del que ya se hace por la compra del agua, como lo menciona el 8% que prefiere consumirla ya sea directo de la llave, hervida o filtrada, y evitar otro gasto.

Respecto al re-uso o reciclaje del líquido, existe una enorme diferencia entre bloques. De acuerdo a las encuestas, los habitantes del Bloque A, quienes poseen tomas de agua en su domicilio, hacen uso del agua bajo la lógica de consumo y desecho. Los habitantes hacen un primer uso del agua para el sanitario, duchas e higiene personal, para lavar alimentos y loza, para la lavadora y para la limpieza de la casa. Posteriormente, el 74% de los habitantes menciona que re usa el agua que sobra de la limpieza de la casa para lavar el patio, regar plantas o el jardín. Sin

embargo, solo el 20% de los encuestados mencionan que reutilizan el agua de la lavadora, el 80% restante menciona que no lo aplica porque ésta se encuentra conectada al drenaje. Finalmente, 31% de los encuestados mencionó que colecta el agua en temporada de lluvias usándola para lavar el patio o para usos que no requieren que sea potable (Figura 11).

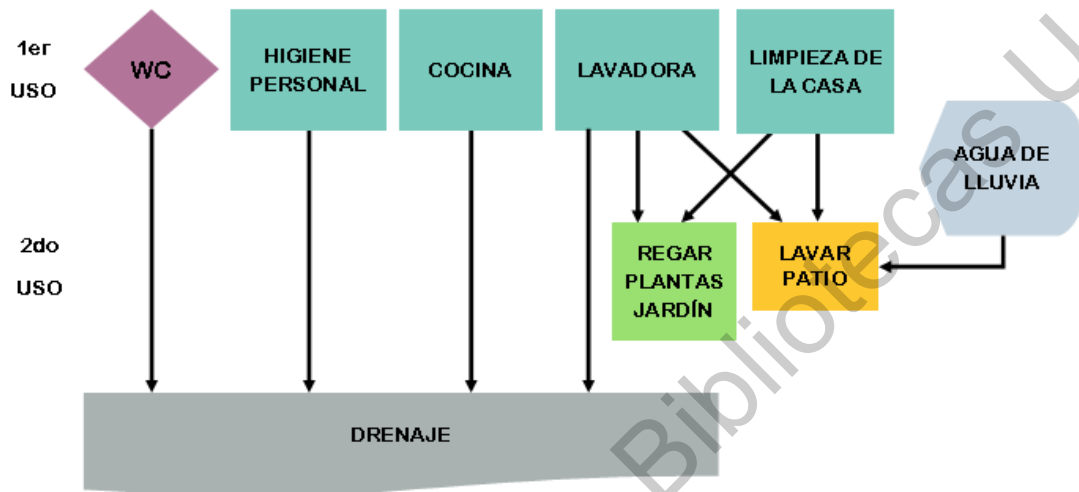


Figura 12. Uso del agua en viviendas del Bloque A. Elaboración propia.

Por otro lado, los habitantes del Bloque B, que hacen acceden al agua de pipas e hidrantes, realizan un manejo de la misma basado en el ahorro y reciclaje (Figura 12). En este contexto el manejo se entiende como una serie de prácticas referentes a un recurso natural que cumplen una intención, en este caso, el reciclaje del líquido y ahorro de dinero. El agua de primer uso de destina para la higiene personal, la cocina y la lavadora. Regularmente los habitantes almacenan el agua en tambos y tinacos, conforme la usan la van sacando de los tambos y/o la bajan de los tinacos por medio de mangueras. De acuerdo a las encuestas, el aseo personal lo realizan con cubetas o en tinas, y al finalizar, el agua restante la usan para echarla al sanitario, a las plantas o para lavar el patio. El agua de la lavadora la pueden usar para el sanitario, para regar las plantas, para lavar el patio o para trapear. Incluso algunos habitantes mencionaron que pueden utilizar el mismo líquido para lavar varias cargas de ropa hasta que el agua esté muy sucia, entonces la echan al sanitario.

Finalmente, el 53% de los encuestados de este bloque menciona que captan el agua de lluvia ya que pueden tener una reserva extra y así ahorrarse dinero. No obstante, cuando se les preguntó si estarían interesados de implementar un sistema de captación de lluvia, los habitantes comentaron que las cuestiones de espacio y dinero son factores que limitan la factibilidad.

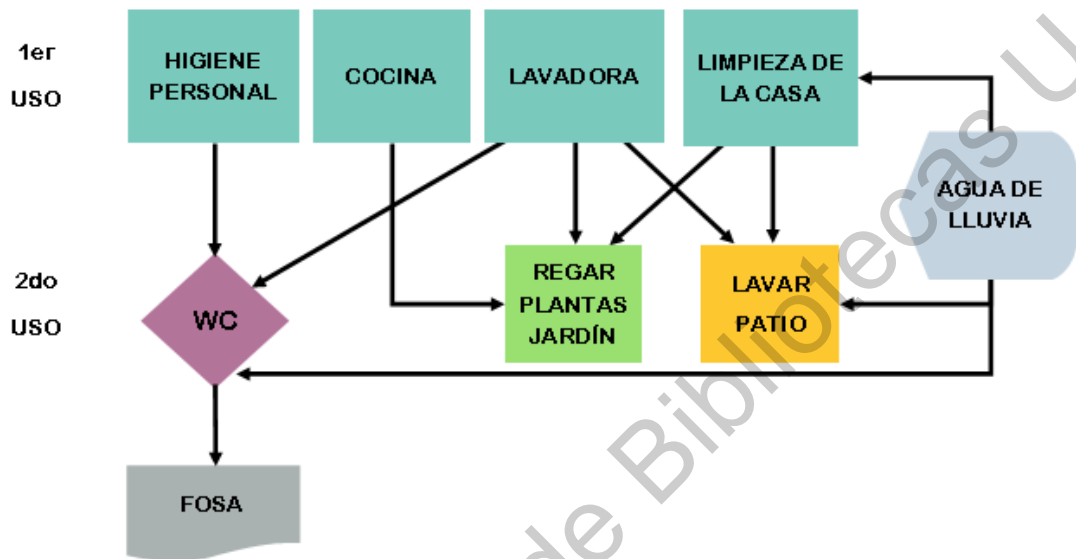


Figura 13. Manejo del agua en las viviendas del Bloque B. Elaboración propia.

## Percepción y cultura del agua

De acuerdo a los resultados de las encuestas, la percepción de los habitantes respecto al agua, la cuenca y el medio ambiente resultó muy homogénea. Hay una desconexión entre los habitantes con el medio ambiente, esto puede deberse a la concepción de dominio o poder sobre la naturaleza. En este caso, la visión dominante del agua es la de un recurso y un servicio, este fenómeno contribuye a que el agua se desvincule con la cuenca y los ecosistemas. La mercantilización del agua y su reforzamiento como servicio al que accedes por medio de un pago monetario fomenta la desvinculación entre los habitantes y el medio ambiente, es común que la gente no sepa de dónde viene el agua que usa en su vivienda, ni hacia dónde va una vez que la desecha.

Respecto al origen del agua que se utiliza en la vivienda, solo el 34% del total de los encuestados respondió de dónde provenía el agua, a lo que mencionaron que las principales fuentes de abastecimiento son pozos de Querétaro y San Miguel de Allende, Guanajuato. El rubro *Otro* se refiere a los tanques que opera la CEA.

¿De dónde viene el agua que usas en tu casa?

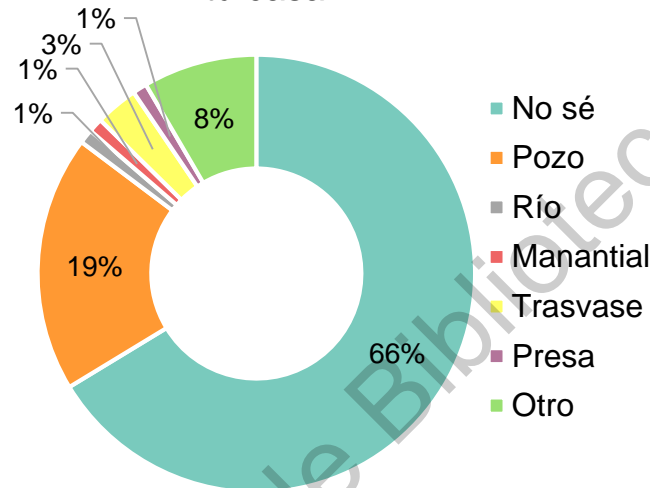


Figura 14. Fuentes de agua percibidas por los habitantes de la microcuenca San José el Alto. Elaboración propia.

Respecto al agua y su función en el ambiente, el 70% de los encuestados no está familiarizado con el concepto de cuenca, aunque el 53% identifica el ciclo hidrológico. Sin embargo, al preguntar sobre el papel que posee el agua en el ambiente, el 75% de los encuestados mencionó que el líquido: tiene la función de dar vida (23%), sirve para las plantas y los animales (23%), se ocupa para el campo y el cultivo de alimentos (9%), que es necesaria para los ecosistemas, la temperatura, la evaporación y las inundaciones (8%); se encuentra en presas, ríos y lagos (2%), y es necesaria para la energía eléctrica e industria (2%). El 35% de los encuestados respondió que no sabía qué funciones tenía el agua en el ambiente. A pesar de las diferencias entre el grado de escolaridad y el tipo de urbanización de las colonias, no hubo diferencias en las respuestas entre los bloques.

## **4.2 Acceso y distribución institucional y gestión ciudadana del agua en la microcuenca SJA**

### Distribución institucional del agua

El sistema de distribución de la CEA funciona por medio de sistemas de bombeo, tanques de almacenamiento, válvulas de seccionamiento, líneas de conducción y líneas y redes de distribución. Las fuentes de abastecimiento para la red pública son 81 pozos y el Acueducto II. Las líneas de conducción son las que transportan el agua entre tanques y pozos y re-bombeos. Las líneas de distribución se originan en los tanques y se ramifican para distribuir el agua por colonias, calles y casas. Para la operación y mantenimiento del sistema de distribución, la CEA divide la ciudad de Querétaro en cuatro distritos: nororiente, norponiente, suroriente y surponiente. La función de los distritos es brindar el servicio de agua potable a los usuarios, atender reportes de faltas de agua de única toma, faltas de agua generales, reportes de fugas y nuevas conexiones.

La microcuenca SJA es de gran importancia geográfica para la operación del sistema de distribución de agua de la CEA. En la parte alta de la microcuenca se encuentran los tanques San José el Alto, que son los primeros en recibir el agua proveniente del Acueducto II. Posterior a ello se derivan tres líneas de conducción: una se dirige hacia el oeste de la microcuenca, la segunda hacia la parte media de la microcuenca, y la tercera hacia el sur de la ciudad. La primera línea de conducción llega al Tanque Maestro UTEQ, de ahí deriva hacia el tanque San Pedrito Peñuelas y surgen las líneas de distribución hacia El Salitre, Paseos del Pedregal y Palmares. La segunda línea distribuye agua para San Pedrito el Obraje, Privalia, La Joyita y la avenida principal de Las Margaritas.

Además del agua de los manantiales de El Infiernillo, Hidalgo, que llega a través del Acueducto II, el Distrito Nororiente posee el sistema Chichimequillas como fuente de abastecimiento de apoyo. El sistema Chichimequillas consiste en tres pozos y un rebombeo que se pone en funcionamiento cuando ocurren paros del Acueducto II por mantenimiento. Proporcionalmente, el 90% del agua con la que se abastece el distrito es del acueducto y el 10% restante proviene del sistema Chichimequillas.

