



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO DE SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMATICA  
DESARROLLO RURAL**

## **LA GESTIÓN DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO DE LAS AVENIDAS. ADMINISTRACIÓN DE LAS AGUAS NEGRAS EN EL REGADÍO PERIURBANO DEL VALLE DE PACHUCA, HIDALGO**

**NOÉ TÉLLEZ PELCASTRE**

**T E S I S**  
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO**

2019

**CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALIAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACION**

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe Noé Téllez Pelcastre, Alumno (a) de esta Institución, estoy de acuerdo en ser participe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor Dr. José Luis Fimentel Equihua, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis La gestión del agua en la cuenca del río de las Avenidas.

Administración de las aguas negras en el regadío periurbano del valle de Tachón, Hidalgo.

y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de México, a 19 de Noviembre de 2019



Firma del  
Alumno (a)



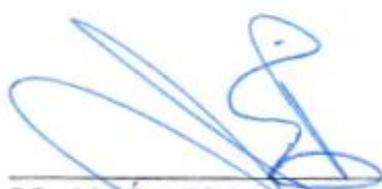
Vo. Bo. del Consejero o Director de Tesis

La presente tesis titulada "La gestión del agua en la cuenca del río de las Avenidas. Administración de las aguas negras en el regadío periurbano de Pachuca, Hidalgo" realizada por el alumno Noé Téllez Pelcastre bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS  
PROGRAMA EN ESTUDIOS DEL DESARROLLO RURAL

CONSEJO PARTICULAR

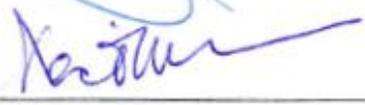
CONSEJERO



---

DR. JOSÉ LUIS PIMENTEL EQUIHUA

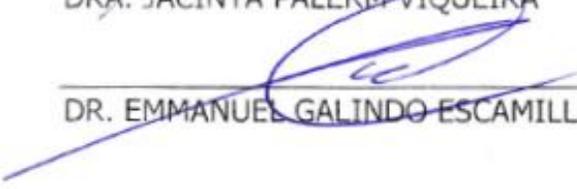
ASESORA



---

DRA. JACINTA PALERM VIQUEIRA

ASESOR



---

DR. EMMANUEL GALINDO ESCAMILLA

Montecillo, Texcoco, Estado de México, noviembre de 2019

# LA GESTIÓN DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO DE LAS AVENIDAS. ADMINISTRACIÓN DE LAS AGUAS NEGRAS EN EL REGADÍO PERIURBANO DEL VALLE DE PACHUCA, HIDALGO

Noé Téllez Pelcastre, M.C.  
Colegio de Postgraduados, 2019

## RESUMEN

El trabajo estudia la gestión social del agua en la Cuenca del río de las Avenidas de Pachuca. Desde una perspectiva social en el marco de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), se describen y analizan las interacciones, coordinaciones y descoordinaciones que suceden entre los actores que intervienen el cauce; y cómo es que dan solución al control de avenidas y aguas de desalojo. Se enfatiza en el rol que juegan los usuarios regantes de aguas negras desechadas por la ciudad. La Zona Metropolitana de la ciudad de Pachuca crece hacia la parte sur y su expansión urbana actualmente crea conflictos relacionados con una problemática histórica de inundaciones. Se analiza el papel que juegan las comunidades establecidas al margen del río de las Avenidas en la parte sur de la ciudad y ocupación de las aguas negras que desaloja la ciudad. La investigación considera identificar diferentes tipos de actores relacionados con la gestión, como los pueblos en la parte alta de la cuenca, la ciudad y los pueblos con riego en la periferia. La Zona Metropolitana de Pachuca actualmente con su crecimiento hacia la parte sur ha puesto en juego la permanencia de los espacios donde se practica el regadío. Se realizaron recorridos de campo, entrevistas con las personas que están involucradas en la gestión del tramo de río que corresponde a la ciudad de Pachuca y sus alrededores, entrevistas con autoridades del riego y consulta de fondos documentales. Los resultados indican que no hay una gestión coordinada entre las personas que manejan las presas en la parte alta y los grupos de regantes de la zona baja de la cuenca, aunque existen acciones coordinadas para controlar las inundaciones al interior de la ciudad que minimizan el impacto; así mismo en la periferia los agricultores se organizan para repartir el agua, así abastecen sus sistemas de riego por canales con el agua que reciben de la ciudad. Las conclusiones del estudio llevan a centralizar el uso y control del agua por los organismos operadores; y a una apropiación del recurso por los regantes a través de infraestructuras de control del agua y técnicas de aprovechamiento del recurso.

**Palabras clave:** Gestión del agua, Regadío periurbano, Apropiación de aguas negras, Hidrología social, Organización social en el pequeño riego.

# **WATER MANAGEMENT IN THE AVENIDAS RIVER BASIN. ADMINISTRATION OF SEWAGE IN THE PERI-URBAN IRRIGATION OF THE PACHUCA VALLEY, HIDALGO**

Noé Téllez Pelcastre, M.C.  
Colegio de Postgraduados, 2019

## **ABSTRACT**

The paper studies the social management of water in the Pachuca Avenues River Basin. From a social perspective within the framework of Integrated Water Resources Management (IWRM), the interactions, coordination and uncoordination that occur between the actors involved in the channel are described and analyzed; and how they give solution to the control of avenues and eviction waters. Emphasis is placed on the role played by the irrigating users of sewage discarded by the city. The Metropolitan Zone of the city of Pachuca grows towards the southern part and its urban expansion currently creates conflicts related to a historical flood problem. The role played by communities established outside the Avenues River in the southern part of the city and sewage occupation that evicts the city is analyzed. The investigation considers identifying different types of actors related to management, such as the towns in the upper part of the basin, the city and the towns with irrigation in the periphery. The Metropolitan Zone of Pachuca currently with its growth towards the southern part has put into play the permanence of the spaces where irrigation is practiced. In recorded field interviews, interviews with people who are involved in the management of river traffic that corresponds to the city of Pachuca and its surroundings, interviews with irrigation authorities and consultation of documentary funds. The results indicate that there is no coordinated management between the people who manage the dams in the upper part and the groups of irrigators in the lower part of the basin, although there are coordinated actions to control the floods inside the city that minimize the impact ; likewise in the periphery the farmers organize themselves to distribute the water, thus they supply their irrigation systems by canals with the water they receive from the city. The conclusions of the study lead to centralize the use and control of water by the operating agencies; and an appropriation of the resource by the irrigators through water control infrastructures and resource exploitation techniques.

**Key words:** Water management, Peri-urban irrigation, Sewage appropriation, Social hydrology, Social organization in small irrigation.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mi padre y madre; Noé Téllez Ballesteros y Teresa Pelcastre Razo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco al Colegio de Postgraduados por darme la oportunidad de realizar mis estudios de maestría en ciencias.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo financiero durante mi proceso de estudios en el Colegio de Postgraduados, apoyo que sirvió desde el comienzo hasta el final de mis estudios.

Agradezco al Dr. José Luis Pimentel Equihua por su asesoría en mi tema de investigación, a la Dra. Jacinta Palerm Viqueira por las recomendaciones hechas para mejorar mi tema de investigación, al Dr. Emmanuel Galindo Escamilla por las sugerencias hechas al proyecto y a la Dra. Mercedes Aurelia Jiménez Velázquez por las observaciones hechas a mi trabajo de investigación.

Agradezco a los agricultores de las comunidades La Noria, El Venado, San José Palma gorda, La Higa y Jaguey de Téllez por haberme atendido amablemente y respondido a mis inquietudes durante la realización de mi investigación.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS .....	vii
LISTA DE TABLAS .....	x
LISTA DE FIGURAS .....	xi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Justificación.....	5
1.2. Planteamiento del estudio .....	6
1.3. Objetivos de la investigación .....	9
1.4. Hipótesis .....	10
1.5. Metodología .....	11
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Recursos de uso común .....	15
2.2. Enfoques de la gestión de cuencas .....	17
2.3. Papel del Estado en los sistemas de riego .....	28
2.4. Teoría de la acción colectiva en el análisis de pequeños sistemas de riego .....	36
2.5. Abasto de agua para la ciudad y desalojo de aguas negras.....	37
2.6. Legislación del agua en México en el siglo XX .....	39
CAPÍTULO III. ÁREA DE ESTUDIO.....	43
3.1. Ubicación .....	43
3.1. La Zona Metropolitana de la ciudad de Pachuca .....	44
3.2. Antecedentes de la organización social para el regadío en Pachuca .....	45
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA CUENCA Y DE LAS INSTITUCIONES AL MARGEN DE RÍO DE LAS AVENIDAS .....	53

4.1. Situación actual.....	54
4.2. Caracterización físico social de la cuenca del río de las Avenidas y contexto a nivel nacional .....	55
4.3. Descripción de la cuenca del río de las Avenidas .....	57
4.4. Principales usuarios del agua potable en la ciudad .....	67
4.5. Desalojo de aguas negras a través del río de las Avenidas.....	70
4.6. Crecimiento de la zona metropolitana de la ciudad de Pachuca .....	73
4.7. Las instituciones en el control de inundaciones y crecidas del río .....	76
<b>CAPÍTULO V. AGRICULTURA DE RIEGO PERIURBANO EN PACHUCA.....</b>	<b>81</b>
5.1. Agricultura de riego periurbano .....	81
5.2. Organización social autogestiva.....	83
5.3. Infraestructura hidráulica de los sistemas de riego .....	86
5.4. Organización interna de los regantes.....	96
5.5. Control del agua en épocas de crecidas .....	100
5.6. La problemática actual de los sistemas de riego colindantes a la ciudad. La Noria y San José Palma Gorda.....	102
<b>CAPÍTULO VI. ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS .....</b>	<b>104</b>
6.1. Principales hechos del proceso autogestivo de las organizaciones de regantes en Pachuca .....	104
6.2. La cuenca del río de las Avenidas como sistema complejo .....	106
6.3. Conclusiones.....	108
6.4. Recomendaciones .....	112
<b>CAPÍTULO VII. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>116</b>
<b>ANEXOS (FOTOS) .....</b>	<b>122</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.- Principales usuarios del agua en Pachuca. ....	67
Tabla 2.- Principales empresas en Pachuca que se abastecen de agua que es extraída de pozos del acuífero Cuautitlán- Pachuca. ....	70
Tabla 3.- Empresas o Instituciones que tienen registrado su volumen de descarga de agua al río de las Avenidas. ....	71
Tabla 4.- Cuadro de actores y funciones específicas. ....	79
Tabla 5.- Cuadro de comunidades con riego en Pachuca. ....	82
Tabla 6.- Fuentes de abastecimiento de agua de los sistemas de riego de la región de Pachuca establecidos al margen del cauce del río de las Avenidas. ....	87
Tabla 7.- Calendario de riegos de los meses mayo y junio, 2019. ....	96
Tabla 8.- Nombres de las organizaciones de regantes. ....	98

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Áreas de agricultura de riego al sur de la ciudad de Pachuca.....	43
Figura 2.- Antiguo orden de las tomas para aprovechamiento del cauce del río de las Avenidas durante el siglo XX.....	47
Figura 3.- Área donde se regaba en El Saucillo.....	48
Figura 4.- Croquis zonas de riego con aguas negras, parte alta y media de la cuenca.....	55
Figura 5.- Río de las Avenidas por el valle de Pachuca-Tizayuca. Desde San Miguel Cerezo hasta la Laguna de Zumpango.....	60
Figura 6.- Principales usuarios e instituciones que se ubicaron al margen del cauce con uso o desalojo de agua.....	61
Figura 7.- Estructuras de control en la parte alta de la cuenca del río de las Avenidas. ....	64
Figura 8.- Parques industriales. ....	72
Figura 9.- Principales tomas de abastecimiento de agua de los sistemas de riego en orden de arriba hacia abajo del cauce. ....	90
Figura 10.- Sistemas de riego con aguas negras.....	92

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

La investigación sobre la gestión del agua en una cuenca es de gran interés ya que nos permite comprender la complejidad del tipo de acciones de coordinación o descoordinación que llevan a cabo los diferentes actores involucrados en la gestión del agua en una región. En la actualidad se ha desarrollado un creciente interés por comprender los elementos que involucran una buena gestión del agua en una cuenca, las acciones llevadas a cabo a lo largo de un tramo de río como lo pueden ser el uso, desalojo y control del recurso pueden documentarse desde la relación que hay entre campo y ciudad.

La ciudad de Pachuca tiene una relación muy estrecha con el agua, la historia de la ciudad gira en torno a que se inundaba frecuentemente en tiempos de lluvias. Con el paso del tiempo se hicieron diversas obras que controlaran las inundaciones. La ciudad, hacia el norte se caracteriza por grandes montañas con vertientes inclinadas de donde bajan en tiempos de lluvias aguas torrenciales que desembocan en el río de las Avenidas. Actualmente no está claro que determina la forma en la que la ciudad se encuentra planificada, los cambios que ha tenido la ciudad en la última década relacionan al cauce del río de las Avenidas con una forma de crecimiento que no obedece al orden natural de la cuenca, sino a la forma en la que se encuentra planificada la ciudad.

En la presente investigación se retoma el enfoque de cuenca en una visión de abajo hacia arriba para ubicar de manera física cuales son las personas que juegan un papel clave en el control de las inundaciones y el manejo de las aguas superficiales que siguen el cauce del río. Se considera el desalojo de aguas negras de la ciudad de Pachuca, ya que es el recurso que permitió que aparecieran nuevos regadíos en la parte baja de la cuenca del río.

El agua de crecimiento del río de las Avenidas aparentemente no se utilizó para riego en zonas limítrofes a la ciudad, parece ser que hasta el momento en que se incrementaron el número de descargas de aguas negras al cauce del río fue que empezaron nuevos regadíos en áreas establecidas en los límites de la ciudad.

En un estudio llamado *Pequeño regadío con aguas no residuales. El caso de la presa El girón en San Juan Tizahuapan*, se ubicó que la agricultura de riego se encuentra en áreas pertenecientes al municipio de Mineral de la Reforma, actualmente se considera a esta zona como una extensión de la ciudad por la expansión urbana de la última década. El nombre de las comunidades donde se practica la agricultura de riego aguas abajo de la cuenca y al sur de la ciudad de Pachuca son; La Noria, El Venado, San José Palma Gorda, La Higa y el Jagüey de Téllez. Además de esto se encontraba presente un único caso de regadío periurbano con aguas no residuales que resultó ser el caso de los regantes de la presa El Girón en San Juan Tizahuapan, Epazoyucan, otra pequeña área no muy lejos de la ciudad de Pachuca que en su caso muy particular demostró ser diferente al no ser un sistema que ocupara aguas de desalojo de la ciudad para regar, tampoco se organizaban junto con los usuarios de los sistemas de riego con aguas negras (Téllez Pelcastre, 2015).

Los actuales regantes establecidos al margen del río de las Avenidas han tenido una ocupación histórica de las aguas al menos desde 1947 para el caso de la comunidad de El Venado. El Saucillo fue uno de los sistemas que actualmente ya no se encuentran pero que hacia el año de 1954 también tuvo una ocupación de las aguas, posteriormente San José Palma Gorda y La Higa en 1959. La Noria hasta el año de 1988 fue otro de los sistemas de riego que se crearon en la región (AHA, 1947, Fondo documental: Aguas nacionales, Caja: 1534, Expediente: 21112, Legajo: 1, Foja: 2 ; AHA, 1954, Fondo documental: Aguas nacionales , Caja: 893, Expediente: 11251, Fojas 1 ; AHA , 1988, Fondo documental: Aguas nacionales , Caja: 2884, Expediente: 41782 , Fojas 17).

La problemática actual del encauzamiento del río involucra a la agricultura de riego periurbana en el sentido de que los tramos de recubrimiento de la infraestructura hidráulica del cauce del río de las Avenidas condicionan la permanencia de las bocatomas establecidas al margen las cuales funcionan como puntos de control de agua para los propios regantes. El cauce del río las Avenidas ha sido intervenido con soluciones técnicas en varios momentos, este pertenece a la cuenca hidrológica número 26 del río Pánuco, es una subcuenca cuyo orden actualmente obedece a la lógica en la que se ha planificado la ciudad desde mediados de los años 70<sup>s</sup> del siglo XX. A través de este cauce es que

históricamente se ha dado desalojo a las aguas negras de la ciudad, además de ser un factor importante en el control de crecidas del río. La infraestructura de este cauce ha sido intervenida en varios momentos y aun en la actualidad siguen las obras de recubrimiento de tramos de este principal cauce que parte en dos hemisferios a la ciudad.

En el año de 1956 el proyecto de ciudad que se tenía era el de urbanizar ambos márgenes del sureste de la ciudad, se empezó con la modificación del cauce, el cual fue considerado como de jurisdicción federal, actualmente las obras de infraestructura hidráulica de recubrimiento del cauce se ubica aguas abajo cerca de un conocido boulevard de nombre “Las Torres” el cual colinda ya con el conjunto de sistemas de riego ubicados en la periferia que es eje clave de este estudio (AHA, 1956, Fondo documental: Aguas nacionales, Caja: 2429, Expediente: 33793, Fojas: 2).

La modificación del cauce del río ha significado el injerto de parques industriales que se establecieron algunos básicamente sobre los cascos de las antiguas haciendas de Chavarría y de La Cadena. En tiempos de Russell de La Lama un presidente municipal de Mineral de la Reforma fue que sería orientado el cauce hacia el sureste (Vargas González, 2011).

Ya para el año 2011 la obra magna por parte del gobernador de Pachuca Miguel Osorio Chong fue la de recubrimiento del río de las Avenidas en un tramo considerable que abarcaba desde la ciudad hasta los parques industriales, el proyecto de modificación del cauce siempre siguió orientado a una supuesta mejor viabilidad de la ciudad, en el cual se gastaron de acuerdo a un dato consultado 110 millones de pesos en el último tramo de Norte a Sur (Martínez, 2017).

La discusión que tienen estos datos históricos acerca de la modificación del cauce es hasta donde impactan este tipo de obras como verdaderas soluciones para el control de las inundaciones en la ciudad, debido a que la modificación del cauce también modifica las relaciones sociales entre los actores involucrados en la gestión del agua, se tiene la

hipótesis de que las modificaciones al río condicionan la gestión también de los sistemas de riego pegados a la ciudad.

La ciudad actualmente está compuesta por un centro histórico que tiene a sus lados los clásicos barrios pachuqueños establecidos en las partes altas de la serranía, colonias y unidades habitacionales también integran parte de su traza urbana, la ciudad cuenta al menos con 3 centros comerciales, nuevos fraccionamientos y unidades habitacionales en la periferia. Empresas prestadoras de servicios, 3 parques industriales que son; Parque Industrial Metropolitano, Parque Industrial La Paz y Parque Industrial Canacintra.

Las principales barrancas que dan origen al río de las Avenidas; son la barranca del Tulipán, Texinca y Rosario. El río de las Avenidas históricamente siempre ha pasado en su trayecto por el territorio por en medio de la ciudad y posteriormente ya en el área metropolitana lleva una trayectoria de Norte a Sur, pasando por zonas residenciales hasta llegar al área periurbana donde prácticamente a sus márgenes también se pueden encontrar las diferentes empresas que conforman a los parques industriales. A la altura del Boulevard las Torres, las bocatomas de la agricultura de riego son parte del paisaje de comunidades como en el caso de La Noria y La Higa donde se pueden encontrar acequias o canales de riego que llevan el agua hasta las áreas donde se cultiva.

La cuenca del río las Avenidas, es una subcuenca de tipo endorreica, conformada por tres barrancas. En el centro histórico de la ciudad se ubica por encima del viaducto Nuevo Hidalgo posterior a ello atraviesa la ciudad a través del boulevard Río de las Avenidas, cuando se llega a la intersección de el Boulevard las Torres el río ya no lleva recubrimiento. Cuenta con poca vegetación a sus alrededores, sobre una parte del río se encuentra una ciclopista y un pequeño parque.

Cabe mencionar que el agua de la ciudad de Pachuca proviene de las presas El Jaramillo y El Cerezo, otra parte del abasto de agua para la ciudad de Pachuca proviene del acuífero Cuautitlán – Pachuca. Existen una serie de pozos en la periferia de la ciudad que se relacionan con el abasto de agua que se le da a la ciudad y a los demás municipios de la

zona metropolitana, y existe una concentración de pozos que son parte del acuífero Cuautitlán - Pachuca justamente en el área donde se practica la agricultura de riego periurbana (INEGI, 2016).

El acuífero Cuautitlán – Pachuca abastece la demanda de agua de la ciudad de Pachuca y también a la parte norte de la Ciudad de México, de acuerdo con la literatura este tiene un problema de sobreexplotación actualmente (Galindo Castillo, 2011, p. 10) .

Los antecedentes históricos de la ocupación del agua para riego en la parte baja de la cuenca del río de las Avenidas son fundamentales para comprender como surgió la capacidad organizativa de los regantes en el manejo de las aguas de la ciudad. Algunos de estos antecedentes históricos hablan acerca del abandono de algunas áreas de riego o en otro de los casos el fenómeno de desplazamiento de algunas áreas de riego, y la aparición de nuevos regadíos establecidos sobre el margen del río de las Avenidas. Se identifica la infraestructura hidráulica del riego en la región de Pachuca y se definen sus límites. También se definen las principales fuentes de abastecimiento de agua de los sistemas de riego, se abordan características de los sistemas de riego y de cómo se coordinan entre sí para el tandeo del agua, las cuotas de servicio y las problemáticas entorno al control de crecidas del río.

### **1.1. Justificación**

El recurso del agua para el caso del presente estudio se vuelve interesante analizarlo de tal manera que se obtiene información acerca de las medidas que se toman para controlar el agua, las estrategias que se toman frente a los tiempos de escasez del agua, por otra parte, las estrategias que se toman para el control de las avenidas y los diferentes mecanismos de control y aprovechamiento del recurso a los largo del tramo de río que está comprendido en la subcuenca del río de las Avenidas perteneciente a la región hidrológica del río Pánuco.

La cuenca del río de las Avenidas se tiene que estudiar ya que es un referente más en el país del problema que están teniendo las zonas metropolitanas cercanas a la Ciudad de

México, las ciudades se construyen de manera hídrica y demandan agua para sus habitantes, por tanto, tienen un desajuste de agua considerable que va hacia la agricultura que se encuentra fuera de las ciudades. En el medio rural, vale la pena analizar qué pasa con la gestión del agua en la cuenca del río de las Avenidas de la ciudad de Pachuca ya que varios organismos se encuentran vinculados, pero por otra parte en algunas partes se detecta una falta de integración.

La agricultura de riego en algunas partes de la ciudad desapareció, en otros casos se desplazó hacia otros lugares, parte de la investigación es documentar como es que se originaron los actuales sistemas de riego y cuáles fueron las condiciones para su uso y manejo.

## **1.2. Planteamiento del estudio**

Se considera como interrogante de investigación cuál es la dinámica de gestión entre actores sociales de las avenidas o crecidas del río (aguas pluviales torrenciales) en la cuenca del río de las Avenidas de Pachuca, y analizar si esa gestión, es adecuada o no, en el marco de la propuesta de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH).

Un fenómeno preocupante y central es el crecimiento de la ciudad, el cual provoca cambios en el uso y ocupación del suelo que pasa a ser de rural a urbano. Se considera el desajuste de aguas negras de la ciudad de Pachuca como parte del problema de investigación por las implicaciones que tiene el manejo del agua en la agricultura periurbana de esta región.

Desde el desarrollo rural se plantea el estudio de los espacios de regadío que se crearon con el uso de aguas negras y que persisten a las afueras de la ciudad, aunque han ido en disminución por el crecimiento urbano sobre las zonas de riego, mismo fenómeno tiene la importancia de examinarse con un enfoque social de porqué se hace visible la práctica a través de dos recursos como la tierra y el agua.

En esta investigación se analiza cuáles son los diferentes factores que impactan en el uso y desalojo de agua en la ciudad de Pachuca identificando varios tipos de actores involucrados como lo son las empresas prestadoras de servicios, empresas embotelladoras, rastros municipales, Comisión de Agua y Alcantarillado de Sistemas Intermunicipales, Comisión Nacional del Agua, Secretaría de Obras Públicas y Ordenamiento Territorial, parques industriales y unidades habitacionales o fraccionamientos de reciente construcción. Se identifica qué pasa con la administración de las presas ubicadas aguas arriba de la cuenca y su relación con el abasto de agua de la ciudad y el cauce del río.

Se desarrollan casos de estudio en localidades ya previamente identificadas en el contexto del regadío periurbano, localidades que en buena medida su localización está al margen del río de las Avenidas, las cuales son las siguientes: La Noria, San José Palma gorda, El Venado, La Higa y El ejido de Téllez.

La cuenca del río de las Avenidas tiene características físico-geográficas que nos permiten ubicar comunidades en las partes altas que tienen relación con las presas que abastecen de agua a la ciudad de Pachuca. En la parte de la zona metropolitana, se encuentran empresas que demandan servicios y en la periferia comunidades de regantes que han logrado la apropiación de las aguas negras para el regadío por poco más de 50 años, aspectos sociales y económicos involucran a diferentes actores contenidos en una región. Sobre el tramo de cuenca que comprende al río de las Avenidas se encuentran también lo que son tres parques industriales periféricos a la ciudad; parque Industrial Canacintra, Parque Industrial La Paz y Parque Industrial Metropolitano.

Las preguntas que se plantean contestar en la presente investigación están relacionadas con definir el espacio o la unidad de análisis: ¿Quiénes son los principales actores sociales en el uso y manejo del agua?, documentar si se encuentran organizados, ¿A qué propósito responden sus organizaciones?, ¿Cuáles son sus formas de interacción?, ¿El tipo de conflicto que existe entre actores?, ¿Cuáles son las negociaciones que se establecen?, ¿Qué alternativas de tipo organizativo se pueden y deben impulsar para ayudar a mejorar la gestión integrada de estos espacios? La respuesta a estas preguntas se hizo a través del

trabajo de campo, entrevistas estructuradas con actores clave y consulta de notas periodísticas acerca de las situaciones de manejo del agua.

La presente investigación considera el estudio de las organizaciones de regantes como pieza fundamental para examinar la problemática actual del agua en la región de Pachuca. El recurso siendo administrado por las organizaciones sugiere documentar con qué tipo de reglas y de mecanismos de control de agua, se han institucionalizado al paso del de tiempo.

Se necesitan acuerdos entre otros actos involucrados para mejorar la administración del recurso.

- a) Hay organización de agricultura de riego en la parte baja de la subcuenca que es de importancia en el control de avenidas.
- b) Las actuales obras de encauzamiento del río de las Avenidas a la par de lo que es el fenómeno de expansión de la zona metropolitana condiciona los espacios de irrigación.
- c) Hacen falta mecanismos que faciliten la gestión del agua en la región de Pachuca.
- d) La conservación de los sistemas de riego es útil.
- e) Los sistemas de riego donde se practica la agricultura periurbana tienen derechos de agua.

En la investigación se observa la cuenca como unidad de gestión de recursos con relaciones sociales que son complejas ya que intervienen diferentes actores y diferentes instituciones. La ciudad de Pachuca con su crecimiento ha incorporado nuevos usuarios del agua; además los usuarios antiguos, ha habido cambios y continuidades en la administración de las aguas. Los usuarios del agua relacionados con usos agrícolas han resistido el impacto del crecimiento urbano moviendo áreas de riego hacia otra parte de la ciudad, han sido desplazados y es un fenómeno interesante de analizar.

La agricultura de riego se considera como una extensión de la ciudad de Pachuca, está ha sido desplazada a áreas más cercanas al cauce del río de las Avenidas, sin embargo, existe el antecedente de que la agricultura de riego se practicó también al suroeste de la ciudad

cuando todavía no se iniciaba un proceso de crecimiento del área metropolitana, los ejidatarios de Venta Prieta fueron rápidamente alcanzados por la ciudad. En la actualidad, no persiste nada de la agricultura de riego en esa parte suroeste de la ciudad la cual se convirtió en centros comerciales y líneas de transporte. Al respecto de este fenómeno de crecimiento algunos espacios de riego fueron movidos a otra parte de la ciudad como fue el caso del rancho El Popolito el cual se establece al margen de cauce del río de las Avenidas de lado izquierdo y es uno de los primeros en el tandeo del agua que se ocupa para regar.

Debido a que algunas de las áreas de riego no perduraron en el tiempo, en este estudio se argumenta como la conservación de las áreas de riego es importante, la ciudad ha creado estas áreas de riego, pero no las ha conservado, por el contrario, las ha desplazado hacia sus límites al sur de la ciudad.

La disminución y desaparición de las áreas de agricultura de riego cobra importancia para el actual estudio ya que sistemas de riego colindantes con la ciudad colapsaron en vistas del fenómeno de crecimiento urbano del área metropolitana de la ciudad de Pachuca.

El estudio del regadío periurbano es importante porque con ello se contribuye a conocer más acerca de las dinámicas sociales de la agricultura de riego que colindan con la ciudad.

La delimitación de la investigación gira en torno a abordar que fenómenos intervienen en el uso y desalojo de las aguas en el tramo que corresponde al río de las Avenidas.

Para obtener dicho alcance la propuesta es considerar tanto la parte donde se ubican presas de control de las avenidas, la ciudad, su uso y desalojo de aguas y los sistemas de riego en localidades al sur de la ciudad de Pachuca donde actualmente se encuentra la conurbación del área metropolitana.

### **1.3. Objetivos de la investigación**

Analizar la dinámica de gestión del río de las Avenidas, así como explicar las instituciones y organizaciones que se relacionan con el desalojo y el aprovechamiento del agua de la cuenca del río de las Avenidas.

- **Objetivos específicos**

a) Identificar la infraestructura hidráulica para control de las aguas broncas en la parte alta, el sistema de drenaje de la ciudad y la infraestructura que permite el pequeño riego en la periferia de la zona metropolitana, se considera dentro de este estudio que el riego es poco comparado con el desalojo de aguas de la ciudad.

b) Identificar negociaciones entre los usuarios del agua y sus aspectos organizativos.

c) Identificar como es que se ingresa agua para la ciudad de Pachuca.

d) Analizar el proceso de ocupación de las aguas negras de la ciudad en el sentido en el que estos paisajes son creados por la misma ciudad y luego la ciudad misma tiende a desaparecer estas áreas con el crecimiento y concentración desmedida de su población en núcleos urbanos y número de casas construidas en la periferia.

e) Contextualizar el gobierno y la administración autogestiva en el uso de las aguas negras.

e) Documentar el cambio, uso y ocupación del suelo a través de la memoria colectiva de los locales.

f) Identificar las diferentes descargas de agua que se le hacen al río de las Avenidas, así como también puntos de control del agua en el tramo de río.

#### **1.4. Hipótesis**

Las áreas de conurbación de la mancha urbana amenazan áreas de riego que se encuentran en la periferia, en el proceso el suelo urbano gana espacio con la construcción de nuevas zonas habitacionales urbanas. El estudio de la agricultura periurbana supone que dicho crecimiento amenaza con desaparecer no solo el área sino la práctica de los agricultores en un proceso de larga duración, sin embargo, en contraposición a ello los grupos de regantes se mantienen y se renuevan si el tipo de agricultura practicada es fuerte. La hipótesis es que contrario a los postulados de la GIRH, la ciudad y los actores sociales si

bien contribuyen a crear estas áreas de regadío, pero no aportan a lo conservación de dichas áreas y sus sistemas de riego, aun cuando las áreas de riego además han resuelto en parte el problema de desalojo y reutilización de aguas negras, ocupando este recurso cerca de los límites de la ciudad.

## **1.5. Metodología**

La metodología que se utilizó incluye herramientas de análisis cualitativas. Los instrumentos fueron el diseño de una entrevista no estructurada con preguntas abiertas para la recolección de datos cualitativos y la entrevista autobiográfica. Se retoman técnicas de la Antropología social: el diario de campo, anotaciones, elaboración de fichas bibliográficas, trabajo de gabinete, rapport y transectos de ubicación de infraestructura hidráulica (Hernández Sampieri, 1994).

En la identificación de los principales actores sociales e instituciones relacionadas con la gestión del agua se utilizó información documental, recorridos de campo, entrevistas con representantes de los sistemas de pequeño riego, organizaciones formales y usuarios del agua.

Las herramientas de análisis es el uso software Quantum Gis versión 3.8 para la generación de mapas a través de las herramientas del Sistemas de Información Geográfica y bases de datos descargadas en la red. Como complemento está el uso de fotografía y cuadros de información estadística.

La metodología empleada pretende rastrear cuales son las características de la región de Pachuca a partir de conocer cuánto abarca la ciudad y la agricultura de riego en el área geográfica de estudio, es interesante examinar donde desemboca el cauce del río y cuáles eran las características del cauce en el pasado. Se necesita documentar porqué, cuándo y cómo fue la manera en que la rectificación del cauce modifico la estructura de la ciudad, actualmente el río de las Avenidas no obedece a la lógica de la cuenca hidrológica sino a la manera en que la ciudad de Pachuca se encuentra planificada y a las condiciones de su

traza urbana. Se necesita documentar acerca del origen de los drenajes municipales que tributan sus aguas al cauce y cuál es el papel que juegan las autoridades de los municipios en situaciones de control de riesgos. También, identificar cuáles son las presas aguas arriba que controlan actualmente las fuertes avenidas, su origen y quienes las manejan.

En la parte baja se necesita documentar cuál es el origen de la instalación de los riegos en el área previamente identificada y distinguir aquellos casos en donde el abandono de los sistemas se hizo presente. Es importante para documentar cuáles son los hechos que han impactado aguas abajo.

Se considera dentro de la metodología el rastrear a través de recorridos de campo y consulta de documentos históricos cuando es que han iniciado los asentamientos a desalojar aguas al río y quienes son los que toman las decisiones sobre el manejo del agua. Se busca conocer todo el cauce de los canales que tributan aguas y rastrear el número de descargas, para saber qué es lo que entra al río de las Avenidas.

Desde un enfoque antropológico se hizo una descripción etnográfica del aquí y el ahora, para ello se analizará el espacio a través de mapas y se preguntara a las diferentes instancias como es que intervienen con tareas en el caso de las inundaciones, situaciones de riesgo y manejo del cauce (Hammersley, 1994).

En la gestión del agua en la cuenca del río de las Avenidas intervienen los siguientes actores: a) Encargados de presas en la parte alta de la cuenca, b) Pequeños sistemas de riego aguas abajo de la cuenca del río de las Avenidas, c) Ayuntamientos municipales, d) Empresas de servicios e) Actores sociales que desalojan aguas negras, f) Encargados del abasto de agua para la ciudad.

Los actores involucrados tienen cada uno sus mecanismos propios de organización. Su identificación se ha hecho a través de recorridos de campo y transectos que se han realizado en la cuenca del río de las Avenidas tomando un enfoque de arriba hacia abajo de la cuenca. Para la identificación de las formas en que los actores sociales y las diferentes

instituciones involucradas participan se utilizó información documental, recorridos de campo, entrevistas a profundidad con autoridades clave, organismos formales y usuarios del agua.

En cuanto a la gestión integrada del agua y ordenamiento territorial de la cuenca del río de las Avenidas se definirá cuáles son las relaciones sociales que se dan en la cuenca, además de definir el concepto de cuenca y de área metropolitana, se definirá cuál es el actual modelo de gestión del agua de la cuenca y se identificará el ordenamiento territorial del área de estudio.

El papel del Estado y la acción colectiva en los pequeños sistemas de riego en la periferia de la ciudad, se definirá a partir de otros estudios de caso cuál es el papel que juega el estado en los sistemas de riego , y a diferencia del Estado como son las formas de actuación de los grupos de regantes cuando se encuentran con una organización constituida donde intervienen relaciones sociales y acuerdos locales al respecto del manejo del agua, el espíritu de acción colectiva de los regantes como toma importancia en las tareas siempre presentes que tienen que atender para el mantenimiento de sus sistemas. También, se revisará que pasa con el pequeño riego para el caso de México.

En la caracterización física social de la cuenca del río de las Avenidas se describe el contexto de la cuenca a nivel nacional , y la del río de las Avenidas, las presas aguas arriba, los principales usuarios de agua potable de la ciudad, el desalojo de aguas negras a través del río de las Avenidas, el crecimiento de la Zona Metropolitana de la ciudad de Pachuca, la expansión de la Zona Metropolitana de la ciudad de Pachuca en el medio rural y se discute acerca de los principales pozos que suministran agua a las principales unidades habitacionales de la ciudad. Además, se documenta y analiza cuál es el papel de las instituciones en el control de inundaciones y crecidas. Por último, se hace una caracterización de la agricultura de riego periurbana en Pachuca.

En cuanto a la capacidad organizativa de los sistemas de riego de la periferia de la Zona Metropolitana de la ciudad de Pachuca, se abordan los antecedentes referentes al respecto de las organizaciones de regantes en Pachuca, las características de su infraestructura

hidráulica , cuáles son sus fuentes de abastecimiento de agua, como se da el comportamiento de los sistemas de riego, cómo son las cuotas de pago por el servicio del agua, cuáles son las características internas de los regantes , cómo se da el control del agua en épocas de avenidas y que hacen si hay escasez del recurso. Se analiza la actual problemática que sufren los sistemas de riego más continuos al área metropolitana que están siendo afectados por diversos factores, especialmente el caso de La Noria y San José Palma Gorda. También se analizan los diferentes niveles organizativos de la agricultura de riego en Pachuca.

En la discusión general del tema los puntos a debatir son la validez de la metodología de investigación empleada, la teoría de acción colectiva en la organización social de los actores, los principales hechos del proceso autogestivo de las organizaciones de regantes en Pachuca, se discutirá más acerca de la cuenca del río las Avenidas como un sistema complejo y las tendencias actuales que se tienen en el uso del agua en la cuenca.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

En este apartado se hace una revisión de categorías que ayudan al entendimiento del ordenamiento territorial en una cuenca como espacio geográfico. Se define el concepto de cuenca, gestión del agua, zona metropolitana y ordenamiento territorial. Se discute acerca de las relaciones sociales que se gestan en este espacio, también se habla acerca de la crisis de la gobernabilidad y los problemas institucionales que surgen en torno al territorio y al manejo de recursos.

En una región es importante comprender cómo se da el manejo de los recursos naturales, sobre todo en un panorama actual en el que existen ejemplos que conducen a observar y analizar cómo es que recursos naturales han sido deteriorados y explotados debido a la presencia del hombre en el territorio. La contaminación en las regiones ha llevado a poner en juego la misma existencia de los recursos naturales fundamentales para la vida humana. Una muestra de ello es la pérdida de la fertilidad de los suelos agrícolas.

Lo más viable es considerar que los recursos naturales no renovables deben de tener un tratamiento especial de la mano de diversos actores sociales involucrados para que estos se vuelvan duraderos en el tiempo y no se acabe en poco tiempo el recurso. Es una posibilidad de revertir los efectos de la degradación de los recursos poniendo de por medio las diferentes formas de organización social a favor del cuidado de los recursos.

### **2.1. Recursos de uso común**

El concepto de Recursos de Uso Común propuesto por Elinor Ostrom (1990) en su obra acerca del gobierno de los bienes comunes es útil. La evolución de las instituciones de acción colectiva, hace referencia a que existe una alternativa para revertir los efectos al respecto de la degradación de los recursos naturales. En las formas organizativas caracterizadas por tener en juego un recurso común se encuentran presentes mecanismos

de regulación que reglamentan el uso de un recurso que tiene que ser para un grupo en vez de ser para una sola persona.

Elinor Ostrom reflexionó acerca de los acuerdos que se crean cuando un grupo de personas se encuentran haciendo el manejo de un bien común. “El punto es encontrar la mejor manera de limitar el uso de los recursos naturales para asegurar su viabilidad económica en el largo plazo”(Ostrom, 1990, p. 35). Ostrom, a través de la teoría de juegos abre un debate con el análisis de tres modelos donde plantea como en los casos de no cooperación entre todos los actores existe una necesidad de crear acuerdos que comprometan a los actores a cuidar el recurso natural que se tiene, de lo contrario la continuidad del recurso se pone en duda, sucedería una tragedia de los comunes donde el recurso comienza por degradarse y luego por terminarse en poco tiempo sin haber sido durable.

El termino recursos de uso común alude a un sistema de recursos naturales o creados por el hombre, lo suficientemente grande como para volver costoso (aunque no imposible) excluir a beneficiarios potenciales. Para la comprensión de los procesos de organización y gobierno de los recursos de uso común es esencial distinguir entre el sistema, mientras que se reconoce su interdependencia (Ostrom, p. 77). Por eso la importancia que tienen las soluciones colectivas radica en la capacidad de cooperación y la capacidad para establecer acuerdos locales que resuelven las problemáticas del manejo del recurso.

En su estudio de los recursos de uso común Elinor Ostrom estudió tres tipos de recursos; renovables más que no renovables, sistemas en los que hay escases sustancial más que abundancia, y situaciones en los que los participantes pueden hacer daño de manera importante, pero no situaciones en las que los participantes pueden producir un daño externo mayor a otros (Ostrom, 1990, p. 73).

El concepto de los recursos de uso común es de gran utilidad porque nos permite analizar cuál es el papel que juegan los grupos sociales en la administración de un recurso, es un modelo el cual puede no ser puro en su totalidad, pero nos permite construir los elementos de una organización social al manejo de un recurso presente en el tiempo, con sus reglas,

formas de apropiación del recurso y las maneras en que diversos actores interactúan. Los administradores del recurso tienen derechos y obligaciones que tienen que cumplir para que el recurso no se gaste inadecuadamente, una buena organización en el cuidado de los recursos le rinde a la organización en los costos y beneficios que pueden obtener como resultado de ponerse de acuerdo.

La propuesta de Elinor Ostrom en su definición del término recursos de uso común alude a los beneficios que se pueden obtener por el hecho de organizarse todos como un conjunto. En los casos de recurso de uso común más duraderos en el tiempo la gente puede estar sobre la estructura de tres o más niveles organizativos, estas organizaciones o niveles que se fueron incorporando Elinor Ostrom las entiende como entidades anidadas, estas surgen como producto de la primera organización, no necesariamente tienen que compartir un mismo recurso, pero si comparte un espacio geográfico.