Respecto a la operación, el distrito nororiente cuenta con únicamente cuatro brigadas, quienes son los encargados técnicos de reparar fugas, y dos operadores para un área de 55 km<sup>2</sup> aproximadamente (Figura 14). De acuerdo al Subdirector de Distrito Nororiente tal cantidad no es suficiente para atender todos los reportes de fugas y las faltas de agua. Los operadores tienen como función monitorear el nivel de los tanques, así como realizar “control” para la reparación de fugas de gran magnitud. El “control” consiste en la apertura y/o cierre de sectores del sistema de distribución por medio de válvulas que permita la reparación de fugas, principalmente en líneas de gran magnitud. Los brigadistas se encargan de reparar fugas en líneas de distribución, en “arroyo” y en tomas domiciliarias. Sin embargo, la eficiencia en la reparación de las fugas depende de los insumos y equipo de apoyo (Figura 14). Por ejemplo, hay fugas que requieren de apoyo de retroexcavadoras o roto martillos y el distrito solo dispone de un ejemplar, por lo que las brigadas deben turnarse y esperar. De igual forma, hay fugas no visibles que requieren de la acción del “grupo de detectoristas” que cuentan con equipo especial para detectarlas; sin embargo, solo opera un grupo para los cuatro distritos. Debido a estos inconvenientes, más del deterioro de las tuberías, el sistema de abastecimiento pierde 40% del agua por fugas.



Figura 15. 1) Fuga no visible que no pudo ser reparada por la brigada. 2) Fuga en “arroyo”. 3) Fuga en línea de distribución que requirió retroexcavadora. Fotografías de KJOR.

## Acceso al servicio y costos

Existen diversas modalidades para disponer del servicio de agua, dependiendo del origen de la vivienda y la colonia. Los desarrollos inmobiliarios, como Santa Fe Juriquilla, Palmares y Paseos del Pedregal, deben entregar la obra al gobierno municipal, para que ellos se encarguen de administrar y otorgar servicios urbanos. Santa Fe Juriquilla se contrató con la operadora privada Provincia Juriquilla; mientras que Palmares y Paseos del Pedregal con la CEA. Para otorgar el servicio de agua potable, cada proyecto inmobiliario debe ser evaluado en la Dirección de Proyectos y la empresa inmobiliaria debe cumplir con los lineamientos técnicos y de infraestructura que la misma CEA establece y así pueda conectarlos a sus redes de distribución. En estos casos, los habitantes compradores de dichas viviendas, únicamente deben realizar un contrato individual en las oficinas de la CEA. Para tal trámite se requieren el título de propiedad y escrituras. El equipo técnico acude al domicilio y conecta la toma domiciliaria hacia la red de distribución de la comisión. En estos casos, los habitantes tienen una relación directa y formal con la CEA (Figura 15).

Por otro lado, cuando las colonias irregulares buscan acceder al servicio de agua potable de la CEA, deben seguir un procedimiento diferente. Las colonias Laderas del Salitre y San Juan-Ampliación fueron construidas a partir de la lotificación y venta de terrenos ejidales. Tanto las casas, el trazado de las calles y los servicios han sido autoconstruidos y gestionados por los habitantes. Ellos no cuentan con una empresa fraccionadora que facilite la relación con la CEA, pero buscan tener una relación directa y formal (Figura 15). Sin embargo, para tener el servicio de agua potable los habitantes deben realizar un proceso largo de gestión (que será descrito más adelante), así que tienen que acceder al agua por medio de pipas para cubrir la necesidad inmediata del agua.

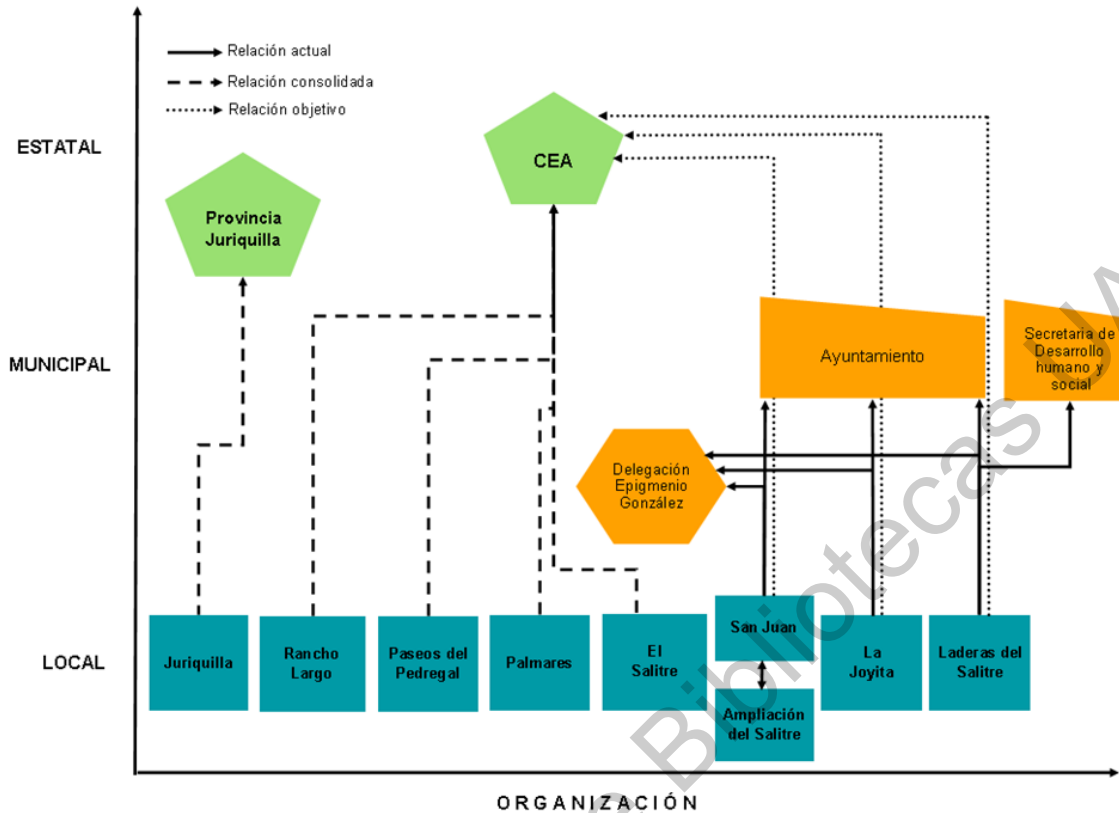


Figura 16. Diagrama de actores relacionados con la gestión del agua en la microcuenca SJA.

De acuerdo a las entrevistas, existen diversos conductores de pipas que venden el agua en las colonias de San Juan, Ampliación de El Salitre y Laderas del Salitre. Los conductores de las pipas se abastecen en los pozos de Santa Rosa Jáuregui y Pie de Gallo en Querétaro, y en San Miguel de Allende, Guanajuato; cada conductor establece sus precios como menciona la presidenta de colonos de San Juan-Ampliación:

*“...cada pipa establece sus precios, no hay un precio oficial, no hay una regla, ellos cobran como se deje la gente.”*

De acuerdo a las encuestas, llenar un tambo de 200 L cuesta \$20 mientras que un tinaco de 1100 L cuesta \$100. Algunas familias compran agua cada tres días, cada semana, cada 15 días o al mes, pero en promedio gastan entre \$600 y \$1000 pesos mensuales. Al respecto, la presidenta de Laderas del Salitre comenta:



*“Antes el tambo nos lo daban a \$15, ahora ya subió a \$20, mi cisterna es de 2800 litros, me la llenaban con \$200 y ahorita son \$280-300. Me dura 15 días y eso que la re-uso. Nos sale bien caro estar comprando el agua.”*

Los altos costos del agua, en relación con los ingresos económicos mensuales, orillaron a las familias de La Joyita, Laderas del Salitre y San Juan-Ampliación a contratar el servicio con la CEA. Sin embargo, para contratar el servicio de agua potable, las colonias deben regularizarse y urbanizarse. El comité de Laderas del Salitre se formó hace 10 años, mientras que las colonias de San Juan y Ampliación de El Salitre se unieron y comenzaron a organizarse a inicios del año 2019. Por los mismos lineamientos y requisitos de la comisión, es necesario que los habitantes, organizados en un comité de colonos y dados de alta en el Registro Público de la Propiedad, acudan a Municipio y a la Delegación para regularizar y escriturar sus propiedades. Sin embargo, por requisito, la CEA solo puede otorgar el servicio de agua potable dentro de la casa si la colonia cuenta con drenaje, así que dichas colonias solo pueden contratar un hidrante.

Además de los altos costos del agua de pipas, otra razón por la que los habitantes de San Juan-Ampliación decidieron gestionar el hidrante se debe a que los conductores de pipas ya no pasan con frecuencia (Figura 16). Normalmente diario o cada tercer día pasaba al menos una pipa; sin embargo, la situación ha cambiado a raíz de la conexión de un hidrante en la colonia Tepeyac. Como lo explica la presidenta del comité de colonos de San Juan-Ampliación:

*“...muchas veces tardan demasiado las pipas en pasar, luego ya no quieren dejar agua porque como las colonias de allá arriba tienen su hidrante a las pipas ya no les conviene venir por una o dos calles, tardan más en dejar el agua. Pasan dos o tres veces a la semana, antes pasaban diario, dos o tres pipas al día. [...] a mucha gente ya no le conviene y empezaron los trámites del hidrante”*

Para que la CEA otorgue el hidrante se debe realizar una visita técnica para evaluar la factibilidad, así como una reunión con los habitantes para informarles sobre los lineamientos y requisitos. La CEA únicamente se encarga de conectar el hidrante hacia las redes de distribución e instalar el medidor. Los habitantes deben

encargarse de distribuir el agua desde el hidrante hasta sus viviendas y realizar el pago en las oficinas. El subdirector del Distrito Nororiente menciona:

*“...ellos [los habitantes] solicitan el servicio, se hace un acercamiento con las personas que lo solicitan y se les comenta: nosotros te vamos a instalar aquí el hidrante, aquí va a haber una llave, para hacerlas llegar a sus domicilios ya ustedes se pondrán de acuerdo, ¿cómo le hacen? Quién sabe...”*

Para la CEA es igual de fácil y factible conectar un hidrante en una colonia irregular que una vivienda de una colonia bien establecida. Sin embargo, para los habitantes representa un desafío tanto por el gasto económico como por la planeación que requiere la infraestructura. Todos los gastos son absorbidos por los habitantes y “la misma gente va haciendo sus redes” (Presidenta de comité de Laderas del Salitre). La presidenta del comité San Juan-Ampliación comenta:

*“...nosotros tenemos que poner toda la infraestructura desde donde está el hidrante, allá arriba y hasta bajar a toda la colonia. Casi 1500 metros, imagínate: lo largo, el material, la mano de obra. Un cálculo dice que nos saldrá en 20 mil pesos y eso hablando de que pongamos manguera...”*

Sin embargo, la instalación del hidrante en La Joyita generó otros problemas en torno a su administración (Figura 16). La presidenta de La Joyita relata que:

*“La anterior administradora que habíamos escogido los vecinos para que se encargara de los cobros e ir a pagar a la comisión, tomó dinero prestado y fueron tres meses sin pago y se cortó, se le exigió que pagara y yo le tuve que quitar el hidrante y escoger a una nueva administradora.”*

Actualmente, La Joyita se encuentra en proceso de regularización y gestión de servicios de drenaje, ampliación de luz y de agua a nivel vivienda.



Figura 17. 1) Tambos y tinacos para llenar con pipas en San Juan-Ampliación. 2) Hidrante comunitario de La Joyita. 3) Pipa descargando en Laderas del Salitre. 4) Avisos de pago de cuota en La Joyita. Fotografías por KJOR.