Elinor Ostrom explica el concepto de recursos de usos común fundamentalmente a través de examinar los diferentes problemas a los que se enfrentan en la administración. Además, toma mucho en cuenta las reglas de operación que tienen, los arreglos institucionales y los principios de diseño que los motivan a seguir como instituciones. Propone para su comprensión identificar la estructura del sistema de recursos, identificar los atributos y comportamientos de quienes se apropian de los recursos, identificar las reglas utilizadas e identificar los resultados que se desprenden de sus comportamientos. La organización que responde al manejo de un recurso de uso común debe de tener necesariamente una autoridad, la autoridad es la encargada de sancionar el incumplimiento de las reglas.

Sumado a las consideraciones de esta problemática esta lo que pasa con los otros pequeños sistemas de riego de la región.

## **2.2. Enfoques de la gestión de cuencas**

La importancia de recuperar el enfoque de la gestión de cuenca es importante porque considera de manera más amplia lo que ocurre en una región hidrológica. Este enfoque

tiene sus principios que son el desarrollo sustentable, participación plena, gobernabilidad y gobernanza, gestión integrada y holística, manejo integrado de cuencas e incorporación de la dimensión ambiental. Así mismo los instrumentos que recupera este enfoque son los de fomentar las buenas prácticas del recurso, fomentar los mercados de aguas. El enfoque de la gestión integrada por cuenca recupera que existen varias instancias involucradas en la gestión, la propuesta de este enfoque es el de lograr una integración donde se resuelvan conflictos por parte de intervenciones internas y también intervenciones externas en la cuenca. La propuesta es lograr un modelo de cuenca bien intervenida (Dourojeanni, 2005).

Sobre el uso de las aguas negras para el regadío existen los trabajos de Claudia Cirrelli para el caso de la ciudad de San Luis Potosí, en sus estudios analiza como el desalojo de agua negra de la ciudad tuvo como resultado formas de organización social en torno al riego con las aguas de desalojo que los agricultores pudieron establecer para aprovechar el recurso. Las prácticas de los agricultores crearon varios espacios agrícolas continuos a la ciudad, sucedió el fenómeno de que varias organizaciones de regantes surgieron después de un periodo de tiempo y reclamaron derechos de uso del agua al igual que las viejas organizaciones (Cirrelli, 2000).

Las organizaciones sociales autogestivas a cargo de un bien común pueden ser sólidas y robustas, dependiendo de las reglas y los acuerdos de operación del manejo del recurso. Los periodos diacrónicos en el uso del recurso modifican sustancialmente el paisaje, sin embargo, pensar en la idea de las instituciones de larga duración inmediatamente tiene como referencia formas organizadas de aprovechamiento del recurso sin tener que llegar al riesgo, la pérdida y los escases.

Los principios de diseño propuestos por Elinor Ostrom (1990) en su obra *El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva*, hacen referencia al establecimiento de reglas internas al interior de las organizaciones sociales para limitar el uso. Para el caso de las instituciones de larga duración enumera los siguientes principios; 1) Límites claramente definidos, 2) Coherencia entre las reglas de operación y provisión con las condiciones locales, 3) Arreglos de elección colectiva, 4) Monitoreo, 5) Sanciones

graduadas, 6) Mecanismos para la resolución de conflictos, 7) Reconocimiento mínimo de los derechos de organización, 8) Entidades anidadas (Ostrom, 1990, p. 165).

El cuidado de los recursos naturales actualmente es algo que hay que tomar a consideración frente a la situación actual del deterioro ecológico que causan algunas de las prácticas en las ciudades. Preservar los recursos actualmente tiene mucha importancia debido a los cambios geológicos, fisiológicos y climáticos que está sufriendo el planeta.

#### ▪ **La cuenca hidrográfica**

La cuenca hidrográfica es un área natural en la que el agua proveniente de la precipitación forma un curso principal de agua. La cuenca hidrográfica es una unidad fisiográfica conformada por el conjunto de los sistemas de cursos de agua definidos por el relieve los límites de la cuenca o divisoria de aguas se definen naturalmente y corresponden a las partes más altas del área que encierra un río (Ramakrishna, 1997, citado en Rodríguez Barrientos, 2006, p114).

El concepto de cuenca hidrográfica es muy amplio, a través de este, se puede plantear la idea de proponer un desarrollo regional que integre a los espacios que de cierta forma aún no han sido integrados de manera apropiada en el desarrollo de una región. La participación de los ciudadanos en la gestión del agua de una cuenca hidrográfica es un factor clave para desarrollar localmente el aprovechamiento y uso de recursos de forma más equitativa, el concepto busca integrar a las periferias como espacios de gran importancia en el caso de que sean áreas productivas y contenedoras de recursos indispensables para la vida humana.

Se enfoca en la posibilidad de visualizar aquellos recursos que son de importancia para determinada región, logrando identificar los elementos de su biodiversidad como el tipo de flora, fauna, suelos y demás recursos que lo integran. Además, cabe mencionar que en una

cuenca hidrológica se encuentran antecedentes acerca de la ocupación histórica de las localidades sobre el recurso, dicho de otra forma, las localidades dependen de los recursos naturales y han construido formas históricas de apropiación a través de los conocimientos locales que han desplegado a través de las practicas con las cuales se controla el recurso y también debido a un conocimiento que se transmite generacionalmente.

Las localidades que dependen de un recurso construido históricamente cobran gran importancia en el manejo de lo que es una cuenca, ya que involucra la parte social, organizativa, política y cultural, es el antecedente de un manejo a través de la cooperación, solidaridad, intercambio y reciprocidad que se gesta a nivel local por parte los pueblos. Estas formas de expresión materiales dan forma a la autogestión que tienen las organizaciones sociales en el medio rural para hacerse cargo de un recurso.

En otra referencia: Las microcuencas son las unidades básicas de planeación, por su tamaño permiten medir los indicadores de sustentabilidad, puesto en cuencas muy grandes es difícil plantear las recomendaciones e imposible representar en mapas pequeñas porciones de tierra o parcelas agrícolas (Sánchez Vélez, 2003, p. 12).

¿Por qué buscar que en una cuenca el manejo sea de forma integral? En una cuenca existen problemáticas complejas que involucran a actores posicionados en diferentes lugares que la componen, lo que se busca es que los suelos no se degraden, que se preserven los recursos forestales, que los recursos no se agoten, evitar la erosión hídrica, evitar el riego, evitar incendios y otro tipo de riesgos relacionados con lo que hipotéticamente el mal uso de una cuenca o la mala protección que se le da.

Roberto Melville (2000) entiende a la cuenca como una unidad de gestión en el sentido en que se encuentran una diversidad de actores en las áreas y regiones de estudio donde

fluyen aguas de forma superficial. La ocupación humana en las cuencas es la que modifica la gestión del agua en las cuencas.

El considerar a la cuenca como un espacio de gestión conlleva a una historia de la ocupación del territorio, puesto que para poder entender la dinámica social en la cuenca es necesario ubicar quienes históricamente han hecho ocupación de las aguas fluviales y otras fuentes de agua existentes en la ciudad. El concepto de cuenca fluvial añade a la discusión el comprender acerca de las experiencias históricas y culturales que existen a lo largo y ancho de una cuenca (Melville, 2000, p. 59).

El concepto de cuenca pluvial tiene sus orígenes en la geografía francesa de Roger Marshall (1967), Phillippe Bauche (1700) y Vidal de la Blanche (1845), lo interesante es que, de ser un concepto de la Hidrología, se puede ocupar para explicar el manejo del recurso ante la ocupación humana. Desde el campo de la antropología las cuencas fluviales representan un objeto de estudio en el cual de manera espacial se ubican actores haciendo ocupación y desalojo de las aguas que siguen un curso por el valle de una cuenca específica (Melville, 2000, pp. 61-64).

Además, a lo largo y ancho de una cuenca fluvial considerada como un área o región donde se ubican actores que modifican la gestión del agua, el enfoque sirve para indagar acerca de que se ha tenido que instalar para el manejo del recurso, las obras de control del agua pueden ser realizadas de manera técnica o de manera tradicional, en este sentido a en las cuencas fluviales o cuencas hidrológicas se realiza la construcción de pequeñas obras de control del agua y también grandes obras de control del agua como lo pueden ser presas reguladoras o presas de almacenamiento del líquido, lo que hace pensar para que sirven las estructuras de control y si tiene algún fin la obra de tipo técnico o tradicional (Melville, 2000, p. 67).

Una forma de estudiar a la cuenca es a través de una unidad, si se estudia la cuenca de manera fraccionada es más difícil resolver los problemas de la gestión del agua. De acuerdo con Mauricio Pinto (2012) el principio de la unidad de cuenca se da ante la situación de que hay distintas escalas de gestión.

Organizar la gestión del agua considerando el ámbito territorial de la cuenca parece responder a una máxima racional evidente: es justamente ese espacio físico el que se presenta sensible frente a las actividades que interactúan con el recurso hídrico, de modo que los usos del agua o las alteraciones físicas o bióticas que se produzcan variarán las posibilidades de otros usos o la situación de los sistemas ambientales existentes en ese ámbito (Pinto, 2012, p. 38).

El principio de mirar la gestión de cuenca como una unidad implica también la regulación de los sistemas naturales y sistemas culturales presentes en el territorio, considera este principio que el observar a la cuenca como una unidad puede ser tan amplio que puede haber ambientes naturales distintos que exigen una gestión a nivel local.

#### ▪ **Hidrología social**

La Hidrología social o por su término en inglés *social hidrology* es una línea de estudios que considera que se debe incluir en la parte de la hidrología las interacciones del hombre y de los sistemas humanos. La hidrología social intenta comprender desde un enfoque regional cómo es que la naturaleza de una cuenca puede ser modificada por las acciones del hombre.

Hay cuencas que son modificadas y que obedecen a la forma en la que son planificadas las ciudades, las cuencas luego entonces se vuelven artificiales, las acciones de los distintos grupos, instituciones e individuos quienes actúan dentro de la cuenca modifican la lógica natural de la cuenca. Tal es el caso de las ciudades que tienen que hacer modificaciones para reorientar su desalajo de aguas hacia un determinado lugar en el territorio.

La Hidrología social intenta analizar cuáles son las acciones de gestión dentro de una cuenca y dónde hay problemas, considera la artificialidad de las cuencas a través de ubicar las obras de control. La hidrología social lo que propone es poder estudiar y predecir las dinámicas que desprenden de una relación entre personas y agua. Está orientado este enfoque teórico hacia investigar las dinámicas y coevolución del acoplamiento entre dos sistemas: El humano y el del agua (Di Baldassarre, 2013).

Para comprender el tema de la gestión del agua en Pachuca es necesario considerar la propuesta de la hidrología social, puesto que mediante recorridos de campo y exploraciones a lo largo del cauce del río de las Avenidas se ha encontrado con que en la parte alta existen estructuras de control que son de gran importancia para la ciudad ante las inundaciones y fuertes crecidas de la serranía de Pachuca. En la ciudad de Pachuca, claramente se nota de acuerdo a la traza urbana de la ciudad como el desalajo está orientado en este caso hacia la parte sur del valle, modificando la naturaleza de la cuenca.

Dicho enfoque teórico, lleva a considerar que existe una relación entre los actores que se ubican al margen del río de las Avenidas y las aguas superficiales de la cuenca, la interacción entre varias instituciones posicionadas sobre el territorio puede ser de descoordinación o de coordinación según sea el caso , pero el papel que juegan los regantes en el control de crecidas del río nos muestra que existe una relación entre campo ciudad donde parte del escenario es el de una cuenca que obedece a la lógica de crecimiento de una ciudad.

## ▪ Gestión del agua

La gestión del agua es un tema de gran interés sobre todo para regiones donde se presenta mayor escasez del recurso, este tema de la gestión involucra la participación de diferentes actores que se relacionan ya sea con las descargas de agua y con la ocupación del recurso para algún servicio, fines agrícolas, fines industriales, etc.

La gestión del agua se define como una interacción social de diversos actores, para lo cual se emplean diferentes métodos, recursos y estrategias en torno a actividades de uso y distribución del agua (Mollinga, 1998; Martínez, Graf , Santana y García , 2005, citado en Silva Rodríguez, 2014, p. 4). El estudio de la gestión del agua requiere la comprensión de instituciones formales relacionadas con el agua, se busca lograr comprender que tan efectivas son en el cumplimiento de las leyes, la efectividad de sus políticas y su administración.

Algunos autores proponen que el modelo de gestión de agua utilizado en una investigación sea el de comprender la naturaleza de los organismos operadores, la consideración de los marcos legales. Jorge Alejandro Silva Rodríguez (2014) propone una estructura del modelo propuesto de gestión del agua donde se recomienda que el modelo impacte de buena forma a nivel comunitario teniendo que atender el riesgo, la salud y el uso eficiente del recurso, una parte de la gestión del agua es revisar el cumplimiento de las normatividades. Las decisiones que se tomen deben de ser coordinadas y tener sus mecanismos de coordinación. Una buena gestión del agua debe de ayudar al mantenimiento y mejora de los recursos y la infraestructura a largo plazo , y principalmente esto se tiene que lograr a menor costo buscando la participación social que considere los factores de ahorro de energía, economía, sustentabilidad, ecología e impacto comunitario (Silva Rodríguez , 2014, p. 12).

Claudio Avalos Gutiérrez (2003) en su estudio de caso acerca de la organización social y la problemática del agua en la cuenca del río Cuautla plantea la necesidad de fomentar un desarrollo de capacidades de gestión, instituciones locales y reconoce la capacidad que tienen los usuarios del agua a través de organizaciones autogestivas para mejorar y recuperar la pérdida de los recursos hídricos. Para Claudio Avalos desde un punto de vista jurídico deben resolverse los problemas claves del ordenamiento ecológico para que sea eficaz, regular las formas de uso del suelo y regular las actividades que se encuentran dentro del programa de ordenamiento ecológico del territorio. La negociación de los actores es tan importante en la gestión del agua, así como también la presencia de sistemas de manejo del agua es de gran importancia y ayuda a conocer las dinámicas del agua.

#### ▪ **Concepto de área metropolitana**

El concepto de área metropolitana tiene su origen o antecedente en el año de 1910 cuando fue utilizado en un censo norteamericano, donde se entendía a una zona metropolitana como aquella que tenía una ciudad central con más de 200,000 habitantes y que además contaba con radio de influencia donde se situaba otra población. Conforme se desarrolló este concepto se apoyaría cada vez más de métodos estadísticos a través de criterios cuantitativos donde se empezó a considerar el número de poblados integrados en un territorio. Actualmente un área metropolitana puede ser definida por diversos factores sociodemográficos, puede ser identificada por presentarse en el territorio como un gran núcleo demográfico. Se puede definir también a partir de las actividades que se gestan en la ciudad y a la orientación en la cual está planificada la ciudad como por ejemplo la orientación que se puede observar en las industrias. El área metropolitana es la aglomeración de asentamientos poblacionales contenidos en un territorio, existe un área de influencia dominante y un área de influencia (CONAPO, INEGI, 2010, p. 19).

Alberto Arellanos Ríos (2014) autor que analiza las zonas metropolitanas en México, al revisar cómo es que, en el estado de Hidalgo, la Ley de Coordinación para el desarrollo

metropolitano define una zona metropolitana como un espacio territorial de influencia dominante de un centro de población. Enfatiza esta ley la intervención intergubernamental para la gestión de las áreas metropolitanas dando demasiada prioridad a los municipios y entidades federativas. Se reflexiona como es que la definición de estas áreas se relaciona con definiciones jurídicas y legales. Alberto Arellanos enfatiza como es que para el caso de México la definición de estas áreas se ha dado por parte de instituciones como Sedesol, Conapo e Inegi , sin embargo el problema es cómo lograr la coordinación de estas áreas (Arellanos Ríos, 2014, p. 104).

#### ▪ **Crisis de la gobernabilidad y los problemas institucionales**

La gobernabilidad es una parte que se puede integrar al análisis del enfoque de cuenca y el ordenamiento territorial de las regiones , interesa que la gobernabilidad sea buena porque en ese sentido eso implica un buen manejo de los recursos naturales y muestra que no hay anomalías en las instituciones que afecten la buenas formas de gobierno , Raimundo Heredia Vargas (2002) entiende la gobernabilidad de la siguiente manera; “La calidad del desempeño gubernamental a través del tiempo, expresada por la capacidad que poseen los actores estratégicos gubernamentales para dar respuestas a los desafíos que surgen de las relaciones que estos mantienen con los demás actores estratégicos que componen un sistema político determinado, siempre y cuando estas relaciones obedezcan a formas estables y mutuamente aceptadas” (Heredia Vargas, 2002, p. 14).

Después de consultar esta definición la crisis de la gobernabilidad se considera desde las ciencias sociales como una disfuncionalidad de las instituciones para solucionar democráticamente los conflictos, cuando las instituciones no están funcionando de buena manera los problemas se reflejan en conflictos y tensiones sociales. La crisis de la gobernabilidad afecta al desempeño de las instituciones, luego entonces si las instituciones son deficientes disminuye la gobernabilidad. El origen de la crisis de la gobernabilidad tiene que ver con la incapacidad de cumplir reglas, con la poca capacidad para resolver

problemas de interacción, procedimientos débiles y procedimientos inadecuados. José Vargas Hernández (2007) menciona que la crisis de la gobernabilidad para el caso de América Latina se traslada a una problemática donde la ineficiencia de las instituciones incide o se ve reflejada en los sectores populares y afecta a las economías locales.

Visto desde el punto de vista de las deficiencias que pueden tener algunas instituciones, hay que considerar que la crisis de la gobernabilidad tiene también un carácter medioambiental, las instituciones encargadas del manejo de los recursos puede que si no están legitimando bien las condiciones en las que se tiene que administrar el recurso este se vea afectado en un periodo de largo plazo.

- **Acerca del ordenamiento territorial participativo**

El ordenamiento territorial es un concepto que ayuda a entender el territorio como un proceso en el que se planifica el orden en el que deben ir los asentamientos poblacionales sobre un espacio geográfico. En ese proceso es que se busca la participación de los demás actores para que a través de formas de cooperación se pueda conseguir la gestión y el buen manejo.

En el ordenamiento territorial participativo se busca que los grupos tengan una mayor participación, este está basado en el aprendizaje para todos los que están involucrados en la gestión en este caso a nivel de subcuenca, se tiene que basar en los problemas de la gente y de las instituciones. Debe de impulsar el poder y los roles de las comunidades locales. En el ordenamiento territorial participativo se deben establecer relaciones de coordinación y cooperación entre diferentes niveles de actores, proporcionando a la par información segura, oportuna y comprensible acerca de los nuevos objetivos planteados para el ordenamiento (Van Leeuwen, 2000, p. 2).

Analizando el ordenamiento territorial participativo desde la parte la ecología del cuidado y la preservación de los recursos cabe mencionar que este es un proceso que se concreta a largo plazo logrando la integración, participación, equilibrio territorial, sostenibilidad ambiental y adaptación. El ordenamiento territorial participativo; “Implica la conjugación del conocimiento técnico con el tradicional, el manejo del territorio comunitario con el manejo del territorio regional, la administración comunitaria de los usos del suelo y la tenencia de la tierra con las políticas de uso y manejo del territorio, así como la visión y el manejo de datos a la escala comunitaria y a la escala regional” (Ramírez García, 2011, p. 69).

De acuerdo con Yolanda Teresa Hernández Peña (2010) los efectos de un ordenamiento territorial no planificado tienen un impacto debido a la presión que genera en el suelo los efectos del crecimiento urbano, el ordenamiento territorial participativo es un proceso que involucra directamente a los grupos sociales ya que es en el territorio donde tienen lugar las actividades cotidianas, por tanto, ha estado presente en el devenir histórico de las sociedades. El ordenamiento territorial debe de alcanzar mejores condiciones de vida para los pobladores, tiene que ver con la idea de plantearse un orden deseado donde cada cosa pueda estar en su lugar sin impactar los espacios destinados a otras actividades de manera grave o invasiva. El ordenamiento es en este sentido una práctica, un proceso y a la vez una herramienta que expresa espacialidad, en la cual hay tanto características ecológicas como patrones culturales que son expresión de la población que la habita.

### **2.3. Papel del Estado en los sistemas de riego**

La agricultura de riego es una práctica que requiere de esfuerzo y por tanto de organización social, a lo largo de la historia numerosas sociedades han contado con el desarrollo de esta práctica en diversos lugares del mundo, cada ejemplo de agricultura de riego en el planeta tiene sus propias formas de expresión y una manera muy particular de apropiarse de los recursos agua y tierra. En este apartado se hace una revisión teórica acerca de los aportes de algunos autores especializados en comprender la organización social de la agricultura de riego para intentar definir el papel que juegan tanto el estado como las organizaciones de

regantes en un ecosistema determinado por factores climáticos y geológicos de un lugar específico.