### Servicios en el contexto periurbano

Los habitantes de Laderas del Salitre, de San Juan-Ampliación y La Joyita son ejemplo de cómo los ciudadanos son quienes se organizan y urbanizan su colonia por sus propios medios:

*“Cuando yo llegue no había ningún servicio, yo fui la que gestionó para la comisión y gobierno para que nos pusieran la luz y posteriormente entró el hidrante comunitario.”*

*Presidenta de comité de La Joyita.*

Por lo anterior, la presidenta de colonos de San Juan-Ampliación resalta la omisión y falta de acción por parte de las instituciones municipales:

*“Los vecinos decían: ‘Los servicios el drenaje, el agua y la pavimentación le corresponde a municipio, al gobierno’. Y yo les comentaba: Si tú vas a esperar a que municipio haga algo, municipio nunca va a hacer nada. Si tú no vas y lo pides, ellos nunca van a venir y te van a preguntar qué es lo que necesitas. Cuando tú vas y ellos ven que tú te haces presente es cuando dicen ‘No nos conviene que tal colonia empiece a hacer algo porque queda mal la delegación’. Quedan mal ellos, porque si yo voy a la delegación y yo veo que no me hacen caso me voy a otra dependencia, explicando que yo ya fui a tal lugar y no me hacen caso, ¿a dónde tengo que ir? Eso a la delegación no le conviene. Pero tampoco vamos a esperar a que vengan y nos digan ¿Qué necesitan? ¿Qué se les ofrece? Eso nunca va a pasar.”*

Los habitantes de las colonias irregulares de las zonas de la periferia tienen un acceso desigual, condicionado por su nivel socioeconómico. De acuerdo a las encuestas, los habitantes de las colonias irregulares tienen un nivel de escolaridad desde nulo hasta primaria o secundaria; sus ocupaciones más comunes son obreros, trabajadoras domésticas y comerciantes. Son personas que carecen de un alto poder adquisitivo y se ven obligadas a comprar terrenos de bajo costo. Sin embargo, adquirir un lote en una zona irregular implica más gastos y más marginación, como lo relata la presidenta de colonos de Laderas del Salitre:

*“Una vecina me dijo: ‘de haber sabido todo lo que me iba a costar mejor no hubiera comprado aquí’ y yo le dije: ‘Sí, claro, si yo hubiera tenido dinero hubiera comprado en otro lado que ya tuviera todos los servicios’. En ese entonces mi terreno me costó \$40,000.”*

La percepción del agua y la cuenca

El agua es un bien, abstracción

### **4.3 Propuesta de Gestión integral del agua de la microcuenca San José el Alto**

La microcuenca SJA es un territorio heterogéneo y complejo, pues cuenta con zonas urbanas populares, residenciales, irregulares y de vocación rural, así como sitios comerciales e industriales y áreas naturales, propia de una zona periurbana. La microcuenca está ubicada en un área bajo una rápida dinámica de urbanización predominantemente en la zona baja y media, cuyo crecimiento ha sido amortiguado por el área sujeta a protección Peña Colorada. Tal crecimiento fragmentado propicia que en la microcuenca existan colonias que tienen agua para consumo humano en calidad y cantidad adecuadas mientras que hay otras que acceden al agua por medio de pipas e hidrantes.

Tal situación resalta dos diferencias importantes: el costo y el manejo del agua. Por un lado, existe una porción de la población de la microcuenca que dispone del agua directo en su domicilio todo el día y que puede pagar una cuota mensual que representa entre el 1% y el 2.3% de sus ingresos mensuales; mientras otro sector no tiene el agua disponible en su domicilio y que destina entre 2.1% al 24.1% de sus ingresos al mes para comprar el líquido. Esta disparidad influye a su vez en el manejo, donde resalta un patrón de desperdicio en el sector que posee el agua directo en su domicilio, a diferencia del sector que compra agua de las pipas cuyo manejo se basa en el ahorro y reciclaje de la misma. Aunado a lo anterior, la percepción del agua como bien económico, servicio y derecho, así como la desvinculación de sus funciones ecológicas y ambientales dificulta su gestión y administración.

Sin embargo, la situación de la microcuenca SJA es particular dado que la zona media y alta, donde se ubica Peña Colorada, es un área natural sujeta a protección que presenta baja degradación ambiental y aún conserva procesos ecológicos, ambientales e hidrológicos. Esta zona es ideal para la implementación de acciones de manejo de suelo, vegetación y agua, con miras de preservar la estructura y función hidrológica de la microcuenca.

De acuerdo al Análisis de Zonas Potenciales de manejo de agua de lluvia realizado a partir de las variables de pendiente, coeficiente de escurrimiento, densidad de drenaje, edafología y uso de suelo de la microcuenca, se determinó que la microcuenca SJA posee un alto potencial para captar lluvia (Figura 18). A partir de ahí, se determinaron las acciones de manejo más ideales para preservar función hidrológica de la microcuenca, y resultaron: a) Captación de agua de lluvia en viviendas, b) Pozos de recarga y c) Presa de gaviones (Figura 17).

El Análisis de Zonas Potenciales de manejo de lluvia le otorga mayor peso al agua que escurre y se acumula, por lo que en la zona baja de la microcuenca indica un potencial *excelente* y *muy bueno* puesto que hay mayor compactación e impermeabilización que en la parte media y alta. Inversamente, la zona media y baja tienen mayor porcentaje de infiltración por lo que el análisis las determinó con un potencial entre moderado y muy bueno.

Dirección General de Bibliotecas UAQ



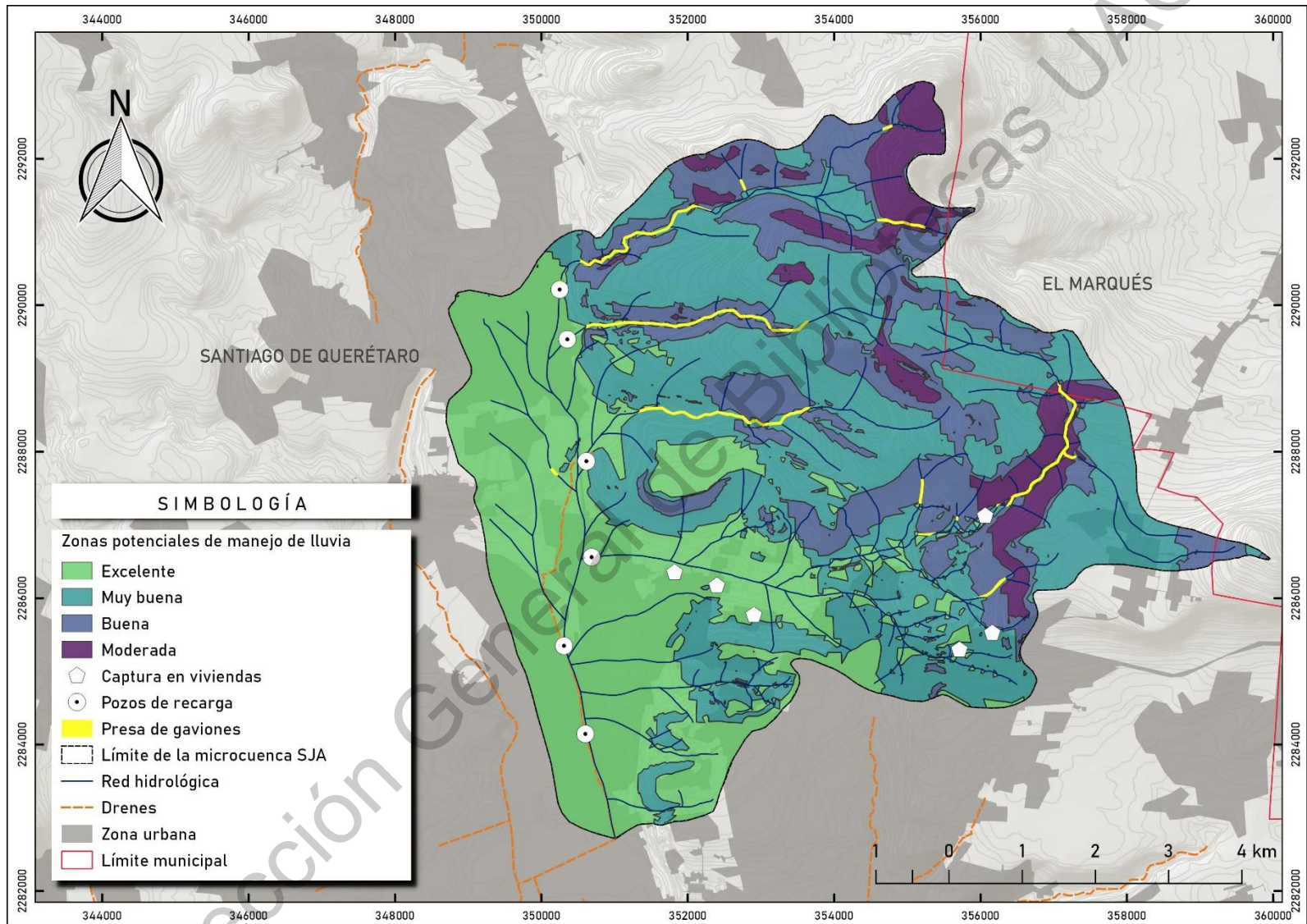


Figura 18. Zonas potenciales de manejo de lluvia en la microcuenca SJA.

A partir de lo anterior, se propone una estrategia de gestión integral del agua, que tenga como eje central a la estructura y función de la cuenca. Tal estrategia se plantea desde una visión holística, integral, ambiental y sustentable que tiene el objetivo general preservar la estructura y la función hidrológica de la microcuenca por medio de diversas acciones de manejo y gestión, y por ende contribuir al acceso y la distribución de agua doméstica.

El marco de referencia de la propuesta de gestión integral del agua consiste en *la microcuenca como sistema* como enfoque central; de los que derivan dos objetivos: 1) Contribuir al acceso, distribución y disponibilidad del agua doméstica; y 2) Preservar la función hidrológica de la microcuenca. Para lograr tales propósitos, se proponen diversas acciones en los que la Gestión ciudadana e institucional es un eje transversal (Figura 18).

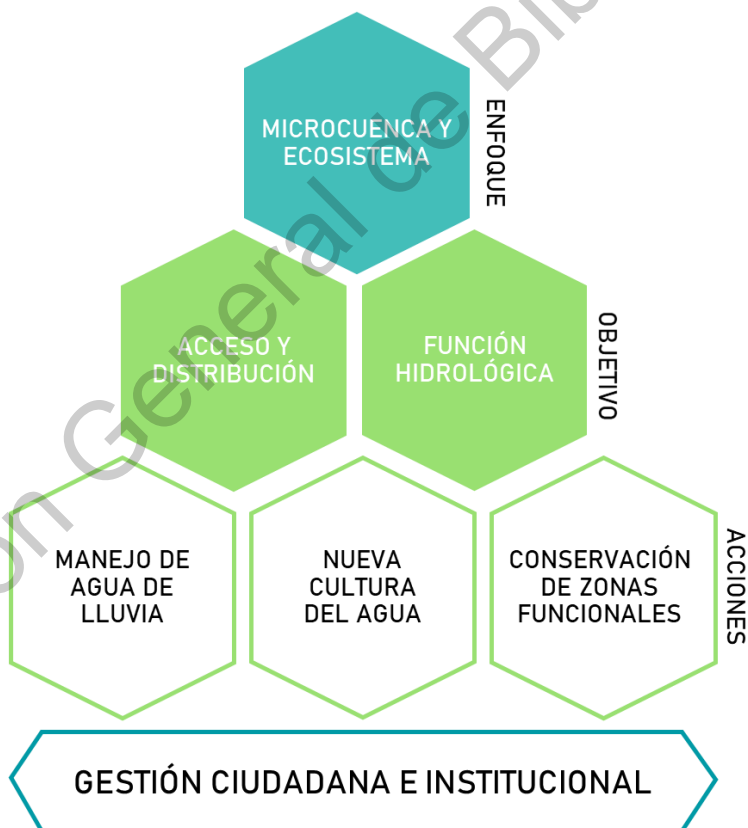


Figura 19. Marco de referencia de propuesta de gestión integral del agua de la microcuenca SJA



## **Objetivo 1. Acceso, distribución y disponibilidad del agua en la microcuenca SJA**

El 30% de la población que habita en la microcuenca San José el Alto no tiene acceso al agua por medio de la red pública, por lo que la captura de agua de lluvia se propone como una estrategia alternativa y sustentable que mejore la cantidad y calidad del agua doméstica. La captura de lluvia en viviendas ha cobrado gran importancia en diversos países y para el caso de México ha logrado escalar hasta convertirse en una política pública, como en el caso de la Ciudad de México. Para el éxito de tal estrategia es necesario acompañarlo con una estrategia de educación ambiental, puesto que el servicio de agua potable en el domicilio constituye una visión dominante de progreso. Tales estrategias deben buscar la sensibilización de los habitantes hacia la captura de lluvia como una alternativa sustentable y amigable con el ambiente, que precisamente busque revalorizar al agua más allá de la concepción económica.