Gordon Childe (1936), Karl Wittfogel (1966), Jacinta Palerm (2015), Arthur Mass (2010), Elinor Ostrom (1990), Robert Hunt(1997), Robert Wade(1987), A.Vaiyanathan (1985) , René Millon (1962) son algunos de los autores propuestos para abrir la discusión de cómo se define el papel del estado en la agricultura de riego , algunos responden a la necesidades de comprender la estructura social de las organizaciones de regantes , sus relaciones con agentes externos , las características de sus sistemas de reglas , sus acuerdos comunes y el modo en el que establecen el orden de la repartición del agua. A través de estas referencias también uno puede encontrar variables que ayudan a comparar y reflexionar al respecto del tamaño de los sistemas y la estructura de la autoridad que ellos conforman.

Es muy importante la comprensión holística de los elementos de la agricultura de riego en el margen de esta investigación ya que se considera que la agricultura de riego practicada en la región de Pachuca envuelve problemáticas que nos llevan a intentar hacer una relación de qué tan importante es en este caso la agricultura de riego periurbana para la ciudad de Pachuca en un contexto histórico de inundaciones y asentamientos poblacionales apareciendo sobre el territorio de forma descontrolada y sin planificación.

El Estado tiene una relación directa con los sistemas de riego si lo vemos de la manera en que las ciudades necesitan de la producción agrícola que se da en los campos de cultivo para el abasto de lo que se consume en las ciudades y sus alrededores. Para abrir la discusión del papel del Estado en los sistemas de riego se necesita la comprensión de los aportes hechos por Karl Wittfogel (1966) con su hipótesis hidráulica acerca de las primeras civilizaciones y ciudades que surgieron en la humanidad.

De acuerdo con Karl Wittfogel (1966) surgieron dos condiciones importantes en las primeras civilizaciones con agricultura de riego; la primera fue la capacidad técnica para producir excedentes y la segunda la capacidad de coerción para producir excedentes. Desde tiempos antiguos la agricultura de riego obligo al hombre a la cooperación y a manejar los recursos

naturales con los que contaba considerando que se encontraban en ambientes áridos y semiáridos donde el aprovechamiento del agua era fundamental para obtener buenas cosechas. Wittfogel en su comprensión de la agricultura de riego diferencio básicamente dos tipos de agricultura con riego, una a pequeña escala y otra a gran escala, a la primera de pequeña escala le llamo hidro agricultura, a la segunda de gran escala la llamo sociedad hidráulica. La hidro agricultura de acuerdo con este autor fue el origen de la agricultura de riego practicada por el hombre, que surgió ante la necesidad de tener cultivos a base de riego en condiciones áridas y semiáridas, este tipo de práctica fue caracterizada por el uso de una tecnología simple. La sociedad hidráulica por otro lado fue practicada a gran escala y dio origen de acuerdo con Karl Wittfogel a burocracias agro - administrativas que se conformaban como un gran aparato administrador que manejaba el recurso. Las formas despóticas de control por parte del Estado tuvieron su origen en el manejo del recurso a gran escala, la toma de decisiones por parte de la gerencia de estas burocracias y además las formas de control despóticas que infringían las autoridades sobre la sociedad a través de un conjunto de leyes y normas impuestas por el mismo estado. El Estado actuaba en este caso como un núcleo administrador del recurso y se conformó como un Estado hidráulico (Wittfogel , 1966, pp. 21-33).

Gordon Childe (1936) en su obra *Los orígenes de la civilización*, años antes de la obra de Wittfogel acerca del Estado despótico escribió acerca del desarrollo que tuvieron los pueblos a través del uso de tecnología tradicional, algunos de sus argumentos son interesantes para la discusión ya que define cuáles habían sido las edades de la humanidad, habla de tres edades, la edad de piedra, la edad de bronce y la edad de hierro. A cada una de ellas se refiere como revoluciones de la humanidad que fueron el motor que impulso a un cambio drástico en la tecnología y las formas de apropiación de los recursos de forma significativa. Para Childe los cambios que ayudaron a la supervivencia y a la multiplicación de la especie humana se hicieron visibles de manera cuantitativa con el crecimiento de las ciudades y el aumento considerable de la población. Para Gordon Childe el hombre fue históricamente capaz de transmitir enseñanzas a sus generaciones sucesoras, a través de un proceso de aprendizaje se empezaron a transmitir conocimientos tecnológicos que fueron adquiridos en ese proceso de apropiación del hombre con su medio ambiente, el aprendizaje de estas

formas tecnológicas a través de la experiencia fue fundamentales para el desarrollo de la agricultura de riego en las regiones.

Gordon Childe en una parte de su obra más que al Estado da prioridad a definir a la familia como una unidad social que transmite conocimientos a través del lenguaje a sus predecesores. “Los hombres se aferran apasionadamente a las viejas tradiciones y muestran gran renuencia a modificar sus modos de conducta acostumbrados” (Gordon Childe, 1936, p. 49).

Inicialmente las condiciones de vida en el valle de un río o de una clase de oasis pone en manos de la sociedad un poder coercitivo excepcional respecto a sus miembros: La comunidad les puede negar el anhelado acceso al agua y les puede cerrar los canales que riegan sus campos. La lluvia cae por igual sobre justos e injustos, pero, en cambio el agua de riego llega a los campos por los canales construidos por la comunidad. Y aquello que la sociedad ha suministrado, la propia sociedad lo puede retirar al injusto y destinarlo solo para el justo. La solidaridad social que es necesaria entre los usuarios de riego puede ser impuesta, así debido a las mismas condiciones que requiere, los miembros jóvenes no pueden escapar a la sujeción de los mayores fundando nuevos poblados, cuando lo único que existe más allá del oasis es el desierto sin agua. En estas condiciones cuando la voluntad social llega a expresarse a través de un caudillo o monarca este es investido no solo con autoridad moral , sino también con un poder coercitivo : puede aplicar sanciones a los desobedientes (Gordon Childe, 1936, p. 156). De manera que con esta idea Childe esta relacionando parte del crecimiento de las ciudades con la agricultura de riego y las formas de organización cohesionadas al interior de los sistemas.

Tanto Wittfogel como Childe están viendo grandes rasgos de poder en las sociedades que ellos analizaron, Karl Wittfogel da prioridad a explicar cómo se conformaba la sociedad hidráulica dejando en segundo plano el comportamiento de lo que el identifico como la democracia de mendigos. Gordon Childe trata de explicar como el hombre evoluciono en sus formas tecnológicas y de apropiación del recurso y habla de la familia como aquella base social importante en el desarrollo de tecnologías y de conocimiento local.

Arthur Mass (2010) paralelo a lo que fue la hipótesis hidráulica desarrollaría un estudio interesante para hablar de un cambio de paradigma, su estudio comparativo titulado; *Los desiertos reverdecerán. Estudio comparativo de la gestión del riego en el mediterráneo español y oeste norteamericano* documenta las formas de organización autogestivas de los regantes y su relación con el estado en las negociaciones por el recurso. El encuentra que uno de los elementos que definen estas organizaciones de regantes se encuentra en la capacidad de organizarse de forma democrática, en comparación con los planteamientos de Karl Wittfogel, Arthur Mass de cierta forma desmitifica esta hipótesis a lo largo de 6 estudios de caso de organización social en la agricultura de riego. Demuestra como la capacidad de organización de los regantes puede aumentar en el sentido en el que son capaces de negociar el manejo del recurso incluso con el propio Estado, son capaces de lograr un reconocimiento histórico de sus derechos sobre la ocupación del recurso encontrando formas de coerción internas a través de sus propios reglamentos que pueden encontrarse de manera escrita y de manera no escrita, la validez está en su aplicación a cualquier usuario del agua.

Wittfogel se pone en un plano de analizar cómo es que el Estado es más fuerte que la sociedad, como es que el control gubernamental es efectivo a través de apropiarse los recursos, cómo funciona el mecanismo de todos trabajando al servicio de un estado totalitario, para Wittfogel el poder despótico es de cierta forma no benéfico y sus leyes y códigos de estado funcionan en relación a las formas de opresión de los gobernantes hacia las sociedades que gobiernan.

Arthur Mass desde otro enfoque distinto analiza el regadío como una práctica social que históricamente tiene de por medio lo que es el conflicto y la rivalidad entre diferentes actores con diferentes posiciones geográficas establecidos en la Riviera de un río o de una fuente de agua. Cuando analiza los antecedentes de manejo en las huertas españolas concluye que existía un alto grado de control local por parte de los propios regantes. Dichas conclusiones se contraponen con la teoría del despotismo hidráulico generado de burocracias agro administrativas planteada por Wittfogel. Arthur Mass encuentra que la

participación popular de los pueblos suele evitar decisiones arbitrarias impuestas por personas externas, pudiendo resolver conflictos de manera interna, con participación popular y el establecimiento de un uso equitativo del recurso. A. Mass entre muchas otras cosas interesantes dentro de su análisis comparativo destaca el ingenio de los regantes en la construcción de obras de control y reparto del agua, y como los regantes a través de sus propias normas evitaban de cierta manera el poder despótico. Las principales características de estas organizaciones de regantes radicaban en la manera en cómo elegían a sus administradores y jueces de manera local, además de la participación en las tareas de mantenimiento y la resolución de problemas ante la escasez y el riesgo.

Para continuar con el aporte de Arthur Mass en la comprensión del papel que juega el Estado en los sistemas de riego cabe mencionar que los casos que el retoma para el caso del oeste norteamericano cobran un interés particular en el sentido de que analiza la situación de conflicto entre primeros usuarios del agua y otros usuarios que se fueron estableciendo más tardíamente sobre el cauce de un río, lo que origina conflictos con respecto a la distribución del agua que se tenían que resolver, también para esta parte de su estudio Mass enfatiza como a pesar de los conflictos de interés de otros usuarios del agua y del Estado fueron los agricultores quienes siempre se hicieron cargo de las obras de mantenimiento de los sistemas. Los agricultores en ese caso se vieron ante la necesidad de comprobar su derecho al uso del agua ante los tribunales del estado norteamericano logrando el reconocimiento por derecho de antigüedad, los agricultores del oeste norteamericano tuvieron que pelearse el recurso con compañías y empresas que se establecieron tardíamente y demandaban también el uso del recurso.

A.Vaidyanathan (1985) desde una perspectiva comparativa también, aunque con un enfoque más regional analizó las instituciones de control de agua y agricultura en tres regiones importantes en el mundo; China, Japón e India. Este autor discute acerca del rol del Estado en la sociedad, la perspectiva de este autor es muy interesante, señala para poder hablar de las instituciones de control del agua primero hay que situarse en los elementos claves del medio físico, tecnológico y socioeconómico que influyen en la naturaleza del problema del control del agua. La organización social para el riego

ciertamente responde a situaciones agroclimáticas, tecnológicas y socioeconómicas características de una región.

Algunos de los vínculos entre el Estado y los regantes se dan en la participación de la construcción de obras para el manejo del agua, en casos en que los mismos regantes se encuentran interesados en el proyecto participan en la construcción de las obras, pero en otros casos no se da esta intervención. Vaidyanathan, no deja de lado que en casos en donde se construyen grandes obras el Estado las ocupa para su beneficio, esto en casos donde el estado centraliza completamente el manejo y control del agua. La descentralización y centralización en el manejo y control del agua tienen que ver con una estructura de autoridad que es la que toma las decisiones al respecto del manejo del sistema, esta toma de decisiones se puede estar impulsada por autoridades locales o por autoridades externas a la localidad según sea el caso, quien sea que fuese la autoridad debe encargarse de resolver conflictos con respecto a la distribución del agua. Entonces Vaidyanathan compara entre dos tipos de administración: una de tipo Estado y otra de tipo tradicional.

René Millón es otro autor esencial en la discusión de la relación del Estado con los sistemas de riego, él también realizó un estudio comparativo entre 7 sistemas diferentes de distintas partes del mundo tomando como punto de referencia la literatura existente que había al respecto de la documentación etnográfica de esos sistemas, él está analizando las variaciones sociales como respuesta a la práctica de la agricultura y encuentra que en tres de los casos de estudio que el retoma el agua era repartida por autoridades centrales que pertenecían a la misma localidad, en otro caso el reparto del agua se tradicionalizaba y existía un reparto de agua compartido entre los pobladores, dado que para René Millón no existe realmente una tendencia simple donde la centralización de la autoridad aumentara con el tamaño del sistema o la cantidad de personas involucradas. En otros casos el reparto del agua parecía estarse dando por autoridades externas. Sin embargo, parte de la discusión en las variaciones que René Millón encuentra son interesantes en el sentido en el que cada sistema necesita tener funciones que cohesionen la estructura social y el fortalecimiento en el manejo del reparto del agua. Millón concluye en que no hay una

relación necesaria entre la práctica de la agricultura de riego y la centralización de la autoridad, las respuestas sociales a la agricultura de riego varían dependiendo de las condiciones sociales y ecológicas de los pueblos que las practican.

Robert Hunt (1977) es un autor importante en el tema porque propone una metodología para analizar los sistemas de riego, el planteo tres variables de identificación; sistemas de riego, tamaño del sistema de riego y cedula de la autoridad del sistema de riego. El aporte que Hunt hace para analizar los sistemas de riego por canales es el de intentar analizar si existe una relación entre sistemas de riego grandes y sistemas de riego pequeños, el encuentra que no la hay debido a la diversidad de formas en las que estos sistemas se pueden encontrar y al tipo de organización social al que responden. En adición a la propuesta de Robert C. Hunt acerca los sistemas de riego por canales, Jacinta Palerm (2015) añade al análisis la perspectiva de identificar si en estos sistemas existe una correlación entre el tamaño y el tipo de administración , añadiendo la interrogativa de quien es el que administra los sistemas, las variables puestas en juego son las de personal burocrático propios regantes, se integra esta variable al análisis que Robert Hunt hizo en el sentido de que se pone a discusión la capacidad de los regantes de actuar con base en formas autogestivas de organización.

Robert Hunt encuentra una serie de leyes para los sistemas de riego por canales: todos los sistemas de riego tienen una autoridad constituida por su administración y todos los sistemas de riego por canales tienen una autoridad administrativa centralizada (Hunt, 1977, p. 223). Cuando se habla acerca de la estructura de la autoridad de un sistema de riego Robert Hunt advierte en su análisis que una de las cosas más problemática es la de medir el poder, pero para el caso de los sistemas de riego la palabra autoridad si es posible de medir aunque tiene aspectos a considerar como una estructura de autoridad unificada , en otros casos si la autoridad está dispersa habría que ver si esa estructura de autoridad es acéfala y porque se ha mantenido así , cuál es la razón de que no necesite de una cabeza administrativa. Ya que una estructura de autoridad se vuelve administrativa debido a la repartición de tareas e implica roles de todos los involucrados en el riego. Para Hunt está

claro que los sistemas de riego por canales en la actualidad tienen alguna relación con el Estado, aunque esta pueda llegar a ser mínima.

#### **2.4. Teoría de la acción colectiva en el análisis de pequeños sistemas de riego**

La acción colectiva se presenta como una fuerza de todos los participantes para realizar tareas presentes en la infraestructura de los sistemas de riego, entre esos participantes están implícitos los agricultores, cuidadores del agua, guardias de campo y miembros del consejo. Tras la lógica de la acción colectiva los involucrados obtienen beneficios en el sentido en el que muchos de los ingresos se redistribuyen. La acción colectiva está impulsada por elementos de reciprocidad, redistribución e intercambio en el tejido social de quienes están a cargo de un recurso. Es una forma además de cohesión del mismo grupo.

De acuerdo con Robert Wade (1987) este tipo de respuesta social ante el recurso acciona en situaciones donde el recurso está escaso y luego entonces se necesitan de reglas de monitoreo que se cumplen a través de la supervisión de las personas sobre el recurso. Elinor Ostrom (1990) también define la acción colectiva como aquella donde nadie puede ser excluida de los beneficios de un bien colectivo, pero en ese sentido todos adquieren responsabilidades acerca del mantenimiento a largo plazo del bien, si alguien no participa en las actividades crea un desequilibrio en la organización impulsada por la acción colectiva, sin embargo la organización tendrá que buscar estrategias para que los individuos cumplan con cabalidad las tareas asignadas en lugar de beneficiarse del trabajo de otras personas.

Acerca del espíritu colectivo que existe en los sistemas de riego se menciona; “la renuncia parcial de las prerrogativas individuales hace a cada miembro de la asociación a favor de esta, no obedece a un sentimiento de altruismo, sino a la comprensión clara de que el esfuerzo colectivo es el único medio eficaz de salvaguardar sus propias conveniencias [...] en las actividades de regadío en regiones desérticas o semiáridas, donde el agua es por lo mismo la clave de su prosperidad, explica y confirma el principio de que la irrigación es desde su origen una escuela de cooperación mutua”(Herrera, 1930).

## 2.5. Abasto de agua para la ciudad y desalojo de aguas negras

El abasto de agua en las ciudades es un tema constantemente problemático ya que hay diversos factores que determinan la abundancia o escases del recurso, Claudia Cirrelli (2000) y Francisco Peña (2013) han investigado la cuestión de la reutilización de las aguas negras en San Luis Potosí. Claudia Cirrelli en su estudio *Aguas negras, agricultura periurbana y organización de regantes* (2000), estudio la estructura organizativa que han establecido los agricultores que viven en la periferia de la ciudad de San Luis Potosí donde se refiere primero a que en las aguas negras con las que trabajan los agricultores no están tratadas, en su trabajo documenta donde se desaloja el agua fuera de los límites urbanos, cuáles son las características del drenaje de la ciudad y el número de canales que existen. Así mismo se refiere a la organización social del riego como un fenómeno social que se conformó a través de la existencia de primeras cooperativas por parte de los ejidos y posteriormente con el paso del tiempo la aparición de nuevas asociaciones que involucraron a pequeños propietarios y ejidatarios. El estudio de Cirrelli proporciona elementos teóricos que ayudan a comprender la organización de los regantes tanto al interior de su estructura organizativa como la parte del mantenimiento y la distribución del agua, y por otra parte las relaciones que las asociaciones tienen con instituciones gubernamentales. Para el caso de San Luis Potosí, Claudia Cirrelli (2000) menciona: “En los medios áridos y semiáridos, donde la competencia por el recurso es más marcada entre los distintos usos e intereses económico-productivos, el empleo del agua residual en la agricultura ha tenido varios efectos. En el caso de San Luis Potosí que se presenta no ha mermado los volúmenes disponibles para consumo humano, ha generado un sistema agrícola que abastece de productos el mercado local y que a su vez origina un arraigo de individuos a la tierra en una zona de tradicional expulsión de mano de obra a los Estados Unidos, y finalmente, ha reducido los procesos de competencia por un recurso de mejor calidad (Cirrelli, 2000, p. 240).

Claudia Cirelli (2004) quien estudió el caso de San Luis Potosí acerca de la utilización de las aguas negras para el riego, y como esta agua ha sido históricamente aprovechada después de ser desechada por los habitantes de la ciudad. En su obra, *Agua desechada, agua*

*aprovechada. Cultivando en las márgenes de la ciudad.* Cirrelli analiza desde la parte de los paradigmas ambientales cómo es que el agua negra representa un riesgo para la salud de los habitantes por tener las características de ser turbia, contener metales pesados, amoníaco, fosfato, sólidos, detergentes, grasas, bacterias (Cirrelli, 2004, pp. 33-37).

En México un ejemplo de la utilización de aguas negras a gran escala lo encontramos en el Valle de Mezquital, debido a que esta parte del Estado de Hidalgo recibe las aguas negras de la capital del país, de cierta manera esta problemática ha sido estudiada por Francisco Peña, que ha abordado el tema hablando de la organización de los regantes y de los conflictos sociales que históricamente los agricultores de la región han tenido con el gobierno y las diferentes instancias (Peña, 2002).

Francisco Peña, aborda discute acerca del tema de la gestión del agua en una ciudad desde el punto en el que las ciudades se construyen de manera hidráulica, ya que la ciudad debe de abastecerse de agua limpia tomando en cuenta diferentes fuentes de donde tomar el agua, si es necesario incluso para algunas ciudades el agua limpia se trae de lugares lejanos a la ciudad con el fin de abastecer la demanda de su población, además también la ciudad debe de tener en cuenta la descarga de aguas grises y aguas negras de los hogares, industrias, negocios, edificios, plazas y demás espacios urbanos. Francisco Peña identifica esta demanda de agua de la ciudad como una situación de estrés hídrico ya que abastecer a un gran número de pobladores de agua limpia trae como consecuencia un impacto en el medio ambiente. El autor menciona; No podemos aislar la gestión del abasto o desalojo de aguas de una ciudad, de las acciones y proyecciones que la configuran como entidad socio-política. En ese sentido decimos que la ciudad es una construcción hidráulica: acueducto, pozo de extracción, embalse, hidrante y red de distribución. Todo a la vez. Fuente de agua contaminada y algunas ocasiones humedal que no logra desaguar sus propios desechos (Peña, 2013, p. 19).