Dentro del contexto de la microcuenca, se propone específicamente para los habitantes de las colonias irregulares, sin embargo, la captura de lluvia se puede realizar en toda la zona urbana de la microcuenca. Esta propuesta tiene como objetivo contribuir al acceso, la distribución y la disponibilidad del agua para uso doméstico.

Los sistemas de captación de lluvia consisten en cuatro elementos:

- Área de captación
- Red de recolección
- Separador de las primeras lluvias y filtros físicos
- Almacenamiento
- Tratamiento (opcional)



Figura 20. Componentes de Sistema de Captación de Lluvia. Fuente: Rodríguez, A. (2016).

Para implementar un sistema de captación de lluvia es necesario considerar: a) la precipitación media, b) el área de captación y capacidad de almacenamiento, y c) el consumo promedio mensual o anual.

a) Precipitación media

La precipitación media anual en la microcuenca SJA es de 540.78 mm de acuerdo a los promedios de las 5 estaciones cercanas y al análisis de precipitación (Figura 20). La temporada de lluvias se concentra en los meses de mayo a septiembre.

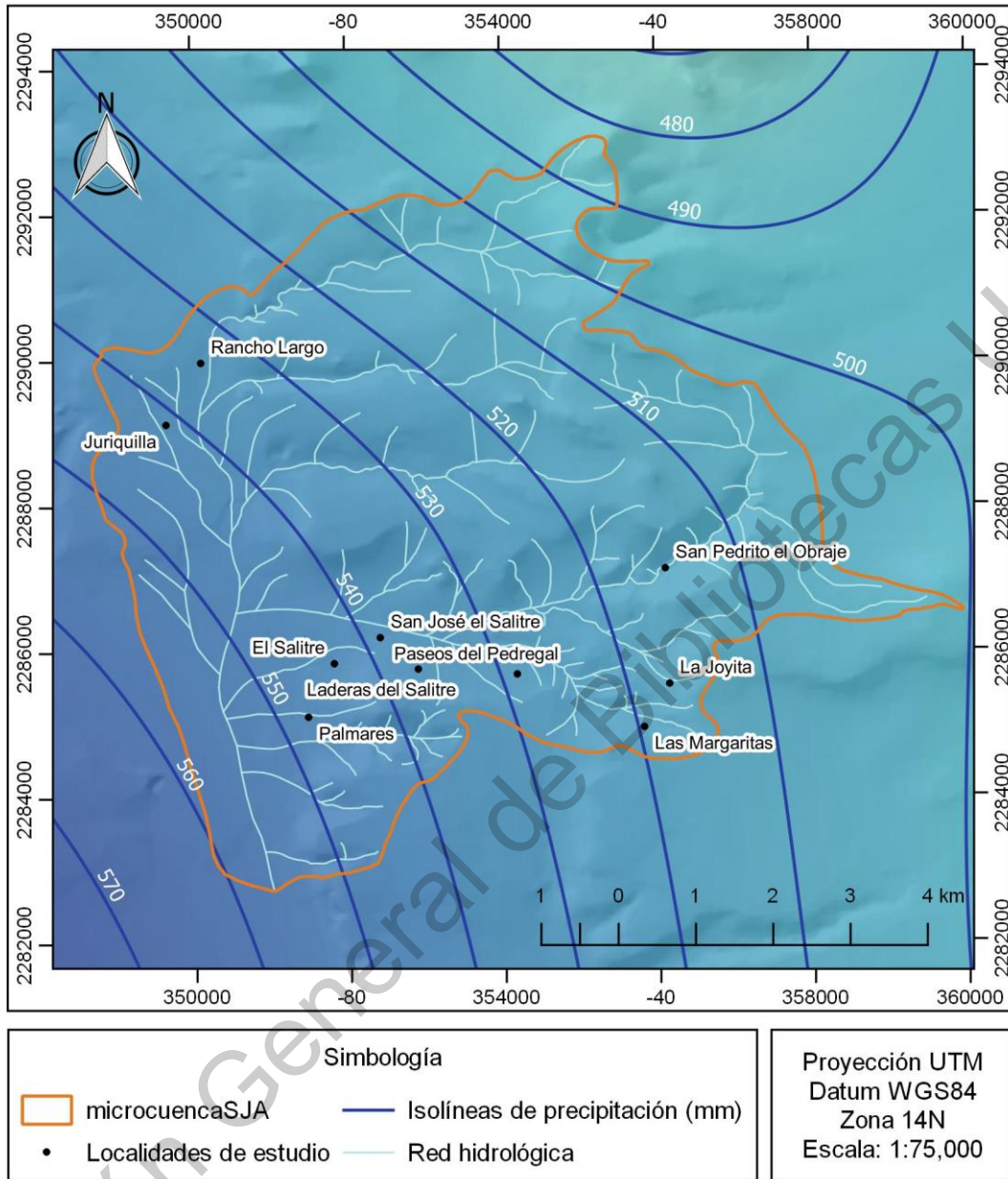


Figura 21. Precipitación en la microcuenca SJA.

b) Área de captación, volumen potencial de captación y capacidad de almacenamiento

El volumen potencial de captación está determinado por el área efectiva para la captación, y a su vez debe considerarse una pérdida por el tipo de material de la superficie. En el Cuadro 2 se muestra el volumen potencial de captación,

considerando un coeficiente de captación de 0.85, a partir de la precipitación media para la microcuenca SJA.

*Cuadro 2. Precipitación y volumen potencial de captación de lluvia.*

PRECIPITACIÓN MENSUAL EN LA MICROCUENCA SJA													ANUAL
P (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	540.7
	11.6	13.5	7.9	17.8	36.8	89.2	105.5	95.6	88.5	34.3	12.2	5.4	
VOLUMEN POTENCIAL DE CAPTACIÓN (Litros)													ANUAL
20 m <sup>2</sup>	197	230	134	303	626	1,516	1,793	1,625	1,505	584	208	92	8,812
40 m <sup>2</sup>	394	460	268	606	1,251	3,031	3,586	3,250	3,010	1,168	415	184	17,625
60 m <sup>2</sup>	591	690	402	909	1,877	4,547	5,380	4,875	4,515	1,751	623	276	26,437
80 m <sup>2</sup>	788	920	535	1,212	2,502	6,063	7,173	6,500	6,021	2,335	830	367	35,249

Una vez calculado el volumen potencial de captación se elige el sistema de almacenamiento y su capacidad. Los sistemas de almacenamiento más comunes son las cisternas y tinacos. Para captar el volumen potencial del mes más lluvioso (julio) en una superficie de 80 m<sup>2</sup>, se requeriría una cisterna de 1 x 2 x 4 m (8 m<sup>3</sup>) o tres tinacos de 2,500 L. Sin embargo, esto no es un impedimento, ya se puede utilizar las cisternas pequeñas o los tinacos que ya existen en las viviendas, con la reserva de que no se podrá almacenar el máximo volumen potencial de captación.



*Figura 22. Capacidad de almacenamiento de los habitantes de San José el Salitre.*

c) Consumo promedio mensual o anual

De acuerdo a las cifras oficiales de la CEA, el consumo promedio de agua por habitante por día es de 170 L; sin embargo, de acuerdo a la ONU la cantidad

necesaria para que las personas cubran sus necesidades básicas es de 60 L, que comprende higiene personal, limpieza de la casa, consumo y preparación de alimentos. En el Cuadro 3 se ejemplifica el consumo mensual en litros para una familia desde 2 hasta 8 integrantes.

*Cuadro 3. Consumo mensual y anual de agua doméstica.*

No. Integrantes	CONSUMO MENSUAL DE AGUA (Litros)												ANUAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2	3,720	3,360	3,720	3,600	3,720	3,600	3,720	3,720	3,600	3,720	3,600	3,720	43,800
3	5,580	5,040	5,580	5,400	5,580	5,400	5,580	5,580	5,400	5,580	5,400	5,580	65,700
4	7,440	6,720	7,440	7,200	7,440	7,200	7,440	7,440	7,200	7,440	7,200	7,440	87,600
5	9,300	8,400	9,300	9,000	9,300	9,000	9,300	9,300	9,000	9,300	9,000	9,300	109,500
8	14,880	13,440	14,880	14,400	14,880	14,400	14,880	14,880	14,400	14,880	14,400	14,880	175,200

#### Sistema de captación diferencial

A partir de la precipitación media en la microcuenca SJA, el volumen potencial de captación, el consumo promedio y la capacidad de almacenamiento de las viviendas, se propone un sistema de captación diferencial, con el que se satisface un porcentaje de la demanda familiar con lluvia; mientras que el resto se sigue satisfaciendo con agua de la red pública o pipas. Para cubrir el consumo total de una familia con agua de lluvia, sería necesaria un área de captación mayor a 120 m<sup>2</sup> y una cisterna con capacidad de almacenamiento de 15 m<sup>3</sup>, lo cual es un impedimento económico para la mayoría de los habitantes de las colonias de la microcuenca SJA. Por ejemplo, en el caso de una familia de 5 integrantes que cuenta con una superficie de 40 m<sup>2</sup> para captar y que tiene un consumo anual de 109,500 litros (Cuadro 3), se puede satisfacer el 16.2% de la demanda anual con agua de lluvia (Figura 22). En este caso, el volumen potencial de captura requeriría un tinaco y 5 tambos de 200 L. Sin embargo, este porcentaje puede aumentar si se cuenta con una superficie de captura y una capacidad de almacenamiento mayor.

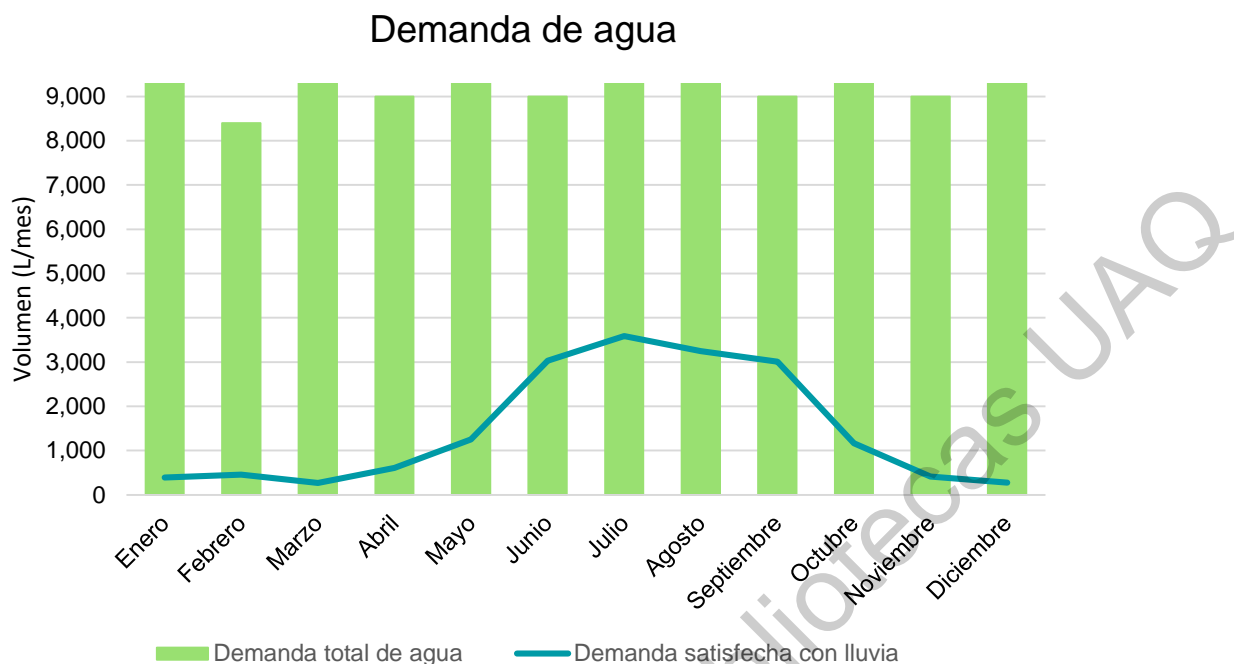


Figura 23. Demanda de agua y demanda satisfecha con lluvia.

#### Costo y financiamiento

La inversión para la implementación de sistemas de captación de lluvia en las colonias irregulares dependerá del uso destinado del agua y de almacenamiento (Cuadro 4). Un sistema de captación de lluvia, cuyo uso sea para exteriores y riego tiene un costo aproximado de \$2,310 pesos mexicanos aproximadamente, considerando que la vivienda donde se va a instalar ya posea tinaco. Para el consumo humano y actividades de limpieza e higiene es necesario incluir diferentes tipos de filtros que aumentan el costo. Sin embargo, los habitantes gastan entre \$600 y \$2,480 pesos en comprar agua, por lo que la inversión se recupera en los primeros 4 meses a partir de la instalación.

Sin embargo, con instituciones como la CEA, la Secretaría de Desarrollo Social del Estado de Querétaro (SEDESOQ) y la Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU), en colaboración con el Gobierno municipal y la delegación Epigmenio González se puede gestionar y financiar un proyecto en conjunto que tenga como objetivo mejorar la calidad de vida de los habitantes con un enfoque y aplicación



sustentable y amigable con el medio ambiente que promueva el uso racional del agua.

Cuadro 4. Presupuesto de Sistema doméstico de captación de agua de lluvia.

Componente	TIPO DE USO DEL AGUA		
	Uso en exteriores y riego	Higiene y limpieza de la vivienda	Consumo humano
Separador de primeras lluvias		\$1,600	
Filtros y tratamiento	0	\$750	\$2,000
Instalación	\$710	\$860	\$1,100
Costo parcial	\$2,310	\$3,210	\$4,700
Tinaco de 2500 L		\$4,800	
Costo total	\$7,110	\$8,010	\$9,500
Por 100 familias	\$711,000	\$801,000	\$950,000
VINCULACIÓN			
Estatal	Municipal	Instituciones-organizaciones	
Comisión Estatal de Aguas SEDESOQ SEDESU	Delegación Epigmenio González	Isla urbana Cántaro Azul MGIC-UAQ	

## Objetivo 2. Preservación de la función hidrológica de la microcuenca SJA

La microcuenca SJA posee un área de 53.2% bajo la política de Protección dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) que corresponde a Peña Colorada y Presa El Salitre. Estas zonas naturales albergan procesos ecológicos, ambientales e hidrológicos, que han preservado la disponibilidad de agua en manantiales y cuerpos de agua. Es importante mencionar que las políticas y las estrategias y criterios de regulación ecológica de las Unidades de Gestión Ambiental favorecen la preservación de la estructura y función de la microcuenca SJA (Cuadro 5 y Figura 23). Por lo que se proponen las siguientes acciones:

### 2.1 Conservación de zonas funcionales

Para mejorar la gestión y el acceso al agua doméstica dentro de la microcuenca, así como para contribuir a la conservación de los cuerpos de agua y la recarga de los acuíferos es necesario preservar la función hidrológica de la misma, por medio de la conservación de la cobertura vegetal, la retención de humedad, la infiltración

hacia los acuíferos y manejo de cuerpos de agua del área natural de Peña Colorada. Tales acciones se plantean en el corto, medio y largo plazo, buscan aumentar la disponibilidad del agua, tanto superficial como subterránea, mitigar inundaciones y conservar los servicios ecosistémicos de la microcuenca se propone:

- Conservar la selva baja caducifolia y el matorral subtropical de la zona media y baja, conocido como el área sujeta a protección Peña Colorada. La conservación de estos ecosistemas trae consigo una serie de servicios ecosistémicos fundamentales tanto para la población local de la microcuenca, así como para la ciudad de Querétaro.
- Implementar presas de gaviones sobre cauces en la zona media y baja, que permitirán la retención del agua, promoverán la conservación de humedad, y por ende procesos biológicos, además facilitarán la infiltración a los acuíferos.
- Implementar pozos de recarga en la zona baja después de los nodos de concentración de cauces con la finalidad de facilitar la infiltración del agua hacia el acuífero, el cual se ve limitado por la compactación e impermeabilización de las zonas urbanas principalmente de la parte baja.

## 2.2 Nueva Cultura del Agua

Esta acción busca re-contextualizar el agua dentro de la cuenca y realzar la interacción que existe entre los componentes biológicos, físicos, ambientales y sociales de la misma, además aboga por un manejo sustentable en el que se administre adecuadamente el agua propia de la cuenca, en vez de depender de una fuente de abastecimiento externa e insostenible en el corto, mediano y largo plazo, como lo es el Acueducto II. Tales acciones consisten en:

- Programa de educación ambiental sobre el agua y la cuenca en el que se fomente la importancia de las cuencas y sus ecosistemas para la captura, transporte, almacenamiento y purificación del agua superficial, que además impulse la visión de una fuente alternativa de agua potable.



- Programas de manejo sustentable del agua doméstica, dado que en la microcuenca existen sectores cuyo uso del agua fomenta su desperdicio se proponen talleres y charlas en los que se impulsen buenas prácticas de reciclaje y tratamiento de agua, como baños secos, biofiltros y captación de agua de lluvia, bajo la visión del agua como parte de ecosistemas y cuencas.

*Cuadro 5. Zonas funcionales y políticas de Unidades de Gestión Ambiental.*

Zona funcional	Tipo de política dentro de la microcuenca			Acciones
	Urbano (%)	Aprovechamiento Sustentable (%)	Protección (%)	
Alta	1.6	2.3	25.3	- Conservación de selva baja caducifolia y matorral subtropical: servicios ecosistémicos - Presa de gaviones: retención de humedad e infiltración
Media	24.6	1.4	27.6	- Programa de cultura del agua - Infiltración de agua por medio de pozos de recarga - Presa de gaviones: retención de humedad e infiltración - Captación en viviendas
Baja	16.9	0.2	-	- Programa de cultura del agua - Infiltración de agua por medio de pozos de recarga - Captación en viviendas

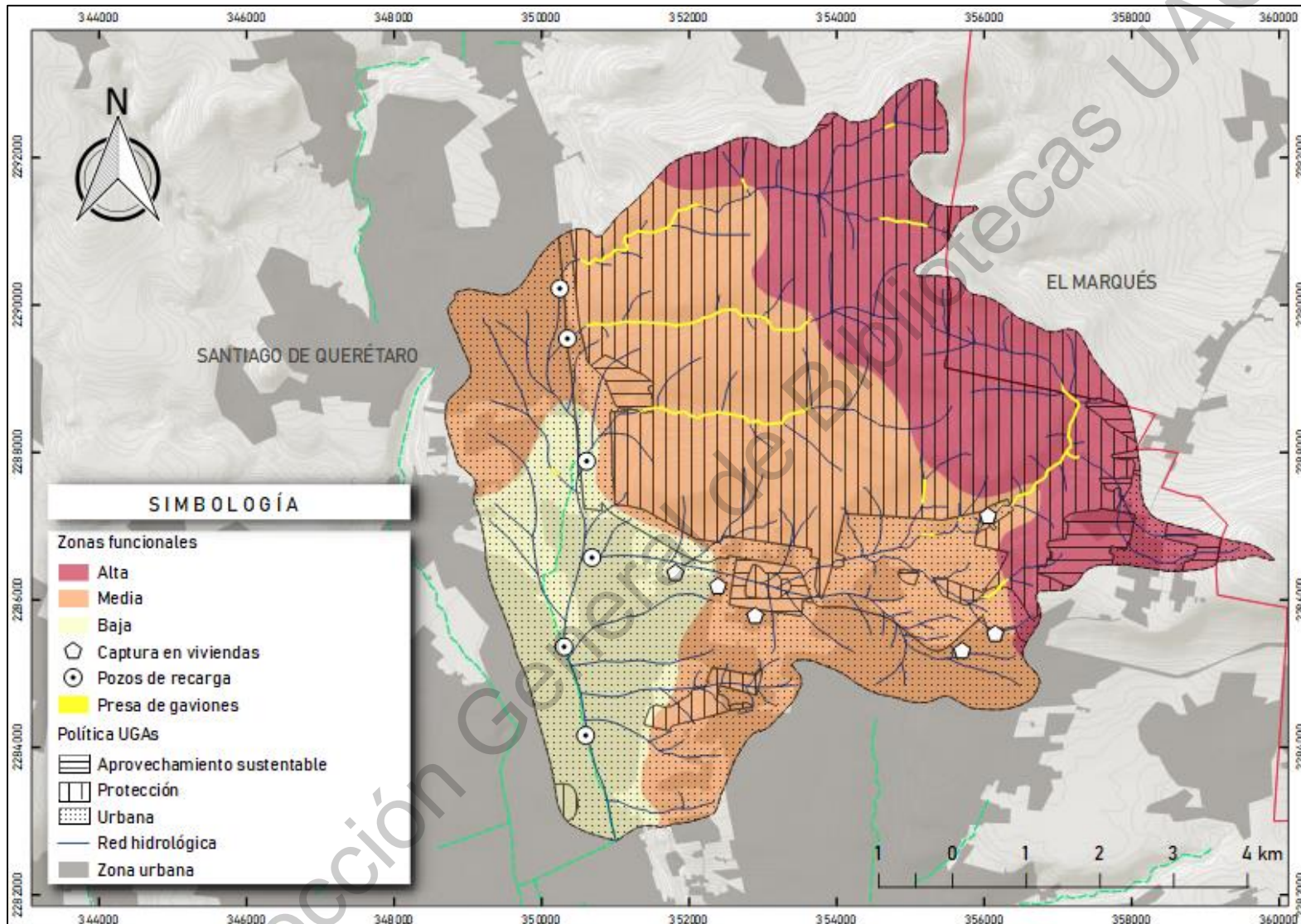


Figura 24. Zonas funcionales y estrategias de manejo de agua de la microcuenca SJA.

### **Eje transversal de Gestión ciudadana e institucional**

Para que lograr la preservación de la función hidrológica de la microcuenca e impulsar la gestión integral del agua, es fundamental la implementación de diversas instancias y organismos que permitan la organización, la implementación, monitoreo y evaluación de las acciones de la presente propuesta. Tales organismos deben favorecer la vinculación entre los habitantes, a través de los comités de colonos y ejidos, con las instituciones gubernamentales y privadas. Para cumplir este objetivo, y retomando una problemática de desvinculación entre la ciudadanía y las instituciones gubernamentales, se propone la creación y la consolidación de un Comité de la microcuenca, que sirva como un punto de fortalecimiento de la organización y vinculación entre los diferentes actores de la microcuenca. El Comité tendrá la facultad de monitorear, autoevaluar, decidir y buscar fuentes de financiamiento para la continuidad de las acciones propuestas y deberá ser un proceso participativo, transparente, democrático, incluyente, crítico y autónomo.

## CAPITULO 5. DISCUSIÓN

La complejidad de las problemáticas en la microcuenca SJA referente a la urbanización y al acceso del agua hacen evidente la interrelación entre la forma de crecimiento de la ciudad de Querétaro y los marcos de gestión del agua a nivel local, nacional y global. En el caso de la ciudad de Querétaro la cuenca solo figura para la gestión del riesgo, bajo el concepto clásico hidrológico, específicamente para las estrategias de mitigación de inundaciones y áreas de riesgo, como lo menciona Peña Díaz (2016).

Respecto a la planeación de la ciudad de Querétaro, la cuenca no es considerada como un elemento fundamental para su planeación. La ciudad, pasó de ser una ciudad colonial y compacta a una ciudad dispersa y fragmentada hacia las periferias. En la microcuenca SJA resulta evidente este crecimiento disperso puesto que en la zona periurbana se entremezclan localidades rurales, asentamientos irregulares en zonas de riesgo o de protección ecológica, colonias populares y complejos residenciales. La microcuenca SJA se encuentra bajo constante especulación desde el año 2000 y se han otorgado cambios de uso de suelo en áreas sujetas a protección ecológicas, desconectados de la ciudad, por medio de ventas de parcelas de los diferentes ejidos tanto para inmobiliarias de casas de interés social, como para residenciales o terrenos de autoconstrucción.