Para el caso específico de San Luis Potosí, la mancha urbana se extendió sobre los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez conformándose así lo que es la actual zona metropolitana. Para Claudia Cirelli una de las principales problemáticas es

cómo la ciudad llegó hasta propiedades ejidales fuera del anillo periférico de la ciudad, “La propiedad ejidal se ubica sobre todo al norte, este y sudeste de la ciudad, la urbanización de las tierras ejidales ha constituido una de las principales formas de producción de suelo urbano durante las últimas décadas”. Cuando este tipo de terrenos periféricos que eran en principio ocupados para la actividad agrícola empezaron a ser poblados por las ofertas del suelo barato esto representa una problemática porque amenaza en este caso sistemas de riego. A pesar de estos procesos en San Luis Potosí se creó una comunidad de usuarios de aguas negras: “Esta comunidad agrícola, fuertemente insertada en la vida económica local gracias a su producción para el mercado urbano, ha vivido hasta hace muy poco en una simbiosis con la ciudad: lo que la urbe desecha en forma de residuo líquido alimentaba su actividad y sustentaba su economía”(Cirrelli, 2004, p. 30).

Con base a la información presentada por Claudia Cirrelli se puede decir que en las áreas de agricultura periurbana se delimitó un perímetro destinado a la agricultura de riego que coincidiera con las concesiones del uso del agua, originalmente formaron varias agrupaciones. Los paisajes periurbanos que son analizados en el estudio de San Luis Potosí son considerados como un cinturón verde alrededor de la ciudad que frena los procesos de erosión, por ese motivo, es importante su conservación.

El agua de acuerdo con la perspectiva teórica de estos autores puede ser un factor determinante en la vida de las personas que habitan en la periferia, ya que siempre se va a relacionar con la idea de lo limpio y lo sucio, el abasto y el desabasto, y una relación entre la ciudad y el campo, donde la ciudad es el medio que desaloja el recurso transformándolo en agua que ya no se le puede considerar como limpia puesto que como vimos anteriormente ya ha sido utilizada. Queda por analizar, entonces, como es que este recurso vuelve a ser utilizado a las afueras de la ciudad.

## **2.6. Legislación del agua en México en el siglo XX**

Para comprender como es que se ha dado la apropiación de las aguas negras es necesario indagar en como la legislación del agua ha cambiado en el tiempo, el riego en México ha

sido reglamentado a través de la ley de aguas de 1910, la cual no solamente reglamento el riego, sino también el uso de las aguas en forma general y específica. De acuerdo con la ley de aguas de jurisdicción federal de 1910 toda el agua se volvía propiedad nacional y a partir de esta disposición se empieza a utilizar el término “aguas” que indica que el recurso es un elemento que implica una jurisdicción por parte del Estado. En esta ley se menciona que el agua para riego estaba sujeta a concesión y que se asignaría un pago de cuotas. Podía suceder en el caso de una petición de agua que hubiera un solicitante y en algunos casos hasta un opositor, fue algo que sucedió en diferentes partes del territorio mexicano donde hubiera solicitantes de las aguas. En la ley de aguas de jurisdicción nacional de 1929 algo interesante fue que se estableció en el artículo 3° que si una corriente de agua cambiaba su curso entonces la nación adquiriría la propiedad sobre el nuevo cauce (SIAPS, 2010, p. 29).

En la ley de aguas de propiedad nacional de 1934 se hacía mención de que en una junta de aguas la organización podía ser elegida por los mismos usuarios del agua, el personal de dicha junta podía designar a su propio personal, con el carácter de empleados. También apuntaba en su artículo 83° quien podía ser un usuario, podía ser un usuario todo aquel que fuera miembro de una sociedad que aprovechara las aguas de propiedad nacional, también podía ser un usuario algún propietario que fuera representado por su comisariado ejidal y que además estuviera comprendido dentro de la zona de riego de la sociedad. En caso de terrenos ejidales se tenía que contar con la aprobación del departamento agrario (SIAPS, 2010, pp. 53-65).

En la ley de aguas de propiedad nacional de 1946 se especificó en el capítulo V que las organizaciones de usuarios una vez constituidas podían ejecutar, explotar y administrar obras. En el artículo 84° de esta ley si un usuario se declaraba renuente entonces se decretaba la expropiación de sus terrenos y derechos de agua a favor y a cargo de la sociedad de usuarios. Era necesario tener una asamblea general que se reuniera una vez al año. Habría también un pago de impuestos para todos los usuarios aún y que no ejercitaran el uso de las aguas (SIAPS, 2010, pp. 70-80).

En la ley de aguas de propiedad nacional de 1972 se menciona por primera vez el establecimiento de distritos de riego y unidades de riego para el desarrollo rural. A través de esta ley se empieza a regular también, la explotación, uso y aprovechamiento de aguas residuales. El asunto de las aguas residuales mantuvo cierta relación con la Secretaría de Salubridad y Asistencia, Agricultura y Ganadería, Industria y Comercio. Un dato que viene en esta ley es que una unidad de riego para el desarrollo rural podía juntarse con otra y así formar un distrito de riego en casos particulares (SIAPS, 2010, pp. 160-161).

La legislación de aguas de jurisdicción federal ha venido cambiando de nombre a los regantes con sus diferentes transformaciones en sus nomenclaturas de estado, de juntas de agua se pasó a llamarles distritos de riego, aunque para Jacinta Palerm (2003) hay que tener en cuenta que es distinta la administración de los distritos de riego y las unidades de riego, donde en ciertos casos de estudio la nomenclatura no necesariamente coincide con el sistema de riego. Las llamadas unidades de riego para el desarrollo rural eran consideradas pequeño riego, mientras que los distritos de riego fueron considerados como gran irrigación dentro del territorio. Para 1992 ya se les había cambiado el nombre a las juntas de agua por asociaciones de usuarios.

La identificación en la historia de las localidades o pueblos con acceso a riego a través de la conformación de juntas de agua es relevante porque expresa que ha habido históricamente una forma de manejo independiente o autogestivo. Existe un cruce de variables entre lo que es la legislación de aguas nacionales y la legislación de las aguas en la legislación agraria, es interesante identificar que dentro de la ley agraria se ha formado una reglamentación interior para los ejidos, además de haber un reglamento de junta de aguas. Cuando la ley agraria modificó la ley de aguas fue un punto de referencia porque a partir de ese momento se separaría la tierra del agua y se permitiría la renta y compraventa de los derechos de agua, como consecuencia se tuvo que dar acceso de agua solo si el solicitante podía especificar el número de agua que ocuparía.



### CAPÍTULO III. ÁREA DE ESTUDIO

A continuación, se define la zona donde se realizó el estudio, se referencian las características físico geográficas de la región. También se analiza la relación que tienen la ciudad de Pachuca con su zona metropolitana la cual comprende una extensión de territorio más amplio y la relación que hay entre esta extensión de la ciudad y los regadíos en la periferia, para lograr este objetivo se revisan algunos de los antecedentes de la creación de viejas y nuevas áreas de regadío en Pachuca, Hidalgo.

#### 3.1. Ubicación

La zona de estudio se puede ubicar en las coordenadas geográficas Latitud: 20°03'3.33" N y Longitud: 098°44'33.88". El clima es semicálido con lluvias durante el verano y heladas en los últimos meses del año, también un clima semifrío y subhúmedo en las partes altas de la sierra, la altura sobre el nivel del mar fluctúa entre los 2900 msnm y los 2330 msnm. La temperatura media anual es de 18.5°C, se presenta la máxima en el mes de julio con 24.7°C, la mínima en enero de 8.3°C, una precipitación media anual de 3664.6 mm con una máxima en junio de 66.3 y la mínima en febrero de 3.3mm (García Romero, 2013, p. 13) .

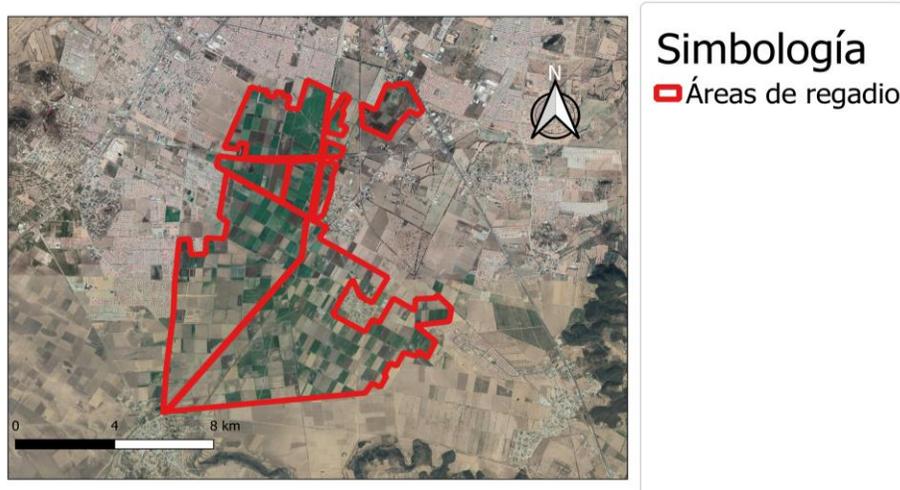


Figura 1.- Áreas de agricultura de riego al sur de la ciudad de Pachuca.

Fuente: Google maps, 2019, en: Quantum Gis: 3.8.

### **3.1. La Zona Metropolitana de la ciudad de Pachuca**

La Zona Metropolitana de la ciudad de Pachuca tiene una superficie aproximada de 124,397,086.65 M<sup>2</sup> que es lo equivalente a 12,439.70 Ha y un área de agricultura periurbana de 20206070.38 M<sup>2</sup> que equivale a 2020.60 Ha. Se percibe un crecimiento acelerado del área metropolitana que crece actualmente hacia la parte sur, sureste y suroeste de Pachuca, lo cual en esta investigación se hace referencia a que las aguas de desalojo dan hacia la parte baja.

Existen problemas históricos en la ciudad de Pachuca con respecto al tema del control de inundaciones. Los proyectos de encauzamiento del río de las Avenidas se han realizado para que el río no se desborde. Algunos de los asentamientos poblacionales que están en la ciudad sufren inundaciones continuamente. Algunas tareas son llevadas a cabo dentro de lo que corresponde solamente al cauce del río de las Avenidas por la Secretaría de Obras Públicas y Ordenamiento Territorial, CONAGUA, Dirección General de Protección Civil del Estado de Hidalgo, utilizan la participación de los pueblos al margen del río de las Avenidas en el control del agua para riego.

Mientras la obra de encauzamiento del río de las Avenidas avanza con vista hacia lograr encauzar gran parte del margen río hasta llegar hasta los campos ejidales de Villa de Tezontepec, la permanencia del riego es algo condicionado por dos variables que son el crecimiento de la zona metropolitana y un encauzamiento del río de las Avenidas que genera como fenómeno la pérdida de la importancia de las áreas donde se practica la agricultura periurbana con riego. Conforme avanzan las obras de recubrimiento del cauce del río de las Avenidas el cual además es un Boulevard los sistemas de riego que tienen tomas en los márgenes del cauce están siendo afectados por estas obras. En el caso de los sistemas de riego que muestran una mayor cercanía con los límites del área metropolitana les está afectando en la medida en que cada vez que se avanza un tramo se ve condicionada la permanencia de las bocatomas.

Los problemas son de tipo histórico, natural y social, en el sentido en el que se ha necesitado de organización social para resolver los problemas de desbordamientos e inundaciones. Son los mismos agricultores quienes en tiempos de crecidas del río quienes realizan recorridos aguas abajo para controlar el recurso y gestionar el recurso con otros actores involucrados.

La Zona Metropolitana conformada por ocho municipios (Epazoyucan, Mineral de Reforma, Pachuca de Soto, San Agustín Tlaxiaca, Villa de Tezontepec, Tolcayuca, Zapotlán, Zempoala,), es una zona donde la demanda de agua se da por parte de las los asentamientos urbanos y empresas de servicios, embotelladoras y refresqueras (Pérez Marcial, 2018) . El desalojo de las aguas negras de la ciudad que provienen de los drenajes municipales de Pachuca de Soto y Mineral de la Reforma da principalmente al cauce del río de las Avenidas.

### **3.2. Antecedentes de la organización social para el regadío en Pachuca**

Varios usuarios del agua a lo largo del transecto que comprende el cauce del río de las Avenidas han gestionado el aprovechamiento de las aguas. Sin embargo, algunos usuarios establecidos al margen del río dentro de los límites de la ciudad de Pachuca de Soto tuvieron que ser quitados del lugar como parte del proceso de crecimiento y recubrimiento de la infraestructura del río en la parte centro, algunos predios interrumpieron las obras, todo esto para prevenir los riesgos que años anteriores ocasionaban las inundaciones. Compañías mineras, ejidatarios, pequeños propietarios, empresas prestadoras de servicios e industrias se vieron interesados en tener el derecho al aprovechamiento del agua. Sin embargo, cabe mencionar que la presencia de los pueblos donde se practica el riego establecidos al sur de la ciudad fueron y siguen siendo indispensables en el control de las avenidas del río en caso de fuertes crecidas ponen uno o varios sistemas a funcionar abriendo las compuertas correspondientes a cada sistema.

Incluso antes de los años 50<sup>'s</sup> del siglo pasado donde las avenidas creaban muchos problemas de inundación, ya había algunos de estos pueblos reclamando el uso de estas

aguas y ya había conflictos entre usuarios aguas abajo y usuarios aguas arriba. El conflicto entre los ejidatarios de Venta Prieta, El Venado y El Saucillo que tenían con los hermanos Conde Gómez era por el uso de las aguas puesto que en ocasiones dichos hermanos ocupaban la mayor parte del agua para sus terrenos establecidos en secciones en lo que se conocía como Cocotitlán. Los hermanos Conde Gómez dominaron es uso del recurso, hecho del cual los regantes de los ejidos aguas abajo se quejaban con las autoridades correspondientes (AHA, Fondo Aguas Nacionales, Caja: 1185, Expediente: 16081, Fojas: 38).

Aguas arriba se constituyeron juntas de agua para el caso de las minas quienes durante la etapa minera de Pachuca hicieron ocupación del recurso y se constituyeron un grupo de personas como usuarios, también otros usuarios individualmente querían tener el derecho de acceso al agua; La mina de Santa Gertrudis, La mina de Dos Carlos, Crisóforo Contreras, Pablo Samperio Mata y José Vera Hernández, Barrio de Dos Carlos, son algunos de lo que pretendían ocupar esas aguas (AHA, Fondo Aguas Nacionales, Caja: 1185, Expediente: 16081, Fojas: 38).

Había una junta de aguas del bombeo del tiro de Dos Carlos, esta conformaba por un presidente, tesorero y secretario, tenía 39 usuarios del agua. Esta empresa se dedicaba a vender pinturas, barnices para muebles, aceites, creolina, mastique, cera de piso, vidrio plano, cemento, yeso, útiles escolares, loza, aluminio, juguetería. Se había establecido en esta junta que la repartición del agua fuera por tandeo y contaban con un reglamento de la junta de aguas de la mina (AHA, Fondo Aguas Nacionales, Caja: 1185, Expediente: 16081, Fojas: 38).

Los usuarios del agua del río de las Avenidas que ilustraban como era la antigua repartición del recurso dentro de la antigua ciudad de Pachuca hacia el año de 1950 eran principalmente 4, estos estaban establecidos en la ciudad y en los límites de una ciudad que aún no se enfrentaba a un proceso de crecimiento acelerado en sus antiguos límites (AHA, Fondo Aguas Nacionales, Caja: 1185, Expediente: 16081, Fojas: 38).

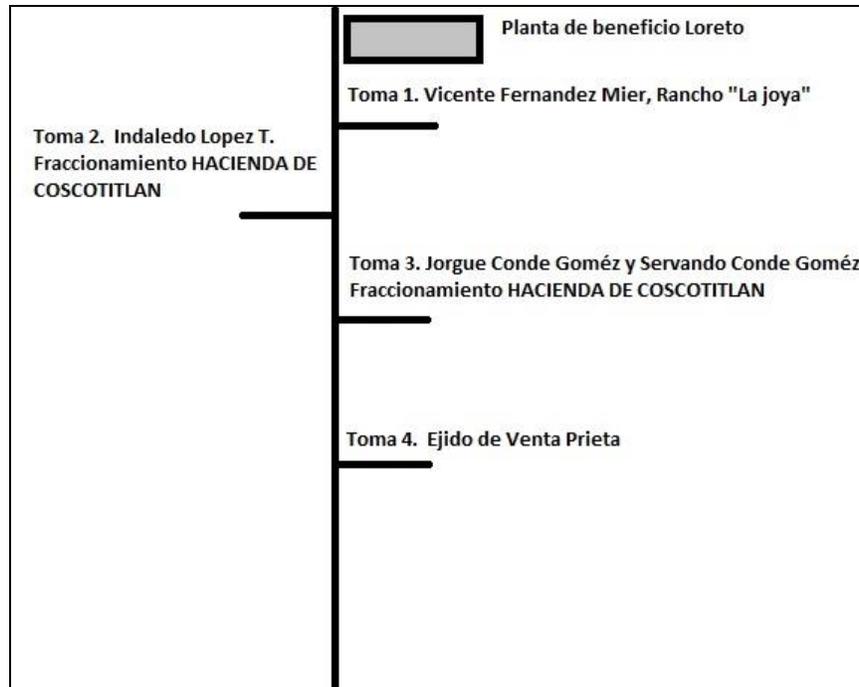


Figura 2.- Antiguo orden de las tomas para aprovechamiento del cauce del río de las Avenidas durante el siglo XX.

Fuente: (AHA, Fondo Aguas Nacionales, Caja: 1185, Expediente: 16081, Fojas: 38).

En el río de las Avenidas de la ciudad de Pachuca el uso de las aguas negras para el riego ha sido objeto de conflictos relacionados con el uso de las mismas, estos conflictos han sido reflejados de manera jurídica en algunas peticiones de concesión a la Secretaría de Recursos Hidráulicos y otras dependencias. Tanto en la margen izquierda del río como en la derecha las ocupaciones del agua residual con el fin de irrigar terrenos ha sido una de las principales actividades sobre todo en la periferia de la ciudad.

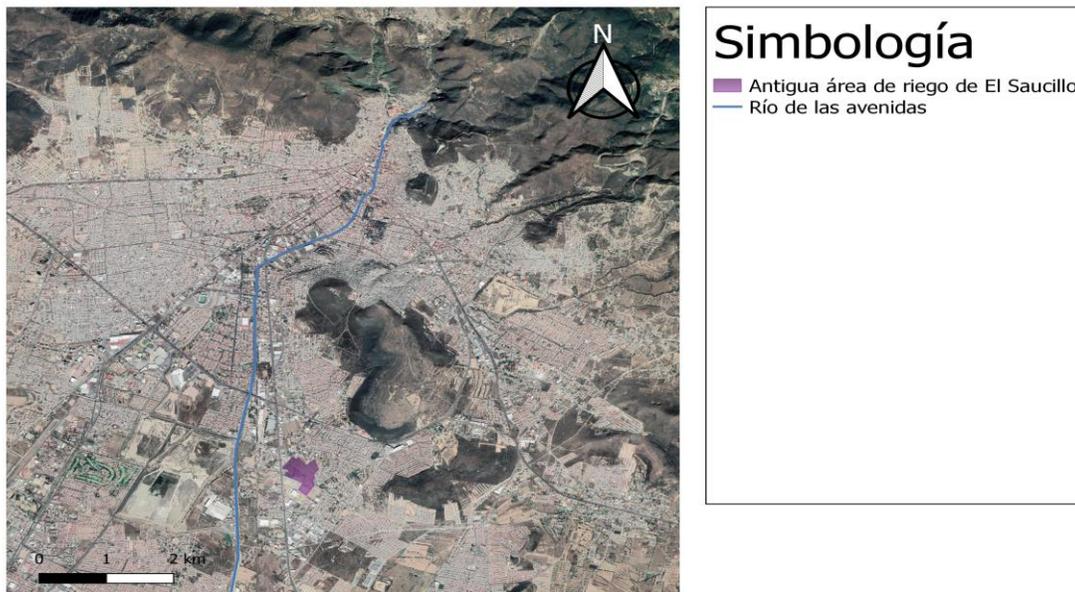


Figura 3.- Área donde se regaba en El Saucillo.

Fuente : Google maps, 2019, Quantum Gis : 3.8.

Para el caso de El Saucillo una localidad que colinda de cerca con la ciudad de Pachuca, el riego ha desaparecido porque la ciudad lo alcanzó con su urbanización, sobre este tema hay una referencia que habla acerca de un trámite administrativo por parte de los ejidatarios de El Saucillo del año de 1954 y que va dirigido a la Dirección General de Aprovechamientos Hidráulicos, en este documento se toca el tema de las aguas negras para su uso en áreas de irrigación pertenecientes al polígono ejidal de El Saucillo(AHA, 1954, Caja :893, Expediente: 11251, Fojas: 1).