Esta irregularidad, omisión y corrupción por parte de la administración municipal y estatal contribuye al crecimiento disperso de la microcuenca y condiciona el acceso de los habitantes a la vivienda y servicios urbanos, principalmente del agua. Los complejos residenciales que optan por vender un estilo natural y campestre se han asentado en la microcuenca debido a la zona ecológica Peña Colorada, como el caso de Juriquilla, Palmas, Altozano y Privalia. Estos proyectos inmobiliarios pueden absorber los costos de un contrato con la Comisión Estatal de Aguas, y que posteriormente asumen los compradores, mientras que los habitantes de las colonias de autoconstrucción no poseen la misma solvencia económica.

Esto lleva la población a acceder al agua por medio de pipas o pozos sin garantizar un acceso seguro y líquido de calidad. Este fenómeno es común en las zonas periurbanas de México, como lo menciona García-Estrada (2008). El acceso desigual al agua y a los servicios de saneamiento ha sido una causa principal de conflictos urbanos en décadas recientes (Castro, 2007).

Por lo tanto, se identifican dos factores que condicionan el acceso: uno geográfico, que está dado por la relación centro-periferia; y uno social, que está dado por la clase social, el ingreso, la educación y demás (Garrocho, 1992). Este fenómeno es común en varias ciudades de México (Vieyra, Méndez-Lemus & Hernández-Guerrero, 2018) donde contrastan colonias populares, irregulares y complejos residenciales en la misma zona, lo que genera distintas realidades socioeconómicas y ambientales, lo cual también condiciona el acceso, uso, manejo y percepción del agua.

Por un lado, existen colonias como Juriquilla y Palmas, que se catalogan como clase económica alta, en las que tienen disponible el agua las 24 horas del día, y quienes destinan en promedio el 1.75% de sus ingresos. Y, por otro lado, están los habitantes de las colonias populares e irregulares quienes pueden pasar hasta 7 días sin agua y destinan desde 3.5 hasta 24.5% de sus ingresos para la compra del líquido.

Por esto, los habitantes de las colonias irregulares buscan tener el servicio público que resulta más barato que la compra de pipas o el pago de hidrantes. Pero primero deben regularizar su propiedad ante el gobierno municipal para poder contratar el servicio con la CEA. Sin embargo, es un proceso tardado; Laderas del Salitre lleva 10 años de gestión y apenas ha tenido una respuesta favorecedora. Por lo que los habitantes han adecuado sus viviendas y creado sus propios sistemas de distribución como una estrategia ante las dificultades técnicas burocráticas (Castro, 2007; García-Estrada, 2018). Desafortunadamente, estas estrategias implican mayores costos para los habitantes de las zonas periurbanas, quienes hacen un manejo eficiente del agua en comparación con los usuarios del servicio de red pública y/o privada. De lo anterior resalta el manejo sustentable del agua, conducido

por intenciones de ahorrar dinero, pero que al final se alinean con prácticas amigables con el medio ambiente.

Al respecto Harriden (2012) menciona que las viviendas son un escenario clave en la gestión del agua doméstica. En las viviendas se realiza un importante manejo del líquido que es ignorado por la mayoría de los marcos de gestión. Complementario a este fenómeno, Soares (2007), Gutiérrez-Villalpando et al. (2013) y Carrasco-Lozano (2015) describen en sus investigaciones que la mujer, desde una cuestión de género, tiene un papel fundamental y estrecha relación con el líquido. En la microcuenca SJA, tanto en la colonia Laderas del Salitre, La Joyita y Ampliación-San Juan son las mujeres quienes son encabezan el comité de colonos y se encargan del proceso de regularización de las colonias y de la contratación del servicio de agua potable.

La gestión ciudadana es una reacción ante la desvinculación del gobierno municipal con la ciudadanía. Al respecto, Domínguez Serrano (2010) sostiene que los conflictos por el acceso desigual al agua y su saneamiento radican en la incapacidad institucional local y en el enfoque de gestión. Para el caso de la microcuenca y de Querétaro, la gestión estatal del agua se realiza con base en la oferta y desde un enfoque tecnocrático y un discurso basado en la escasez; cuando estrategias como la educación ambiental, el ahorro, el tratamiento y re uso del agua residual no son acciones prioritarias.

Durán y Torres (2006) mencionan que las ciudades medias que han crecido por inversión industrial, presentan altas tasas de crecimiento poblacional y urbanización, por lo que el abastecimiento de agua se ha realizado respondiendo a una gestión de la oferta, tal es el caso de la cuenca Lerma-Chapala. Querétaro se ha catalogado como una zona metropolitana de atracción de inversión extranjera que implementa acciones, como el Acueducto II, bajo un discurso de escasez, que de acuerdo a investigaciones como la de Granada Muñoz (2015) atiende a los mercados del agua referente a coyunturas económico-políticas.

Esta gestión de la oferta y creciente urbanización ha dejado grandes secuelas en los ecosistemas, tal es el caso de la microcuenca SJA, cuyas funciones ecológicas, ambientales e hidrológicas se han reducido en la parte baja, y que tienen un efecto en la cuenca del Río Querétaro. La cuenca es ignorada y sobrepasada, tanto para la gestión del agua como para la planeación de la ciudad.

Existe una desvinculación entre los habitantes y la cuenca, el agua y el medio ambiente. El paradigma del agua como un servicio directo en el domicilio a través de tuberías ha contribuido a que se le desvincule de su función ecológica, ambiental e hidrológica. Pareciera que emergen dos aguas totalmente independientes: el agua natural, que llueve, fluye en ríos, lagos y manantiales; y el agua artificial, que llega a las viviendas por medio de tuberías. Esto representa un fenómeno importante a considerar para la gestión del agua.

En ese sentido, la Asociación Global del Agua (GWP) enumera diversos principios que son necesarios para una gestión sustentable y justa del agua. Principalmente se sustenta que la cuenca es la unidad ideal para la gestión del recurso hídrico. Además, resalta que el agua es un recurso finito, vulnerable y esencial para mantener la vida, el desarrollo y el medio ambiente. También sostiene que el manejo del agua debe basarse en un enfoque participativo que involucre a usuarios, planificadores y tomadores de decisiones.

Por lo tanto, esta propuesta es un paso hacia una gestión integral del agua donde la estructura y la función de la cuenca sean el eje central. Para asegurar el acceso, la distribución y la disponibilidad del agua para las poblaciones, es necesario adoptar un nuevo marco de gestión y manejo del agua, que no la desvincule con el medio ambiente ni tampoco con el medio antrópico. Es necesario un marco de referencia en el que para asegurar el acceso de los habitantes al agua y aumentar su disponibilidad, sea necesaria la preservación de la función hidrológica de la microcuenca SJA. A raíz de la declaración de Querétaro como Zona Metropolitana, se prospecta que la ciudad seguirá creciendo, pero deberá hacerse desde un enfoque integral, sustentable y previsor. Por lo que el ordenamiento de la

microcuenca, la planeación urbana y la gestión del agua deberían hacerse a la par desde un enfoque de cuenca.

## CAPITULO 6. CONCLUSIÓN

La ciudad de Querétaro, ubicada en la subcuenca del Río Querétaro, ha experimentado un intenso crecimiento desde los años 70 que ha derivado en un aumento de población, demanda de bienes y servicios y la expansión de su zona urbana. Todo esto ha provocado la pérdida de áreas naturales y servicios ecosistémicos en la cuenca del Río Querétaro.

La ciudad comenzó a crecer hacia la periferia de una forma dispersa y fragmentada, lo que ha propiciado la periurbanización y el surgimiento de localidades marginadas e irregulares. Tales asentamientos desafían la administración de servicios, especialmente de agua, puesto que están dispersos de la ciudad. Ejemplo de esto es la microcuenca San José del Alto, que se ubica en la zona norte de la ciudad. En esta microcuenca existen diversas colonias populares e irregulares que no poseen acceso al agua en cantidad y calidad suficiente.

Paradójicamente, la microcuenca San José el Alto es una zona que conserva la función hidrológica, gracias a la zona ecológica Peña Colorada, que tiene un alto potencial de captura y manejo del agua de lluvia. Por lo que la microcuenca SJA es ejemplo ideal para adecuar la gestión del agua y planeación urbana bajo el enfoque de la cuenca como eje central. Son las microcuencas periurbanas la clave para la gestión integrada del agua y ambiental, puesto que poseen tanto áreas urbanas como áreas naturales que amortiguan dicho crecimiento y tienen el potencial de ser manejadas para preservar su estructura y función.

Por medio de una aproximación sistémica, donde la cuenca es la unidad de gestión y manejo, se propone una gestión del agua urbana que busque la rehabilitación y conservación de la función hidrológica por medio de la captación de lluvia y así contribuir al acceso, distribución y disponibilidad del agua en las localidades



mencionadas. La propuesta de gestión integral del agua de la microcuenca SJA se plantea desde una escala local, la microcuenca, que busca contribuir al acceso, distribución del agua en las colonias de la microcuenca; así como una escala de cuenca, ya que las propuestas de manejo promueven la recarga del acuífero del Valle de Querétaro y la disponibilidad de agua superficial, que en el largo plazo mejorarán la gestión del agua en la cuenca.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## BIBLIOGRAFÍA

Agredo-Cardona, G.A. (2013). *La cuenca urbana como unidad territorial para la planificación del desarrollo sostenible en ciudades de media montaña del trópico andino*. Tesis doctoral. Universidad politécnica de Calatuña.

Alberich, T., Arnanz, L., Basagoiti, M., Belmonte, R., Bru, P., Espinar, C., García, N., Habegger, S., Heras, P., Hernández, D., Lorenzana, C., Martín, P., Montañés, M., Villasante, T.R. & Tenze, A. (2009). *Metodologías participativas Manual*. España: Observatorio Internacional de Ciudadanía y Medio Ambiente Sostenible.

Álvarez, R. & Salas, I. (2016). El derecho humano al acceso al agua potable: algunas consideraciones sobre su cumplimiento en México. *Revista do Instituto de Pesquisas e Estudos*, 50(66), 54-79.

Aparicio, P. (1989). *Fundamentos de la hidrología de superficie*. México: Editorial Limusa

Balvanera, P. & Cotler, H. (2009). Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos. En Dirzo, R.; González, R. & March, I. (Comp.). *Capital natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*, 185-245. CONABIO, México.

Betanzo-Quezada, E. (2015). Perspectivas del crecimiento urbano, la actividad comercial minorista y el transporte de bienes en la Zona Metropolitana de Querétaro (México). *Ciencia ergo-sum*, 22(1), 1-12.

Boggs, J.L. & Sun, G. (2011). Urbanization alters watershed hydrology in the Piedmont of North Carolina. *Ecohydrology*, 4(2), 256-264.

Borsdorf, A. (2003). Cómo modelar el desarrollo y la dinámica de la ciudad latinoamericana. *Revista EURE*, 29(86), 37-49.

Burgos, A.; Bocco, G. & Sosa, J. (2015). *Dimensiones sociales en el manejo de cuencas*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Campos, D. (2010). *Introducción a la Hidrología Urbana*. México: Librería Universitaria Potosina,

Capel, H. (1975). La definición de lo urbano. *Estudios Geográficos*, 138(139), 265–301.

Carrasco-Lozano, M.E. (2015). Acceso al agua, uso y gestión. Un estudio con mujeres urbanas, periurbanas y rurales del municipio de Tlaxcala. *Revista Académica Ingeniería*, 19(1), 73-84.

Cardoso, M.M. & Fritschy, B.A. (2012). Revisión de la definición del espacio rururbano y sus criterios de delimitación. *Contribuciones científicas GAEA*, 24, 27-39.

Casillas-González, J.A. (2007) El Programa Nacional de Microcuencas: una estrategia de desarrollo integral. En Cotler-Ávalos (Comp.). *El manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política pública* 2da. Edición, 259-275. Ciudad de México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Castro, J.E. (2007). El estudio interdisciplinario de los conflictos por el agua en el medio urbano: una contribución desde la sociología. *Cuadernos del CENDES*, 24(66), 21-46.

Chang, H. (2007). Comparative streamflow characteristics in urbanizing basins in the Portland Metropolitan Area, Oregon, USA. *Hydrological processes*, 21(2), 211-222.

COMISIÓN ESTATAL DE AGUAS (2018). Acueducto II. Recuperado de: <http://www.ceaqueretaro.gob.mx/acueducto-ii/>

Cotler, H. (2004). *El manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política pública* 2da. Edición. Ciudad de México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Cotler, H. (2010). *Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales,

Cotler, H. & Pineda, R.F. (2008). Manejo integral de cuencas en México ¿hacia dónde vamos? *Boletín del Archivo histórico del agua*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales,

Davis, J.C. & Henderson, J.V. (2003). Evidence on the political economy of the urbanization process. *Journal of Urban Economics*, 53(2003), 98-125.

De la Llata-Gómez, R., Lozano Guzmán, A., Valtierra, J.G, Muños Arango, G., Hernández Díaz, J. & Cortés Silva, A. (2010). *Escenarios de abasto y uso del agua en la Zona Metropolitana de Querétaro*. Centro Queretano de Recursos Naturales. Reporte técnico No. 16. Consejo de Ciencia y Tecnología de Querétaro.

Delgado, J. (1993). Querétaro: hacia la ciudad-región. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 8(3), 655–699.

Domènech, L., March, H. & Saurí, D. (2011). Degrowth initiatives in the urban water sector? A social multi-criteria evaluation of non-conventional water alternatives in Metropolitan Barcelona. *Journal of Cleaner Production*, 38, 1-12.

Domènech, L. & Saurí, D. (2011). A comparative appraisal of the use of the rainwater harvesting in single and multi-family buildings of the Metropolitan Area of Barcelona: social experience, drinking water saving and economic costs. *Journal of Cleaner Production*, 19, 598-608.

Domínguez-Serrano, J. (2010). El acceso al agua y saneamiento: un problema de capacidad institucional local. Análisis en el estado de Veracruz. *Gestión y Política Pública*, 19(2), 311-350.

Dourojeanni, A., & Jouravlev, A. (1999). *Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos*. Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Dourojeanni, A., Jouravlev, A., & Chávez, G. (2002). *Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica, vol. 1*. United Nations Publications.

Faustino, J., Jiménez, F., Velásquez, S., Alpízar, F., & Prins, C. (2006). *Gestión integral de cuencas hidrográficas*. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Durán-Juárez, J.M. & Torres-Rodríguez, A. (2006). Los problemas del abastecimiento de agua en una ciudad media. *Espiral, estudios sobre Estado y Sociedad*, 12(36), 129-162

Fragkou, M.C. & McEvoy, J. (2016). Trust matters: why augmenting water supplies via desalination may not overcome perceptual water scarcity. *Desalination*, 397, 1-8.

García-Estrada, M.L. (2018). *Ciclo hidrosocial en la periferia urbana de la ciudad de Morelia, México. Accesibilidad al agua en la localidad de La Aldea, 1997-2017*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.

García-Mendieta, H. (2016). *Valoración del paisaje para la planeación territorial de la microcuenca San José el Alto, Querétaro*. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Querétaro. México

García-Mendieta, H., Luna Morales, M., Montoya Lara, A. M. P., Santiago Amezcua, N. D., Santos Vargas, E., & García Rubio, O. R. (2015). La pertinencia del enfoque de cuencas como unidad de gestión del espacio geográfico. *Ciencia@UAQ*, 8(2), 1-12.

Garrido, A., Enríquez, C., Pérez, J. L., Luna, N., & Sánchez, O. (2009). *Zonas Funcionales de las Cuencas Hidrográficas de México*. Escala 1:250000. D.F. México: INECC.

Granados Muñoz, L.E. (2015). *Historia de las gentes y las cosas del Acueducto II de Querétaro: emulación hidráulica, nobleza y negocios*. Tesis doctoral. El Colegio de San Luis, A.C.

Gutiérrez-Rivas, R. (2008). El derecho fundamental al agua en México, un instrumento de protección para las personas y los ecosistemas. *Cuestiones constitucionales*, 18, 71-90.

Gutiérrez-Villalpando et al. (2013). Mujeres y organización social en la gestión del agua para consumo humano y doméstico en Berriozábal, Chiapas. *LiminaR Estudios sociales y humanísticos*, 11(2), 100-113.

Hager, G.W., Belt, K.T., Stack, W., Burgess, K., Grove, M.J., Caplan, B., Hardcastle, M., Shelley, D., Pickett, S. & Groffman, P.M. (2013). Socioecological revitalization of an urban watershed. *Frontiers in ecology and the environment*, 11(1). 28-36.

Henríquez, C. (2014). *Modelando el crecimiento de las ciudades medias. Hacia un desarrollo urbano sustentable*. Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.

Harriden, K. (2012). Without households, water management is not integrated. *Water practice & technology*, 7(1), 1-9.

Icazuriaga Montes, C., Franco, O., & Erika, L. (2007). La relación periferia-centro en la ciudad de Querétaro mediante las prácticas de movilidad y consumo. *Alteridades*, 17(33), 9–20.

INEGI (2016). Inventario Nacional de Viviendas. Consultado de: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/inv/>

Jha, M.K., Chowdary, VM., Kulkarni, Y. & Mal, B.C. (2014). Rainwater harvesting planning using geospatial techniques and multicriteria decision analysis. *Resources, conservation and recycling*, 83, 96-111.

Larsimont, R., & Grosso, V. (2014). Aproximación a los nuevos conceptos híbridos para abordar las problemáticas hídricas. *Cardinalis*, 2(2), 27-48.

Linton, J., & Budds, J. (2014). The hydrosocial cycle: Defining and mobilizing a relational-dialectical approach to water. *Geoforum*, 57, 170–180.

Martínez-Romero, G. (2013). *Usos y manejos locales de los cuerpos de agua en la microcuenca San José el Alto frente al crecimiento urbano del municipio de Santiago de Querétaro*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México.

Mollar, R. & Vargas, S. (2005). *Problema socio-ambientales y experiencias organizativas en las cuencas de México*. IMTA-IRD, México.

Monroy-Ortíz, R. (2013). Los sistemas urbanos de cuenca en México. Transitando a estrategias integrales de gestión hídrica. *Economía, sociedad y territorio*, 8(41), 151-179.

Nacht, S.J. (1980). Flooding problems in a small urban watershed-doan Brook, Cleveland, Ohio. *Journal of the American Water Resources Association*, 16(3), 401-407.

Paré, L.; Robinson, D. & González, M.A. (2008). *Gestión de cuencas y servicios ambientales. Perspectivas comunitarias y ciudadanas*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.

Peña-Díaz, A.L. (2017). *Estrategia de manejo para la mitigación del riesgo por inundaciones en la microcuenca San José el Alto, Querétaro*. Tesis de maestría. México: Universidad Autónoma de Querétaro,

Pineda, I., Renero, L., Silva, Y., Casas, E., Bautista, E., & Bezanilla, J. M. (2009). Utilidad del sociograma como herramienta para el análisis de las interacciones grupales. *Psicología para América Latina*, 16.

Poleto, C. & Merten, G.H. (2007). Urban watershed studies in Southern Brazil. *Journal of Urban and Environmental Engineering*, 1(2), 70-78

Rey-Valencia, D., & Zambrano, J. (2018). Estudio de la respuesta hidrológica en la cuenca urbana de montaña San Luis-Pallogrande. *Revista UIS Ingenierías*, 17(1) 115-126.

Rivas-Acosta, I. (2015). Efectos del cambio climático en el recurso hídrico de México (agua superficial) en Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático Coordinadores Felipe I. Arreguín Cortés, Mario López Pérez, Olivia Rodríguez López y Martín José Montero Martínez. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Romero, H. & Vásquez, A. (2005). Evaluación ambiental del proceso de urbanización de las cuencas del piedemonte andino de Santiago de Chile. *Revista EURE*, 31(94), 97-118.

Ruiz-Bedolla, K. (2010). Urbanización. En Cotler (Comp.) *Las cuencas hidrográficas de México*, diagnóstico y priorización, 64-67. SEMARNAT

Sánchez-Trujillo, E.J., & Zambrano-Nájera, J. (2017). Cálculo de la infiltración mediante el método del número de curva modificado para cuencas urbanas de alta montaña, caso cuenca experimental San Luis-Manizales, Colombia, *4th IWA México Young Water Professional Conference 2015*, Guanajuato, México, 2017, p. 849.

Shiva, V. (2003). *Las guerras del agua*. México. Editorial Siglo XXI.

Soil Conservation Services. (1985). *National engineering handbook, section 4, hydrology*. US Department of Agriculture, Washington.

Valdés-Carrera, A.C., & Hernández-Guerrero, J.A. (2018). Zonas funcionales y unidades de paisaje físico-geográfico en la microcuenca Potrero de la Palmita, Nayarit, México. *Revista Geográfica de América Central*, 60, 189-229.

Valencia, G. H. D. (2015). Redefiniendo territorios hidrosociales: control hídrico en el valle de Ica, Perú (1993-2013). *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 12(76), 109–133.

Vélez-Upegui, J.J., & Botero-Gutiérrez, A. (2011). *Estimación del tiempo de concentración y tiempo de rezago en la cuenca experimental urbana de la Quebrada de San Luis, Manizales*. *Dyna*, 78(65), 58-71.

Villa Fontecha, G.H. (2012). A propósito de la gestión del agua en el mundo contemporáneo. Un enfoque biopolítico. *Análisis político*, 74, 109-133.

Wang, G. et al. (2016). Integrated watershed management: evolution, development and emerging trends. *Journal of Forestry Research*, 27(5), 967-994.



Wetzel, R.G. (2001). *Limnology, lake and river ecosystems*. Third edition. United States of America. Academic Press.

Yang, L.; Smith, J.; Baeck, M.L.; Smith, B.; Tian, F. & Niyogi, D. (2016). Structure and evolution of flash flood producing storms in a small urban watershed. *JGR Atmospheres*, 121(7), 3139-3152.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## ANEXOS

### A) Encuesta Bloque A



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**  
**Maestría en Gestión Integrada de Cuencas**  
**Encuesta A**



#### I. DATOS GENERALES

Fecha (d/m/a)	
Colonia:	
Dirección:	
Características del punto de encuesta:	

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Sexo:** M ( ) F ( ) **Edad:** \_\_\_\_\_

Ocupación:

Obrero	Comerciante	Ama de casa	Profesionista
Artesano	Trab. Doméstica	Estudiante	Campesino
Jubilado	Desempleado	Otro:	

Grado de escolaridad:

Primaria	Secundaria	Preparatoria
Universidad	Posgrado	Técnico

¿Cuántas personas viven en su casa? \_\_\_\_\_

¿Cuánto tiempo tiene viviendo en esta casa?

Menos de 1 año	De 1 a 10 años	De 10 a 20 años	Más de 20 años
----------------	----------------	-----------------	----------------

¿Cuánto es su ingreso familiar mensual?

Menor a \$2,500	Entre \$2,500-\$5,000	\$5,000-\$10,000	\$10,000-\$15,000
\$15,000-\$25,000	\$25,000-\$35,000	\$35,000 o más	No contestó

El lugar donde vive es:

Propio	Prestado	Rentado	Otro
--------	----------	---------	------

¿Con qué servicios cuenta?

Luz eléctrica	Drenaje	Agua
Internet	Televisión por cable	Gas

#### II. PERCEPCIÓN GENERAL DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

¿Sabe de dónde viene el agua que utiliza?

No, no me preocupa	No sé, pero me interesa	Pozo	Río
Manantial	Trasvase	Presa	Otro

¿Qué institución le brinda el servicio de agua potable? \_\_\_\_\_

¿Cuánto paga aproximadamente al mes por el servicio? \_\_\_\_\_

¿Qué opina sobre el costo del servicio de agua?

Alto/Caro	Normal/Justo	Bajo/Barato
-----------	--------------	-------------

¿Cómo considera el servicio del agua?

Bueno	Regular	Deficiente
-------	---------	------------



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**  
**Maestría en Gestión Integrada de Cuencas**  
**Encuesta A**



¿En que es deficiente?