La localidad de La Noria es un área del municipio de Mineral de la Reforma en la que hay riego con aguas negras, esta localidad colinda con El Saucillo, La Reforma y El Venado. La Noria solicitó su concesión en el año de 1982 y fue nombrada en el año de 1988 una unidad de riego. Los principales cultivos en esta unidad son de maíz, frijol, trigo, cebada, alfalfa y avena. Los usuarios pioneros son los siguientes: Mario Baños Magallanez, Felipe Baños Magallanez, Julián Baños Magallanez, Avelino Baños Cruz, Miguel Baños Cruz, Guadalupe Baños Cruz, Enrique Baños Zúñiga, Luis Baños Gómez y Efrén E. Hernández Martínez.

Todas estas personas se conformaron como usuarios siendo el presidente: Avelino Baños Cruz, secretario: Enrique Baños Zúñiga y Tesorero: Efrén Hernández Martínez. La localidad de La Noria aprovechaba 175 hectáreas de riego inicialmente (AHA, 1982, Fondo documental: Aguas nacionales, Caja:3575, Expediente: 54458, Legajo:1 , Fojas: 7).

En Mineral de la Reforma el uso de las aguas negras para beneficio de las personas y sus tierras era una problemática ya en la década de 1940, que es un momento en el que se definía que el municipio colindante a la ciudad de Pachuca era un área que entre los usos comunes en las áreas predominantemente rurales existía la práctica de la agricultura de riego. La Confederación Nacional Campesina que representaba en 1947 un asunto con respecto a la localidad de El Venado estaba conformada por los propietarios: Gabriel Leiva V., José Fernández Villegas, Emilio Gutiérrez Roldan, José García Guardiola, Ramón Paredes, Saturnino Chacón, Bernardo Turrubiates, Alfredo Youshimatz, J. Jesús Martínez, Aurora Fernández y Calixto Navarrete(AHA, 1947, Fondo documental: Aguas nacionales, Caja:1534, Expediente: 21112, Legajo:1, Foja:2).

Juan Escamilla representante y vecino de El Venado llenó un formato de la Secretaría de Recursos Hidráulicos donde la intención de la solicitud fue utilizar el agua de drenaje de la ciudad de Pachuca sin embargo cabe mencionar que este formato presentaba varias partes sin llenar. Lo que faltó por llenar en dicho formato fue el nombre de la corriente principal, la cantidad de los litros por segundo, especificar el uso, mencionar en que parte del margen se tomaba el agua, mencionar algún lindero o confluencia de otra corriente, especificar desde qué año se venían aprovechando las aguas. Dado lo mencionado aquí, fue una problemática desde la parte de la gestión del recurso el hecho de que el formato no fuera llenado correctamente, representaba un problema puesto que se solicitó que fuera llenado nuevamente, a pesar de que es visible que en varias partes si están especificados varios asuntos como la mención de que se trataba de abastecer a una parte del ejido de El venado el cual en aquella época estaba compuesto con 115 habitantes, también se mencionaba que había 400 cabezas de ganado mayor y 1800 cabezas de ganado menor (AHA, 1947, Fondo documental: Aguas nacionales, Caja: 1534, Expediente: 21112, Legajo: 1).

El agua para regar 500 hectáreas de tramos ejidales fue una necesidad para los regantes de El Venado que llevaban este asunto hasta la presidencia municipal de Pachuquilla con el motivo de ser apoyados en la gestión. Retomando el asunto de la especificación de todo lo relacionado con los regantes y la solicitud de agua, la Dirección General contestaría el 26 de septiembre de 1947 que era necesario que se repitiera de manera correcta el llenado de la solicitud, la forma del llenado fue calificada como incompleta y por ese motivo no era posible que continuaran los trámites (AHA, 1947, Fondo documental: Aguas nacionales, Caja:1534, Expediente: 21112, Legajo: 1, Foja:2).

Otro pueblo relacionado con la gestión de las aguas negras es San José Palma Gorda. Los ejidatarios de San José Palma Gorda el 18 de agosto de 1959 en una junta local escribieron un oficio dirigido al secretario de Recursos Hidráulicos donde solicitaban se les concediera el aprovechamiento de las aguas broncas del río de las Avenidas. En ese documento expresaron la falta de agua para el riego de sus parcelas, también solicitaron hacer la construcción de un puente que hoy en día sirve para pasar de San José Palma Gorda al ejido de San Antonio que es otra localidad vecina que colinda con Palma Gorda. En el documento los ejidatarios mencionan que las aguas del río de las avenidas de alguna manera eran aguas que sobraban anualmente y por eso iba a ser bueno para la localidad que esas aguas se pudieran aprovechar en el regadío de sus parcelas. Agustín Fonseca Gómez y Alberto Romero E., presidente del comisariado ejidal y juez auxiliar. Respectivamente el 3 de abril de 1975 solicitaron nuevamente el permiso para regar 50 hectáreas. En el documento se menciona que las parcelas ya habían sido preparadas y acondicionadas para recibir el riego. De 1959 a 1975 los agricultores gestionaron el aprovechamiento del recurso con la Secretaría de Recursos Hidráulicos y con la Dirección General de Aprovechamientos Hidráulicos al menos en tres documentos, como un dato dicha secretaría se había formado en 1946 y las personas habían empezado a hacer la gestión del riego hasta 1959 y tuvo un seguimiento hasta 1975, un año antes de que ésta se fusionara con la Secretaría de Agricultura y Ganadería y surgiera otro organismo que fue la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Lo que se buscaba para el año de 1975 era la autorización de los organismos de gobierno, también se había solicitado al subdirector

de Control de Contaminación de ese momento, Arturo Hauser V. De todas estas instituciones involucradas en la gestión que había hecho la junta ejidal de la localidad, la Secretaría de Recursos Hidráulicos era el organismo que se suponía estaba facultado para otorgar esa concesión, además le correspondía también determinar el tratamiento a que debían someterse las aguas negras que se pretendían utilizar para el riego (AHA, 1975b, Fondo documental: Aguas Nacionales, Caja:2884, Expediente 41782, Fojas: 17 ).

Al parecer otras localidades colindantes con San José Palma Gorda atravesaban una situación parecida donde lo que se sometía a discusión era la obtención de agua para riego, en respuesta a ello las personas de Palma Gorda mandaron un oficio donde lo que se solicitaba era que no se le hiciera caso a la petición de los vecinos de El Venado. El Venado hacia esta misma petición al señor Jorge Servando Conde Gómez quien fue el fundador de la empresa Santa Clara y un empresario de la región, puesto que dicho lugar pertenecía al ejido de Pachuquilla, municipio de Mineral de la Reforma, Servando Conde Gómez era el propietario de las fracciones V y VI, en otras palabras, era propietario de gran parte del terreno de lo que era el pueblo de El Saucillo y cacique que bloqueaba el paso del agua en partes arriba del valle. En el mismo año de 1975 donde las solicitudes por parte de la junta ejidal se hacían presentes, tan sólo del 3 de abril hasta el 19 de febrero de 1976 habría 6 documentos importantes.

Les informaban a los ejidatarios que las aguas de dicho río estaban concesionadas en su totalidad y que por ese mismo motivo no era posible otorgar tal concesión y cabe mencionar que Servando Conde Gómez y Jorge Conde Gómez era los principales opositores. Esto era contestado desde la Dirección General de los usos del agua y prevención de la contaminación. Quien menciona que eran tres usuarios los concesionados: 1 Pequeña propiedad "La Hortaliza" de la cual era dueña la Señora Carmen Villar Fernández desde 1960 según algunos oficios, 2 Pequeña propiedad Coscotitlán (fracciones V y VI) C. Servando Conde Gómez, 3 Ejido de Venta Prieta el cual estaba amparado por una resolución presidencial de 1935. El 20 de Febrero de 1976 se escribe al Gerente General del Estado el ingeniero Ernesto Biestro Mancera para solicitarle una investigación de las

concesiones mencionadas anteriormente para ver si la familia Conde Gómez efectivamente hacia uso de la mayor parte de las aguas concesionadas (AHA, 1975a, Fondo documental: Aguas nacionales, Caja: 2884, Expediente:41782, Fojas:17).

Otro caso importante de aprovechamiento de riego fue el de Venta Prieta, su solicitud para el uso de las aguas negras fue en el año de 1955 y pertenecía la concesión al ejido de Venta Prieta, los principales cultivos en este ejido fueron el maíz, el trigo y la cebada (AHA, 1985b, Fondo documental: Aguas Nacionales, Caja: 1460, Expediente:19930, Legajo: 1, Fojas:9).

Algunas obras derivadoras de agua que se construyeron en el ejido de Venta Prieta aguas abajo, fueron de gran controversia en el año de 1981, la aparición de bordos construidos por los mismos ejidatarios para impedir que el agua pasara para más otras fracciones de lo que antes era Coscotitlán y al día de hoy es San Javier, se debió a un conflicto entre dicho ejido y el señor Servando Conde, los conflictos por el desacuerdo con Servando Conde no solo fueron con este ejido, sino también en casos ya antes mencionados como el de San José Palma Gorda y El Venado. Se hacía un estimado de que Servando Conde tenía 170 hectáreas de riego y más de 50 vacas finísimas, aparte de ello se mencionan cuatro ranchos en Ixmiquilpan y cuatro pozos artesianos. Las personas que no eran poseedores de ranchos y que en su mayoría eran campesinos decían que esta persona era el “mandón”, se sabe que era quien les cortaba el agua a los agricultores de Venta Prieta, por tal motivo estaban en desacuerdo con el hecho de que tuviera acceso al agua para riego más fácilmente (AHA, 1981, Fondo documental: Aguas Nacionales , Caja:2884, Expediente: 41782, Fojas :16).

## **CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA CUENCA Y DE LAS INSTITUCIONES AL MARGEN DE RÍO DE LAS AVENIDAS**

El actual problema al que se enfrentan los regantes de La Noria en Pachuca por ejemplo , tiene que ver con la permanencia del sistema de riego debido al impacto que producen las obras de recubrimiento del cauce del río de las Avenidas, esta obra de tipo de técnico afecta de forma indirecta a la permanencia del sistema, actualmente dichas obras llegan hasta la parte donde se ubica el primer pequeño sistema que sobrevive en la periferia de la ciudad después de la desaparición del área regable en el poblado de El Saucillo, Mineral de la Reforma. Dichas obras de encauzamiento del río se ubican actualmente a la altura de la unidad de riego de La Noria, donde los agricultores que trabajan en esa parte aún no saben qué va a pasar con respecto a la continuidad de ese espacio geográfico. Se ha quitado la vieja toma bajo la promesa de que se sustituirá por una nueva. Y los regantes han comenzado a negociar la permanencia de su sistema y de sus actividades.

Desde la perspectiva de la ciudad el manejo más importante del río de las Avenidas ha sido el control de inundaciones. Se ha intervenido la cuenca para controlar las inundaciones y también el mismo cauce ha servido para el desalojo de aguas negras. Este desalojo para los pequeños regadíos ha sido esencial, las aguas que corren durante todo el año han podido ser aprovechadas en los márgenes de la ciudad por los agricultores.

Como ya se mencionó los actores sociales han intervenido en el proceso de la gestión del agua dentro de la cuenca, estos actores que intervienen o se involucran en la gestión son; a) Encargados de presas en la parte alta de la cuenca, b) Pequeños sistemas de riego aguas abajo de la cuenca del río de las Avenidas, c) Ayuntamientos municipales, d) Empresas de servicios, e) Actores sociales que desalojan aguas negras y f) Encargados del abasto de agua para la ciudad.

Los actores que se relacionan con el uso, desalojo y control del agua. Han actuado de manera independiente en algunos casos y en otros de forma coordinada. Mientras el desalojo en algunos ríos ha modificado la calidad del agua de buena a aguas negras, en otros casos ha creado un nuevo recurso que se ha utilizado.

A la par de las problemáticas que trae consigo el fenómeno de expansión de las áreas metropolitanas sobre la agricultura de riego se encuentra la importancia de considerar los sistemas de riego existentes como espacios que al ser manejados por organizaciones sociales autogestivas brindan una solución ecológica que responde al histórico problema de control de inundaciones de la ciudad y funciona también como un pulmón verde. Los sistemas de riego en periodos de fuertes lluvias ayudan al control de inundaciones y además hacen la ocupación del agua negra que desaloja la ciudad durante la mayor parte del año. Mal que bien las zonas de riego con aguas negras son lo poco de verde que hay en el valle de Pachuca.

#### **4.1. Situación actual**

El problema de concentración de población de la ciudad de Pachuca se ha visto en la actual demanda del recurso de agua por parte de sus municipios colindantes. Principalmente el municipio de Mineral de la Reforma influye bastante en el cambio y uso de suelo, donde se da un cambio de uso de suelo agrícola a unidades habitacionales, este crecimiento tiende bastante a expandirse hacia la parte sur del área metropolitana de la ciudad, de 1990 cuando había 4388 viviendas se pasó a tener para el 2010 el número de 35924 viviendas, es decir que en tan solo una década de crecimiento del área metropolitana este municipio quintuplico su número de viviendas (INEGI, 2010, p. 26).

De acuerdo con información consultada en SEDESOL se tiene conocimiento de que son actualmente 125 localidades, esta Secretaría clasificó a 74 de ellas como urbanas y a 51 localidades rurales (Secretaría de Desarrollo Social, 2014).

El proceso de ocupación de las aguas del río de las Avenidas que hay en la parte baja de la cuenca contribuye al control de inundaciones en zonas habitacionales de la periferia de la ciudad de Pachuca, la acción colectiva y coordinación de los regantes hace que el agua sea mandada las áreas donde se riega, en vez de que vuelva a regresar e inundar las colonias, lo que ha sido un problema muy común para para las diferentes localidades que se

encuentran en riesgo de inundación, que principalmente son las que colindan con los sistemas de riego. Aunque algunas instancias se coordinan con los regantes para el control del manejo de las aguas de dicho cauce, las obras técnicas de la infraestructura hidráulica sin bien si han resuelto el problema de inundación en algunas partes ahora condicionan espacios en áreas agrícolas productivas.

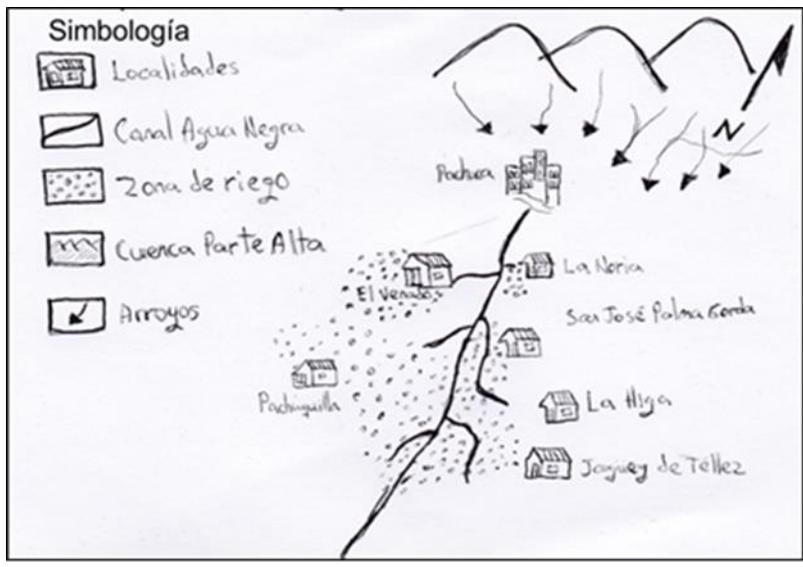


Figura 4.- Croquis zonas de riego con aguas negras, parte alta y media de la cuenca.

Fuente: trabajo de campo, 2019.

#### 4.2. Caracterización físico social de la cuenca del río de las Avenidas y contexto a nivel nacional

Una cuenca hidráulica tiene una importancia fundamental en los estudios tanto regionales como locales. Uno de los diferentes enfoques a través de los cuales se han estudiado las cuencas ha consistido en identificar cómo la sociedad impacta en el medio ambiente afectando el paisaje. Una cuenca existe por sí sola con o sin la influencia de las sociedades, pero en este caso se considera que el Estado siempre decide hacer políticas para administrar sus partes.

Cuando se habla de una cuenca obligadamente se recurre a pensar desde las ciencias sociales y desde la antropología social que hay una región histórica donde lo que predomina son actividades económicas que son el resultado del aprovechamiento de la misma. Es importante definir las características del río de las Avenidas ya que en la presente investigación dicho río es una corriente de agua importante para las áreas de irrigación al sur de la capital del Estado.

La cuenca del río Pánuco es la corriente principal que da origen al escurrimiento de agua del río de las Avenidas, es también categorizada por la CONAGUA como la región hidrológica número 26. Para hablar de la cuenca hidrológica del río de las Avenidas es preciso primero decir que pertenece a esta corriente del río Pánuco para saber que entonces se está hablando de una subcuenca, dicha subcuenca comprende una extensión de 220,000 hectáreas y es endorreica. Ernesto Elorduy Gil (2003) menciona: “En la subcuenca de Pachuca-Tizayuca existen tres microcuencas principales: La del río de las Avenidas, la del río Sosa y la de los ríos Papalote y de la Soledad” (Elorduy Gil, 2003, p. 84).

El Pánuco es uno de los ríos más contaminados del país, debido en gran medida a la contaminación que produce la industria manufacturera, la fabricación de azúcar, papel celulosa, textil, química y siderúrgica. El Pánuco que es perteneciente a la vertiente del Golfo de México es un río que se caracteriza por ser caudaloso. Otras cuencas con problemas grandes de contaminación, además de la del Pánuco, son la del Valle de México, la del río Lerma, la Coatzacoalcos, la del río Blanco y la del río San Juan (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1988, p. 19).

La cuenca del río de las Avenidas al pertenecer a una más grande es una subcuenca, y los macizos montañosos que tiene esta subcuenca tienen escurrimientos de primero, segundo y tercer orden, es decir que los escurrimientos provienen de barrancas de distintas elevaciones, en un estudio de cuenca, se menciona que ésta pertenece a la cuenca alta del río Pánuco, para esta referencia consultada los principales ríos de la cuenca son el río o la barranca de Sosa, el río Papalote y el río de las Avenidas (Romero Bautista, 2012, p. 21).

Alejandro Romero Bautista (2012) menciona que de esta cuenca hidrológica se benefician actualmente 12 ejidos de los municipios de Pachuca, Zempoala, Villa de Tezontepec y Mineral de la Reforma, teniendo a este último municipio como el que más aprovecha el agua superficial para fines de irrigación en localidades como El Saucillo, La Noria, La Higa, Palma Gorda, Rancho El Popolo, El Popolito y Rancho Arturo Meneses. De acuerdo a este estudio la superficie de riego para Venta Prieta es de 20 hectáreas. En San Antonio el Desmonte la superficie de riego es de 28.5 hectáreas; en El Venado la superficie para riego es de 368.69 hectáreas; en El Saucillo la superficie para riego es de 47.25 hectáreas; en La Noria la superficie para riego es de 55 hectáreas; en San José Palma Gorda la superficie para riego es de 90.5 hectáreas; en el rancho El Popolo la superficie para riego es de 30 hectáreas, en El Popolito la superficie para riego es de 51 hectáreas, en el jagüey de Téllez la superficie para riego es de 107 hectáreas, en villa de Tezontepec la superficie para riego es de 146 hectáreas, en el rancho Arturo Meneses la superficie para riego es de 11.5 hectáreas y todas estas superficies de riego suman la cantidad de 1199.44 hectáreas entre los municipios de Pachuca, Mineral de la Reforma , Zempoala y Villa de Tezontepec (Romero Bautista, 2012).

### **4.3. Descripción de la cuenca del río de las Avenidas**

El río de las Avenidas es una corriente perene de agua que en tiempos de lluvias se intensifica, éste ha sido objeto de solicitudes y permisos, algunos de ellos para irrigar grandes terrenos, otros para la irrigación de pequeños predios utilizados tanto para agricultura como para floricultura, para usos industriales y la construcción de obras.

De acuerdo con la carta topografía F14D81 escala 1:50 000 emitida por el INEGI, El río de las Avenidas empieza al norte de la localidad de San Miguel Cerezo, aproximadamente a 2900 msnm. En esa localidad nace uno de los tres escurrimientos más importantes que forma el río de las Avenidas. El primer escurrimiento baja por la cuenca hidrológica a 2700 msnm por el Cerro de la Peña, después por el Cerro las Maravillas y cuando llega a la calle

de Loreto cerca del centro histórico de la ciudad de Pachuca la altura está cerca de los 2500 msnm.

En este punto de la ciudad un segundo escurrimiento de agua se le une al río de las Avenidas. En otro extremo del mencionado Cerro de la Peña otra cañada desciende y en su trayecto pasa por la localidad de Camelia antes de también llegar a Loreto. Al Noroeste de la ciudad un tercer escurrimiento de agua baja y se Junta con la afluencia de las dos cañadas que pasan por en medio de la zona centro de Pachuca de Soto, justo a la altura de lo que es conocido como el viaducto Rojo Gómez, el tercer escurrimiento de agua se junta con los dos anteriores para seguir una trayectoria de Norte a Sur de la ciudad. Parte del curso que sigue el tercer escurrimiento de agua de la cuenca hidrológica del río de las Avenidas tiene que ver con corrientes perenes que vienen desde la localidad de San Pablo y la barranca de Sosa cerca del municipio de Mineral de la Reforma.

Nicolás Soto Oliver (2004) es un autor que habla acerca de las principales barrancas y cañadas que conforman dicho río y dice lo siguiente: Tres de los contrafuertes de la sierra forman otras barrancas o cañadas que al reunirse forman el río de las Avenidas. Esas cañadas son: La del Cerezo o Tulipán, que antes llamaban de la Sabanilla, su dirección es casi de Norte a Sur. La segunda es la del Rosario de curso Noroeste a Suroeste y que es de gran trascendencia para nuestra ciudad, porque ahí se trabajaron las primeras minas y se iniciaron los asentamientos humanos. Se une la tercera cañada en su desembocadura, ésta tiene un rumbo este a oeste y se llama de Texinca. Juntos toman la denominación de San Nicolás y se unen a la del Tulipán, cerca de las haciendas de Loreto y la que fuera Purísima Grande, actual Club de Tenis. Esas son las tres cañadas que forman el río de las Avenidas de Occidente a Oriente, la del Tulipán, la del Rosario y la de Texinca (Soto Oliver, 2004).

El río de las Avenidas suministra a las áreas de cultivo que se encuentran en la parte media del valle. Y representa una importante obra hidráulica para controlar las inundaciones, y para llevar ahí las aguas residuales de toda la población que habita en los diferentes barrios, colonias y zonas residenciales.

Se puede mencionar también que la obra hidráulica del río de las Avenidas comienza cerca del barrio de “La Española” y específicamente en calles como San Juan Pachuca y Juan Carrillo. Esta comienza a transportar las aguas residuales de la ciudad por medio del viaducto Nuevo Hidalgo, esta obra atraviesa todo el centro histórico de la ciudad de Pachuca hasta llegar a la avenida Francisco I. Madero, en esta parte atraviesa tres Bulevares importantes de la ciudad (Everardo Márquez, Rojo Gómez, Luis Donald Colosio) hasta llegar a la parte de los jales donde ya prácticamente la obra de infraestructura hidráulica del río continúa en construcción actualmente.

La cartografía consultada permite corroborar la cita anterior ya que ilustra que efectivamente son tres las cañadas que conforman el río en las partes altas de donde descienden son intermitentes en épocas escasas de lluvias, en la cañada que desciende de la localidad de San Miguel Cerezo la corriente de agua es intermitente puesto que ésta desaparece a veces cerca del cerro las maravillas y es en la calle de Loreto donde vuelve a aparecer, cabe mencionar que también la segunda cañada de las que estamos hablando es intermitente cerca de la mina “El paraíso”.

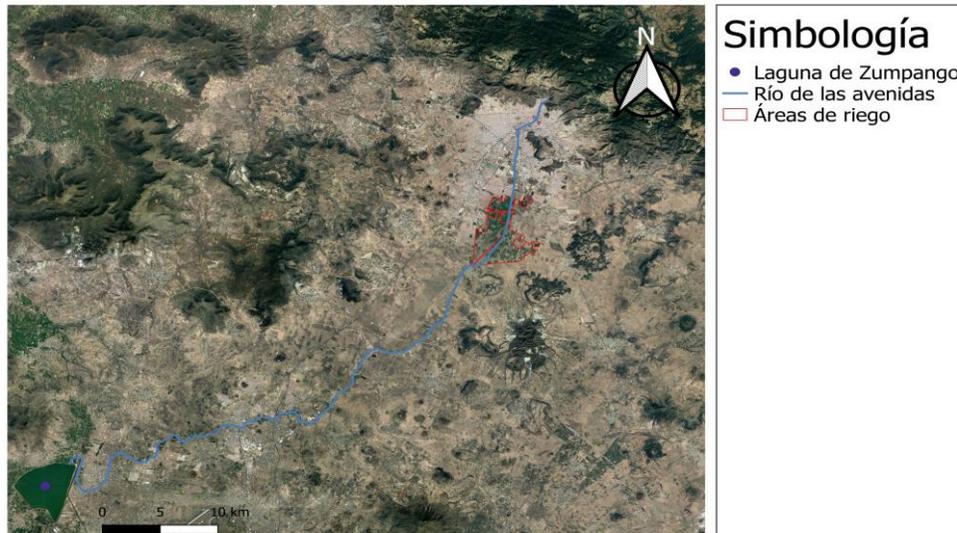


Figura 5.- Río de las Avenidas por el valle de Pachuca-Tizayuca. Desde San Miguel Cerezo hasta la Laguna de Zumpango.

Fuente : Google maps, 2019, Quantum Gis : 3.8.

El río de las Avenidas es el más grande de la ciudad de Pachuca pasa prácticamente por en medio de toda la ciudad y desemboca en la laguna de Zumpango, tiene la particularidad de ser intermitente y fue declarado propiedad nacional el 14 de junio de 1919 cuando el Diario Oficial de la Federación publicara el 26 del mismo mes de junio que este río estaba formado por los arroyos: el Cerezo, Sotol y el Arco. Las aguas eran procedentes de minas ubicadas al norte de la ciudad de Pachuca conocidas con los nombres de San Rafael, Camelia, El Rosario, San Pedro, El Carmen, El Bordo. Se mencionaba también que en tiempo de lluvias llevaba aguas torrenciales que recorrían los municipios de Pachuca, Tolcayuca, Tezontepec, Tizayuca y que llegaban solo en tiempos de lluvias hasta el distrito de Zumpango en la municipalidad de Hueypoxtla. En dicha publicación se mencionan no tres, sino cinco escurrimientos para el caso de los tiempos de lluvias, los cuales son; 1 El cerro del Cerezo, 2 El cerro de San Cristóbal, 3 El cerro de la Magdalena, 4 El cerro de los Leones y 5 Las barrancas de Sosa y Azoyatla (AHA, 1919, Fondo documental: Aguas nacionales, Caja: 1626, Expediente: 22702).

En el punto de la laguna de Zumpango que es donde desembocan las aguas negras y de avenidas de la población cabe mencionar para el caso de este estudio que las aguas que recibe la laguna de Zumpango no únicamente provienen de la parte de norte, sino que también la laguna recibe aguas negras a través del Tajo de Notchistongo el cual es una obra hidráulica que se creó para tener un desalojo fuera de la cuenca del Valle de México. La cuenca del Valle de México tuvo que generar cuatro salidas artificiales de agua ante los problemas de hundimiento de la Ciudad de México, el tajo de Nochistongo fue una de las primeras salidas de agua de la ciudad, pertenecen sus afluentes al río Cuautitlán, esta sección de río fue intervenido, su principal función, la de drenar las aguas al río Tula y el de reducir el caudal que alimentaba los lagos que rodean la Ciudad de México (Juárez García, 2012).

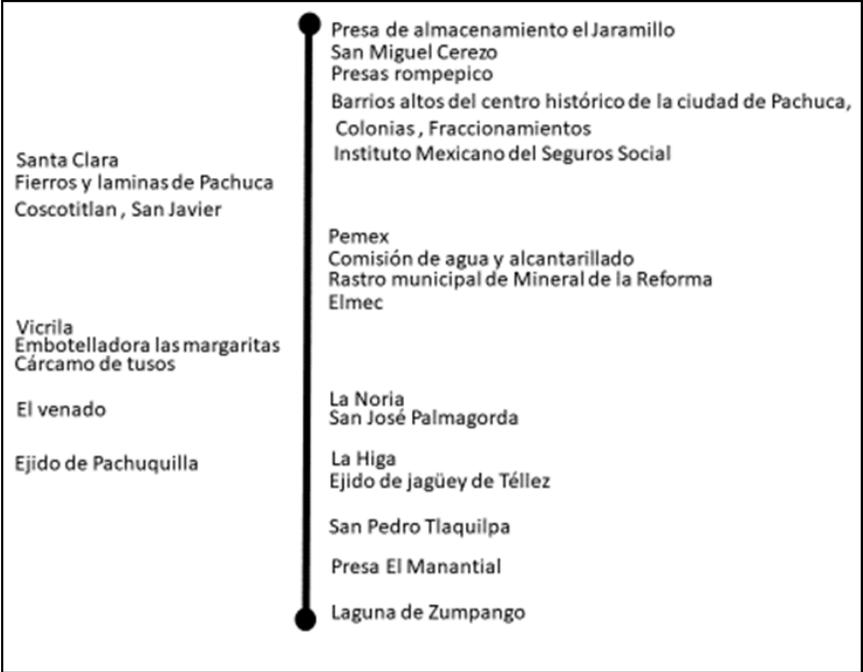


Figura 6.- Principales usuarios e instituciones que se ubicaron al margen del cauce con uso o desalojo de agua.

Fuente: trabajo de campo, 2019.

## ▪ Presas aguas arriba de la cuenca del río de las Avenidas

Para entender de dónde viene el agua que tiene diferentes usos en la parte baja y que uno de ellos es el riego, se ubicaron las principales presas que dan origen al cauce del río de las Avenidas en la parte alta de la cuenca. Las presas aguas arriba se construyeron para el control de inundaciones, algunas como en el caso de la presa El Jaramillo y La presa El Cerezo son ocupadas para el abasto de agua de la ciudad de Pachuca. Las otras presas restantes son muy reducidas y no tienen tanta capacidad de almacenamiento, son presas que se construyeron para el control de las Avenidas y permiten una descarga más lenta aguas abajo.

Para el caso de las presas El Jaramillo y El Cerezo estas son presas de almacenamiento y abastecen a algunos sectores de Pachuca, otra parte del abasto de agua para la ciudad de Pachuca proviene del acuífero Cuautitlán – Pachuca. Existen una serie de pozos en la periferia de la ciudad de Pachuca que se relacionan con el abasto de agua que se la da a la ciudad y a los demás municipios de la zona metropolitana, hay una concentración de pozos que son parte del acuífero Cuautitlán - Pachuca justamente en el área donde se practica la agricultura de riego periurbana de acuerdo(INEGI, 2016).

Aunque en menor parte el acuífero Cuautitlán – Pachuca abastece la demanda de agua de la ciudad de Pachuca y también a la parte norte de la Ciudad de México, de acuerdo con algunas referencias tiene un problema de sobreexplotación porque dicho acuífero no solo abastece de agua potable a la región de Pachuca (Galindo Castillo, 2011, p. 10) .

En la parte alta de la cuenca en lo que forma parte de la sierra de Pachuca se encuentran lo que son 5 presas; 1) El Jaramillo, 2) El Cerezo, 3) Camelias, 4) Avenidas, 5) San Buena Aventura. Para el caso de la presa El Jaramillo y la presa El Cerezo se encuentran dentro de áreas protegidas y hay presencia de comités comunitarios encargados del manejo de esas áreas para ecoturismo.

Dos de estas son de almacenamiento que son la presa del Jaramillo la cual es la más grande y la presa El cerezo. La presa de Camelias, Avenidas y San Buena Aventura son de tipo rompepicos (presas reducidas que no poseen gran capacidad de almacenamiento y se utilizan para el control de avenidas).

La presa con más importancia es la presa El Jaramillo la cual sirve para abastecer de agua potable a parte de la población de Pachuca. De acuerdo con información de los Ingenieros Antonio Hernández y Rubén Armendáris Rubio actualmente 3 de las 5 presas mencionadas se encuentra en total funcionamiento, las presas como la de nombre Avenidas está llena de azolve. Quien toma las decisiones al respecto de estas presas es CONAGUA quien tiene personas encargadas de checar los niveles de agua de estas infraestructuras de control que son importantes para la ciudad (Trabajo de campo, 2018).

De acuerdo a un oficio consultado el arroyo el Jaramillo es el escurrimiento superficial que por gravedad llega a la presa El Jaramillo, se volvió de jurisdicción federal el 22 de diciembre de 1914, era conocido como presa La Reforma antes de que fuese presa El Jaramillo como dice a continuación un fragmento del documento; “Los derrames de la referida presa La Reforma ocasionados en tiempos de lluvias vienen a ser afluentes del río Pachuca que comienza en las afueras de la mencionada hacienda de Loreto y pasa por el Estado de Hidalgo y al Estado de México pero no sirve de límite entre ambas entidades”... “Sus aguas son permanentes las cuales brotan de unos manantiales situados al norte de la ciudad de Pachuca donde está en construcción por cuenta del mismo gobierno la presa de La reforma de que se ha hecho referencia y sus aguas hace tiempo se aprovechan para el abastecimiento de la propia ciudad de Pachuca” (AHA, 1914, Fondo: Aprovechamientos superficiales, Caja: 1666, Expediente: 24290, Legajo: 0, Fojas: 21).

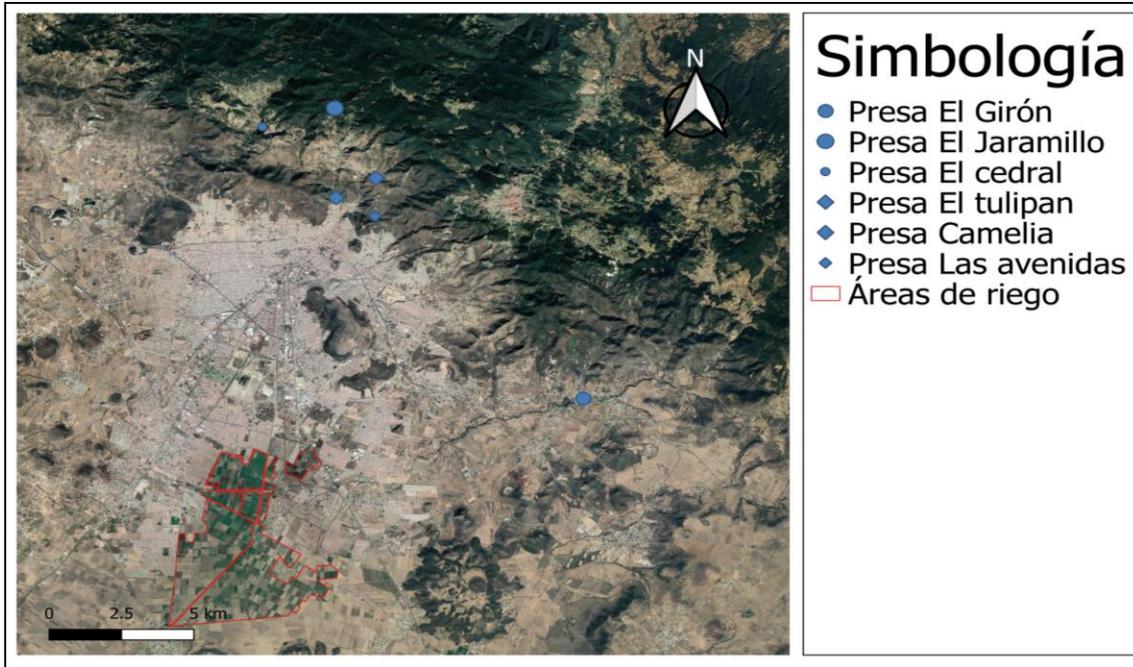


Figura 7.- Estructuras de control en la parte alta de la cuenca del río de las Avenidas.

Fuente : Google maps, 2019, Quantum Gis : 3.8.

De acuerdo con las referencias en la literatura la presa El Jaramillo y la presa El Cerezo se encuentran dentro del área protegida del Parque Nacional El Chico, el cual se sitúa en el extremo occidental del sistema orográfico de la sierra de Pachuca, también pertenece una parte de este territorio al eje neo volcánico transversal (Comisión Nacional de Áreas protegidas, 2005, p. 21). Estas presas se encuentran dentro del área preservada como bosque Nacional por decreto del 10 de mayo de 1898 (Comisión Nacional de Áreas protegidas, 2005, p. 57).

Las aguas del Parque Nacional El Chico se dividen en lo que son dos cuencas hidrográficas: la del valle de México y la del río Pánuco, para el caso de las presas El Jaramillo y El Cerezo la Comisión Nacional de áreas protegidas menciona: En lo que respecta a la vertiente sur del parque (Valle de México) el agua captada por las presas El Jaramillo y en menor proporción El Cedral y La Estanzuela es utilizada para el abastecimiento de agua potable de la parte norte de la ciudad de Pachuca.

En el caso específico de la presa El Cedral se utiliza para actividades recreativas: lanchas de remo y el sembrado de peces de interés deportivo y de autoconsumo, por lo que se desconoce el daño de la ictiofauna local y la repercusión en la salud de los consumidores de la ciudad de Pachuca (Comisión Nacional de Áreas protegidas, 2005, p. 58).

El resguardo de estas presas junto con las áreas protegidas del parque como lo son bosques, fauna, flora, pastizales y pequeñas áreas de cultivo son responsabilidad de administraciones ejidales, en específico: Centro recreativo “El Cerezo” administración ejidal y Bosque natural ecoturístico del ejido “El Cerezo”.

Las aguas de la presa El Jaramillo han sido aprovechadas para servicios públicos urbanos de acuerdo a una solicitud del año 1826 donde se solicitaba el uso de las aguas. (AHA, 1984, Fondo documental: Aguas nacionales, Caja: 3279, Expediente: 49433, Legajo: 1, Fojas: 10)

Serian 7 proyectos los que se realizarían como obras de control de agua en la parte alta de la cuenca; 1) Presa Las avenidas, 2) Presa Camelias, 3) Presa El Cerezo, 4) presa tres Marías, 5) Presa Escandón, 6) Sobrelevación de la presa El Jaramillo y 7) Sobrelevación de la presa San Buenaventura (AHA, 1986, Infraestructura hidráulica, Caja: 262, Expediente: 6992, Foja 3).

Un documento consultado en el Archivo Histórico del Agua contiene como ante la situación de inundación de la ciudad en periodos de lluvias se realizaron obras de emergencia para la protección de la ciudad, se recomendaba la construcción de presas rompepicos. De acuerdo a esta documentación la Secretaría de Recursos Hidráulicos realizo en ese tiempo un contrato para la realización de los proyectos, el principal proyecto para el control de las avenidas fue el de sobrelevación de la presa El Jaramillo en la cuenca alta el cual costaría \$7'217,350.00, otro era el proyecto de encauzamiento y control de escurrimientos del río el cual costaría \$850,000.00 (AHA, 1985, Fondo documental: Aguas nacionales, Caja: 1460, Expediente: 19930, Legajo: 1, Fojas: 9 ).

La evaluación de como funcionaban estas presas comenzó en 1985 cuando los daños por inundaciones en la ciudad se intensificaron. Un documento encontrado menciona que las presas se podían ocupar para riego y así poder evitar las inundaciones. Las presas serian construidas para el caso del Jaramillo y Camelia. En la presa El Jaramillo se realizó una obra técnica de sobrelevación de la cortina de la presa, la cortina tendría que quedar con una altura de 27 metros y se construiría una sección vertedora de 1.20 metros de longitud de cresta para regulación de las avenidas (AHA, 1986b, Fondo documental: Infraestructura Hidráulica, Caja: 284, Expediente, 7648, Legajo: 0, , Fojas: 3).

Desde 1986 se hablaba en los documentos consultados que a la presa El Jaramillo se le consideraba importante en el abastecimiento de agua potable para la ciudad, la presa se explotaba a su máximo en los meses de octubre a mayo y la regulación de las avenidas por otro parte se daba entre los meses de Julio a septiembre, también se tendría que destinar parte del almacenamiento a conservar un espejo de agua permanente el cual serviría para fines turísticos. Dicho documento menciona las características de las presas. La presa *Las avenidas* tenía que ser una presa rompepico con una capacidad de 110000M<sup>3</sup>, una altura de 16 metros, hecha de mampostería y concreto simple, compuesta por una válvula, compuerta deslizante y tuberías (AHA, 1986, Fondo documental: Infraestructura Hidráulica, Caja:284, Expediente: 7648, Legajo: 0 , Fojas 3 ).

En otro documento dirigido a la Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica se mencionaba lo siguiente: “La ciudad de Pachuca se ve constantemente afectada por el caudal incontrolado que conduce el río de las Avenidas , al cruzar la zona urbana, provocando inundaciones en masienos un 40% de la parte antigua de la ciudad, poniendo en peligro vidas y bienes de sus habitantes y causando prejuicios a las actividades comerciales e industrias de la zona...se construyó un conducto cerrado para reducir el gasto de las avenidas ordinarias , y las extraordinarias se deben controlar con presas rompepicos en la cuenca alta del río de las Avenidas y sobrelevación de la presa El Jaramillo” (AHA, 1985a, Fondo documental: Infraestructura Hidráulica, Caja: 272, Expediente:7310, Legajo:0, Fojas:6). De acuerdo a las referencias consultadas debería de quedar terminados los 7

proyectos de los cuales la institución encargada de supervisar las obras era personal técnico especializado de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

La gestión entre el personal técnico que opera esta presa no es coordinada, con base en las entrevistas realizadas a los usuarios de riego de aguas abajo se puede mencionar que no existe una relación de ellos hacia las personas que manejan las presas aguas arriba. Mientras que el personal de las áreas protegidas se encarga únicamente de la vigilancia de las presas, el personal técnico de Comisión Nacional del Agua que revisa las presas no realiza las tareas de mantenimiento en función a la manera en cómo pueden recibir los usuarios de riego el agua en la parte baja.