Calidad del agua	Atención al cliente	Cantidad de agua
Otro		

¿Considera que el agua que recibe es suficiente?      Sí ( )      No ( )

A la semana ¿cuántas veces tiene agua disponible?

Diario	5-6 días	3-4 días	1-2 días
--------	----------	----------	----------

¿Cuánto tiempo está disponible durante el día?

Menos de 3 horas	Entre 4 y 8 horas	12 horas	Todo el día
------------------	-------------------	----------	-------------

¿El agua es transparente?

Sí	No	Color:
----	----	--------

¿El agua tiene algún olor?

Sí	No	Olor:
----	----	-------

¿El agua sale con mucha presión?

Sí	No	Más o menos/A veces
----	----	---------------------

¿Considera que el servicio del agua ha cambiado en los últimos 10 años?

Mejorado	Sigue igual	Empeorado
----------	-------------	-----------

¿Considera que todos en su colonia reciben la misma cantidad y calidad de agua?      Sí ( )      No ( )

¿Considera que todos en la ciudad reciben la misma cantidad y calidad de agua?      Sí ( )      No ( )

**III. USO DEL AGUA**

¿Pará qué usa el agua potable?

Higiene personal	Cocinar	Limpieza del hogar	Lavar el carro	Regar plantas/jardín
Beber	Alberca	Lavandería	Otro	

¿Dónde almacena el agua?

Tinaco	Cisterna	Tambo	No la almaceno, es directa de la llave
--------	----------	-------	--

¿Cuánto tiempo tarda en bañarse? \_\_\_\_\_

¿Cuántas veces se baña al día? \_\_\_\_\_

¿Cuántas veces al día utiliza el sanitario? \_\_\_\_\_

¿Cuántas veces al día se lava las manos? \_\_\_\_\_

¿Cuántas veces a la semana realiza la limpieza del hogar? \_\_\_\_\_

¿Cuántas cargas de ropa lava a la semana? \_\_\_\_\_

¿Cuántas veces a la semana lava/riega su patio? \_\_\_\_\_



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**  
**Maestría en Gestión Integrada de Cuencas**  
**Encuesta A**



¿Cuántas veces a la semana lava su carro? \_\_\_\_\_

El agua que bebe es:

De la llave	Garrafón	Embotellada
Filtrada	Hervida	Otra

¿Cuántos garrafones compra a la semana? \_\_\_\_\_

¿Por qué consume agua embotellada/garrafón?

Por su sabor	Es más saludable	Por costumbre	No sé
--------------	------------------	---------------	-------

¿Captura el agua de lluvia?      Sí ( )      No ( )

¿Reutiliza el agua?      Sí ( )      No ( )

Riega su jardín y/o plantas	La utiliza para el WC	Lava su patio	Otro
-----------------------------	-----------------------	---------------	------

¿Le interesaría implementar técnicas como la captura de agua de lluvia o su reciclaje?      Sí ( )      No ( )

**IV. Cultura del agua**

¿Ha oído sobre el ciclo hidrológico?      Sí ( )      No ( )

¿Ha oído sobre las cuencas?      Sí ( )      No ( )

¿Sabe en qué cuenca vive?      Sí ( ) ¿Cuál? \_\_\_\_\_      No ( )

¿Sabe cómo se relacionan las cuencas con el agua que utiliza?      Sí ( )      No ( )

¿Qué funciones tiene el agua en el medio ambiente?

---



---

¿Usted considera que es importante cuidar el agua?      Sí ( )      No ( )

¿Qué acciones implementa en su hogar para ahorra el agua?

Reutilizo el agua de la lavadora	Tengo un bio-filtro
Cierro la llave para lavar manos/dientes	Tengo sanitarios ecológicos
Capturo agua de lluvia	Lavo el carro/patio con cubeta
Uso una cubeta para el agua de la regadera	Me baño en 5 minutos/Cierro la llave cuando me enjabono
Ninguna	Otra

¿Conoce si en su colonia hay problemáticas correspondientes al agua o al servicio? ¿De qué tipo son?

Escasez	Contaminación	Desperdicio	Tomas clandestinas	Corte de servicio
Otra				

¿Usted está de acuerdo con que el agua tenga un costo?      Sí ( )      No ( )

¿Por qué? \_\_\_\_\_



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**  
**Maestría en Gestión Integrada de Cuencas**  
**Encuesta A**



¿Considera que en la ciudad de Querétaro existe una escasez de agua?    Sí (  )    No (  )    No lo había pensado (  )

¿Qué otras problemáticas del agua hay en la ciudad de Querétaro?

\_\_\_\_\_

¿Usted considera que el gobierno de Querétaro se preocupa por las problemáticas de agua?    Sí (  )    No (  )

¿Conoce alguna propuesta por parte del gobierno para solucionar las problemáticas del agua?    Sí (  )    No (  )

¿Cuál? \_\_\_\_\_

¿Usted propone alguna?

\_\_\_\_\_

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## B) Encuesta Bloque B



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**  
**Maestría en Gestión Integrada de Cuencas**  
**Encuesta B**



### I. DATOS GENERALES

Fecha (d/m/a)	
Colonia:	
Dirección:	
Características del punto de encuesta:	

Nombre: \_\_\_\_\_ Sexo: M ( ) F ( ) Edad: \_\_\_\_\_

Ocupación:

Obrero	Comerciante	Ama de casa	Profesionista
Artesano	Trab. Doméstica	Estudiante	Campesino
Jubilado	Desempleado	Otro:	

Grado de escolaridad:

Primaria	Secundaria	Preparatoria
Universidad	Técnico	No fue a la escuela

¿Cuántas personas viven en su casa? \_\_\_\_\_

¿Cuánto tiempo tiene viviendo en esta casa?

Menos de 1 año	De 1 a 10 años	De 10 a 20 años	Más de 20 años
----------------	----------------	-----------------	----------------

¿Cuántas personas reciben ingresos regulares en su familia? \_\_\_\_\_

¿Cuánto es su ingreso familiar mensual?

Menor a \$1,000	Entre \$1,000-\$2,000	\$2,000-\$5,000	\$5,000-\$10,000
\$10,000-\$15,000	\$15,000-\$20,000	Más de \$20,000	No contestó

El lugar donde vive es:

Propio	Prestado	Rentado	Otro
--------	----------	---------	------

¿Con qué servicios cuenta?

Luz eléctrica	Drenaje	Agua
Internet	Televisión por cable	Gas

### II. ACCESO Y CALIDAD DEL AGUA

¿De dónde consigue el agua que usa en su hogar?

Pipas	Manantial	Bordos	Agua de lluvia
Otro			

Si es por pipas, ¿cada cuánto pasa por su colonia?

Diario	Cada 3 días	Cada semana	Cada 15 días
--------	-------------	-------------	--------------

¿Sabe de dónde vienen las pipas? Sí ( ) No ( ) Lugar: \_\_\_\_\_

¿Cada cuánto compra agua?

Diario	Cada 3 días	Cada semana	Cada 15 días
--------	-------------	-------------	--------------

¿Cuánto paga por el agua? \_\_\_\_\_



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**  
**Maestría en Gestión Integrada de Cuencas**  
**Encuesta B**



¿Dónde almacena el agua?

Tinaco	Cisterna	Tambo	Cubetas
Bidón	Otro		

¿Cuánto tiempo le dura el agua? \_\_\_\_\_

¿El agua es transparente?

Sí	No	Color:
----	----	--------

¿El agua tiene algún olor?

Sí	No	Olor:
----	----	-------

¿El agua tiene algún sabor?

Sí	No	Sabor:
----	----	--------

¿El agua suele ser del mismo color todo el año?      Si ( ) No ( )

¿En qué época del año cambia? \_\_\_\_\_ ¿Qué color?

Transparente	Turbia café	Turbia blanca	Otra
--------------	-------------	---------------	------

¿Usted o alguien de su familia (especificar si es niño) se ha enfermado por el agua que consumen? Si ( ) No ( )

---

**III. USO DEL AGUA**

¿Para qué usa el agua?

Higiene personal	Cocinar	Limpieza del hogar	Regar las plantas
Beber	Lavar	Otro	

¿Cómo administra el agua para sus actividades?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

El agua que bebe es:

Garrafón	Hervida	Otra
----------	---------	------

¿Cuántos garrafones compra a la semana? \_\_\_\_\_

¿Por qué consume agua embotellada/garrafón?

Por su sabor	Es más saludable	Por costumbre	No sé
--------------	------------------	---------------	-------

¿Captura el agua de lluvia?      Sí ( )      No ( )

¿Reutiliza el agua?      Sí ( )      No ( )

Riega sus plantas	La utiliza para el WC	Lava su patio	Otro
-------------------	-----------------------	---------------	------

¿Cuántas cubetas usa para bañarse? \_\_\_\_\_

¿Cuántas veces se baña al día? \_\_\_\_\_



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**  
**Maestría en Gestión Integrada de Cuencas**  
**Encuesta B**



¿Cuántas cubetas de agua ocupa para lavar los trastes al día? \_\_\_\_\_

¿Cuántas cargas de ropa lava a la semana? \_\_\_\_\_

**IV. ORGANIZACIÓN Y CULTURA DEL AGUA**

¿Ha oído sobre el ciclo hidrológico?    Sí ( )    No ( )

¿Ha oído sobre las cuencas?    Sí ( )    No ( )

¿Qué funciones tiene el agua en el medio ambiente?

---



---

¿Usted considera que es importante cuidar el agua?    Sí ( )    No ( )

¿Se organiza con su familia o sus vecinos para obtener el agua?    Sí ( )    No ( )

¿Cómo se organizan?

---



---



---

Además de la falta de servicio de agua potable, ¿qué otras problemáticas correspondientes al agua existen en su colonia? ¿De qué tipo son?

Contaminación	Desperdicio	Drenaje	Costos
Otra			

¿En su colonia se han organizado para pedir el servicio de agua potable al gobierno de Querétaro?

---



---

¿Usted considera que el gobierno de Querétaro se preocupa por las problemáticas de agua?    Sí ( )    No ( )

¿Conoce alguna propuesta por parte del gobierno para solucionar las problemáticas del agua    Sí ( )    No ( )

¿Cuál?

---

¿Usted propone alguna?

---

¿Hay algo que le gustaría agregar?

---



---



---



### C) Guion de entrevista



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO  
Maestría en Gestión Integrada de Cuencas  
Guion CEA



1. ¿Cuál es la función del Distrito Nororiente?  
¿Cómo opera el Distrito Nororiente? ¿Cuál es su función dentro de la CEA?
2. ¿De qué fuentes se abastece este distrito?  
¿Qué tratamiento se le da para potabilizarla? ¿Qué calidad posee? ¿Cuántos pozos están en funcionamiento?
3. ¿Cómo se distribuye el agua en este distrito?  
¿Cómo funciona el sistema de distribución? ¿A qué tanques llega? ¿Hacia dónde se dirige?
4. ¿Cuáles son los mayores desafíos o inconvenientes del sistema de distribución de la ciudad respecto a infraestructura y costos?  
¿Traer el agua desde Hidalgo es costoso? ¿Qué es más viable: reparar fugas o actualizar la infraestructura?  
¿Cuánto cuesta el mantenimiento de la infraestructura? ¿Cuánta agua se desperdicia por fugas?
5. ¿Qué requisitos se necesitan para que una persona pueda tener el servicio en su casa?  
¿Qué pasa con las colonias irregulares? ¿Es costoso otorgar el servicio en zonas de la periferia? ¿Cuál es la situación del servicio en la zona del anillo vial Fray Junípero? TABLA
6. ¿A qué desafíos se enfrenta la CEA ante el crecimiento de Querétaro?  
¿Existe regulación sobre la creación de zonas habitacionales con respecto a la dotación del agua? ¿Considera que las fuentes de agua son suficientes para la ciudad? ¿Qué estrategias se planean implementar? El vocal comunicó que el Acueducto II ya no es suficiente, ¿usted qué opina?
7. Actualmente la CEA tiene un programa de captura de agua de lluvia en escuelas, ¿se tiene pensado aprovechar el agua a mayor escala o como una fuente alternativa de abastecimiento? ¿Qué tan viable es respecto a la infraestructura y la inversión?