#### 4.4. Principales usuarios del agua potable en la ciudad

Los usuarios del agua potable en Pachuca que se encuentran establecidos en el área metropolitana y sus diferentes municipios, entre empresas de servicios, colonias, unidades habitacionales y centros comerciales son quienes crean este desalojo de agua constante de la ciudad hacia el campo de la periferia. Luz Verónica Tovar Escorza (2007) menciona que son un aproximado de 120 mil usuarios de agua potable los que se encuentran en municipios del área metropolitana de Pachuca; Mineral de la Reforma, Mineral del Monte, Pachuca, Epazoyucan y Zempoala (Tovar Escorza, 2007).

De acuerdo con el Registro Público de los Derechos del Agua (REPDA) los principales actores que utilizan el agua en la ciudad de Pachuca son los siguientes:

Tabla 1.- Principales usuarios del agua en Pachuca.

Titular	Uso	Fecha de Registro
Edith Ibarra Jiménez	Servicios	2017
Elementos de mecanismos S.A de C. V	Servicios	1995
Fierros y láminas de Pachuca S.A. de C.V.	Servicios	1998
Instituto Mexicano del Seguro	Servicios	2000

Titular	Uso	Fecha de Registro
Social		
Genaro Ciriano López Estrada	Servicios	2011
Tomas Munguía Monsalvo	Servicios	2003
Nuevo Wal-Mart de México S. de R. L. de C.V.	Servicios	2013
Pedro Lara Juárez	Servicios	2006
Pemex refinación	Servicios	1996
Pemex Refinación	Servicios	1998
Servicio autovasa de Hidalgo S. A. de C.V.	Servicios	1995
Transportes Tellería S.A. de C. V	Servicios	1996
Club de golf S.A. de C.V.	Diferentes usos	1995
Embotelladora la Paz S.A. de C.V.	Diferentes usos	1997
Cuauhtémoc Martínez García	Doméstico	1998
Instituto de Vivienda y Desarrollo Urbano del Estado de Hidalgo	Doméstico	1996
Municipio de Mineral de la Reforma	Doméstico	2005
Secretaría de la Defensa Nacional	Doméstico	2013
Ejido El Cerezo	Agricultura	2003
Ejido de Santiago Tlapacoya	Agrícola	1998
Sociedad de Solidaridad Social Invernaderos Laguna	Agrícola	1997
Pemex refinación	Industrial	2008
Santa Clara Productos lácteos S.A. de C.V.	Industrial	2012
Santa Clara Productos lácteos S.A. de C.V.	Industrial	1996
Horacio Villamil Vargas	Pecuario	1999

Fuente: Registro Público de los Derechos de Agua, 2019.

De acuerdo María Lurdes Anaya Ventura (2011) los principales problemas del manejo urbano en Pachuca se relacionan con la manera en que se da el servicio del agua por parte de la institución encargada que es CASSIM, la manera en la que se pueden presentar situaciones de desabasto de agua en la ciudad y el tandeo del agua de los diferentes asentamientos poblacionales de la ciudad.

Entre los municipios atendidos por CASSIM en el Estado de Hidalgo se encuentran; El Arenal, Mineral del Chico, San Agustín Tlaxiaca, Pachuca de Soto, Mineral del Monte, Epazoyucan, Mineral de la Reforma, Tepeapulco, Singuilucan, Zempoala y Tlanalapa. De estos municipios mencionados se estima que se abastece agua potable para 569,277 habitantes. Esta autora menciona que el tandeo que se da entre las principales colonias de la ciudad se da de manera diaria y durante 10 horas, agua que se extrae de acuífero Cuautitlán – Pachuca (Amaga Ventura, 2011).

Aunque se dice que no se conoce realmente la disponibilidad de agua del acuífero Cuautitlán – Pachuca, hay otros estudios que hablan de la actual sobreexplotación de agua que está teniendo dicho acuífero en las últimas décadas<sup>1</sup>. A continuación, se muestra una tabla con algunos de los usuarios que tienen inscritos un permiso para poder hacer una extracción de este acuífero y su volumen de extracción.

Haciendo un cálculo del volumen de extracción de aguas que los usuarios de la zona metropolitana ocupan se tiene un gasto anual de 1, 716,183.77 m<sup>3</sup> al año entre los usuarios del agua que conforman los siete municipios de mayor importancia de la zona metropolitana de la ciudad de Pachuca. Los regantes de nuestro interés tienen un aprovechamiento de las aguas de un aproximado de 3,109,302 m<sup>3</sup> anuales (Registro Público de los Derechos de Agua, 2019) .

---

<sup>1</sup> Véase:(Galindo Castillo, Erick, 2011).

Tabla 2.- Principales empresas en Pachuca que se abastecen de agua que es extraída de pozos del acuífero Cuautitlán- Pachuca.

Empresa o Institución	Volumen de extracción en M <sup>3</sup> por año del Acuífero Cuautitlán Pachuca	Uso
Comisión de Agua y Alcantarillado de Sistemas Intermunicipales	1,400,198.00	Público urbano
Embotelladora las Margaritas S.A. de C.V.	200,000.00	Industrial
Embotelladora las Margaritas	130,000.00	Industrial
Club de Golf Pachuca S.A. de C.V.	221,000.00	Diferentes usos
Pemex refinación	25,000.00	Industrial
Santa Clara Productos lácteos S.A. de C.V.	100,000.00	Industrial

Fuente: Registro Público de los Derechos de Agua, 2019.

#### 4.5. Desalojo de aguas negras a través del río de las Avenidas

El río de las Avenidas es el cauce a través del cual se hace el desalojo de aguas negras y aguas grises de la ciudad, toda la ocupación de los usuarios del agua en Pachuca va a dar obligadamente a este cauce. Se le suman las aguas que desalojan los pueblos establecidos en la parte alta de la sierra de Pachuca, en la ciudad se le suma el desalojo de aguas de todos los barrios pachuqueños establecidos en los cerros que rodean Pachuca, se le suman también las aguas de sus principales centros comerciales como lo son Plaza Q, Plaza Gran Patio, Plaza Galerías, Plaza Soriana del Valle, Plaza bella, Plaza Universidad , se suman las aguas que desalojan las escuelas públicas y privadas, el Hospital General, zonas residenciales como San Javier en sus distintas secciones, además se suman las aguas de la población de los municipios del área metropolitana, principalmente; Pachuca de Soto, Mineral de la reforma, Epazoyucan, San Agustín Tlaxiaca y Zempoala.

Tabla 3.- Empresas o Instituciones que tienen registrado su volumen de descarga de agua al río de las Avenidas.

<b>Empresa o institución</b>	<b>Volumen de descarga en M<sup>3</sup></b>	<b>Uso y ocupación del agua</b>
Embotelladora las margaritas	52.80	Lavado de botellas y pisos. Servicios sanitarios
Instituto Mexicano del Seguro Social	14.10	Servicio médico
Nueva Wallmart de México	1	Sanitarios de tiendas, limpieza y otras áreas
Pemex refinación	2	Sanitarios y lavado de tanques
Pemex servicios	35	Sanitarios
Secretaría de la Defensa Nacional	103.68	Destinado a las instalaciones del batallón de infantería
Elmec	1.00	Uso industrial

Fuente: Registro Público de los Derechos de Agua, 2019.

Los tres parques industriales del área metropolitana de la ciudad de Pachuca también impactan con sus descargas de aguas negras en el río de las Avenidas, son básicamente tres parques industriales con empresas dedicadas a distintas actividades. En el caso del parque industrial La Paz empresas como Ánfora tiran sus aguas al río, son aguas que principalmente llevan caolín el cual es un tipo de arcilla blanca.

La empresa Elementos de mecanismos S. A de C. V. (Elmec) también desecha las aguas que ocupa las cuales llevan una cantidad considerable de grasa ya que esta empresa se dedica a lo que es la elaboración de herramientas de corte. En el caso de la empresa Las margaritas, son una empresa embotelladora de la marca coca cola la cual diariamente tira al río agua tratada de su planta tratadora de agua. Se mencionó en una de las entrevistas que por cada 2.5 litros de agua que se utilizan en la planta se elabora 1 litro de refresco, el otro 1.5 litros de agua se tira, la empresa utiliza en promedio 350,000 litros de agua al día. La necesidad de tener una planta tratadora de agua se da porque el agua una vez que se utiliza para la fabricación de refrescos lleva cargas orgánicas con azúcares y ácidos, por eso requiere de un tratamiento antes de ser tributada al cauce del río de las Avenidas.

Los parques Industriales Canacintra y Parque Industrial Metropolitano también cuentan con empresas que tiran sus aguas al cauce del río de las Avenidas, ya sea directa o indirectamente a través de los canales de municipales que tributan sus aguas al río de las Avenidas, finalmente el río de las Avenidas desemboca cerca de Tizayuca, Hidalgo en la presa El manantial para posteriormente llegar a la laguna de Zumpango.

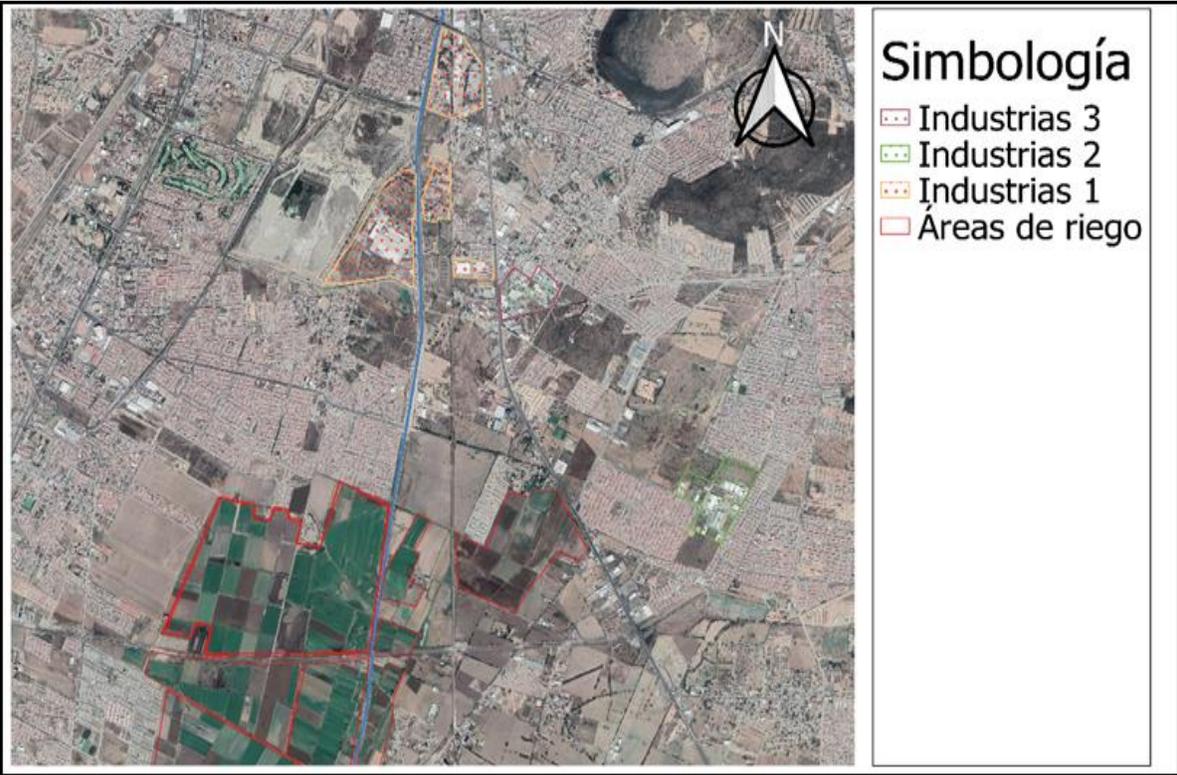


Figura 8.- Parques industriales.

Fuente : Google maps, 2019, Quantum Gis : 3.8.

La ciudad de Pachuca ha tenido algunas propuestas de construcción de plantas de tratamiento de agua negra para ser operadas en la periferia de la ciudad. La planta de tratamiento de San José Palma gorda no mantiene ninguna relación con el regadío, a pesar de que trata parte de las aguas de La Calera, Municipio de Mineral de la Reforma. El agua que es tratada sirve para usos urbanos como el riego de áreas verdes del municipio, se

tratan de acuerdo a información del personal que opera esta planta 50 lps, entrevista a Roberto Margarito Ramírez Vargas, 2019.

La demanda de agua actual de la ciudad de Pachuca sugiere pensar que entre más desalojo de agua podría haber un área de riego más grande.

Se considera importante la identificación de los puntos de descarga de agua negra que se hacen al río de las Avenidas y de donde provienen estas descargas, actualmente con la urbanización de la Zona Metropolitana han incrementado el número de descargas sobre los márgenes del río, drenes colectores de aguas municipales también tributan al río sus aguas. En la ciudad de Pachuca existen de acuerdo con Luz Verónica Tovar Escorza (2007) un aproximado de 127 mil usuarios del agua potable distribuidos entre 5 municipios del área metropolitana, el problema de que se han construido 144 fraccionamientos, aumentaría la demanda de agua a 2 mil litros por segundo (Tovar Escorza, 2007, p. 12), y de acuerdo al información anual de actividades de la Comisión Nacional del Agua (2005) el gasto total de agua potable era de 1440 litros, lo que lleva a reflexionar que si existe una cantidad de agua potable utilizada en la ciudad y esta tiene un desalojo entonces como consecuencia esta la presencia de más áreas de riego que tienen prioridad en el paisaje.

#### **4.6. Crecimiento de la zona metropolitana de la ciudad de Pachuca**

El fenómeno de expansión de la zona metropolitana de la ciudad de Pachuca se ha dado de forma acelerada en los últimos 20 años ya no solamente en su municipio continuo que es Mineral de la Reforma, se está dando ahora en varios de los municipios que conforman el área metropolitana (Epazoyucan, Mineral del Monte, Pachuca de Soto, San Agustín Tlaxiaca, Zapotlán de Juárez, Zempoala). Antes no existían problemas para el abastecimiento de agua potable de los barrios pachuqueños y las colonias más antiguas de la ciudad, sin embargo, conforme ha crecido la demanda del agua, el acceso al recurso ha empezado a tener sus limitaciones en la zona centro de la ciudad de Pachuca.

La zona metropolitana de Pachuca tiene una extensión territorial de 1,196.5 Kilómetros cuadrados, su densidad media urbana comprende 7 municipios , entre ellos Pachuca y Mineral de la Reforma sobrepasan el criterio de centralidad con más 50 mil habitantes y conurbación física, en solo 20 años duplicó su población (Cesar R. Pérez Marcial en INEGI, 2010) .

Cesar R. Pérez Marcial (2017) analiza como la zona metropolitana de la ciudad de Pachuca ha crecido bastante en los últimos 20 años debido a la dependencia que tiene con otras zonas metropolitanas como la ciudad capital del Estado de Hidalgo, el desarrollo de sus vías de comunicación, el desarrollo tecnológico y la construcción de nuevas vialidades ha llevado a que se tenga un proceso acelerado de sobrepoblamiento del área metropolitana que no considera las problemáticas de tener a todos viviendo en un centro.

El crecimiento de Pachuca se ha dado principalmente hacia los extremos oriente, poniente y principalmente al sur de la mancha urbana, debido a las limitaciones que impone el espacio y por la accesibilidad a áreas planas o de someros lomeríos. El crecimiento exponencial que ha tenido ha sido causado también, por los grandes flujos de migración que se han presentado; siendo estos movimientos migratorios tanto rurales como urbanos, es decir, que existen flujos migratorios de zonas rurales como de zonas urbanas, las cuales se distinguen. Así como los provenientes de contextos rurales que corresponden mayoritariamente a personas hablantes de lenguas indígenas, mientras que los flujos urbanos no los son, pero son también migrantes indígenas de zonas, como el Distrito Federal, el cual es uno de los mayores expulsores de migrantes hacia Pachuca (Pérez Marcial, 2018, p. 12). De acuerdo al mismo autor el crecimiento de la ciudad obedece a una lógica de planeación urbana que tiende hacia la parte sur donde se esta la existencia de planicies donde construyen cada vez más nuevos fraccionamientos sobre zonas agrícolas potenciales.

La Zona Metropolitana de la ciudad de Pachuca es una de las tres que hay en el Estado de Hidalgo, en las dos otras zonas metropolitanas que son la de Tula y Tulancingo incluso se pueden ubicar zonas de riego más grandes que la de Pachuca(CONAPO, INEGI, 2018). Particularmente la ciudad crece más hacia el sur donde se ubica la municipalidad de Mineral

de la Reforma, territorio conformado actualmente por 122 localidades, de acuerdo a los últimos datos este tiene una población de 127,704 habitantes(INEGI, 2018). Su crecimiento en cuanto a número de viviendas al año fue en aumento ya que en 1990 reportaba 4,388 viviendas y en 2010 una década después se había quintuplicado con 35924 viviendas (INEGI, 2010). El número de viviendas y habitantes creció alrededor de la ciudad mientras que en el centro de la ciudad el número de habitantes ya no tuvo un incremento, lo que paso con Mineral de la Reforma se convirtió en un problema de crecimiento poblacional que se ve cada vez más reflejado en la creación de nuevos fraccionamientos y otras zonas habitacionales. “Los fraccionamientos con esta tendencia están condenados a sufrir desequilibrios y carencias en el suministro de agua potable, alcantarillado, pavimentación, alumbrado público, seguridad pública y recolección de basura” (Hernández López, 2007, p. 13).

El conflicto que hay en la Zona Metropolitana de Pachuca es el de no considerar a los espacios del medio rural como importantes para el desarrollo de la región, en vez de esto la mala planificación urbana y la construcción de nuevos fraccionamientos en zonas que se sabe que son inundables continua. La importancia de considerar en el ordenamiento territorial a las comunidades del medio rural radica en respetar el patrimonio natural y cultural de las comunidades que tienen prácticas distintas a las de la vida urbana.

Raúl Rodarte García y Emmanuel Galindo Escamilla (2016) ejemplifican para el caso de Pachuca como es que la ciudad ha devorado prácticamente en los últimos 50 años espacios del medio rural donde anteriormente se llevaban a cabo prácticas agrícolas como las de la agricultura de riego. La explotación de minas como una etapa muy prematura de la ciudad de Pachuca marcó su crecimiento hacia la parte sur principalmente y transformo espacios agrícolas que rodeaban la ciudad.

En Pachuca se considera a la minería como la principal actividad económica que marco la historia de lo que es la ciudad a través de sus famosas compañías mineras que extraían el mineral de oro y plata, sin embargo, los pueblos alrededor de este centro continuaban teniendo actividades agrícolas.

Raúl Rodarte García y Emmanuel Galindo Escamilla (2016) señalan la desaparición de las tierras agrícolas de riego del ejido Venta Prieta y El Venado, antes las principales áreas de agricultura de riego periféricas a la ciudad. “En el proceso de expansión urbana, “Los jales mineros” eran el principal obstáculo para la urbanización, fueron eliminados, en esa superficie nueva se crearon nuevos asentamientos inmobiliarios para clase media y que influyen en el crecimiento comercial en toda la zona del centro del sur de la metrópoli. En este espacio se desarrolla la plaza comercial Gran Patio. Este crecimiento desaparece las tierras agrícolas de riego del ejido de Venta Prieta y las del Venado (Rodarte García, Raúl, 2016, p. 13). Estos autores apuntan a que no hay una disposición por parte de la ciudad a conservar los espacios rurales y la naturaleza de estos espacios, actualmente la ciudad opta por desaparecerlos sin plantearse dentro de los objetivos de su ordenamiento territorial el considerarlos como espacios verdes que brindan servicios ambientales a la población además de ser potenciales áreas para el desarrollo económico de una región.

La expansión urbana sobre, aproximadamente, 14. 6 km<sup>2</sup> ha significado la desaparición de ecosistemas y culturas rurales. Para el espacio rural ha significado la casi desaparición de por lo menos tres ejidos: Venta Prieta, Santa Julia, El Palmar y en Mineral de la Reforma El Venado; y haciendas como la de Cocotitlán, La luz, San Miguel Azoyatla entre otras (Rodarte García, 2016, p. 16).

#### **4.7. Las instituciones en el control de inundaciones y crecidas del río**

Actualmente en el río de las Avenidas no existe una estación de aforo o una estación hidrométrica donde se mida cuánta agua entra para la ciudad los encargados del manejo de todo lo que tiene que ver con el cauce del río de las avenidas comentan que no hay una estación hidrométrica actualmente, CASSIM sería la responsable junto con CONAGUA de establecer esta estación en algún punto para resolver la problemática del control de Avenidas y para medir la capacidad máxima que tiene el colector de aguas negras. CONAGUA, CASSIM y Secretaría de Obras Públicas y Ordenamiento Territorial son quienes intervienen en la operación y mantenimiento del río.

En el margen derecho del río de las Avenidas a la altura de donde actualmente continúan las obras de revestimiento de infraestructura hidráulica del río de las Avenidas se encuentra un cárcamo, este recolecta las aguas residuales a través de un drenaje que corre paralelo al río de las Avenidas, cuando este se llena drena el agua al río de las Avenidas, su funcionamiento es para el control de inundaciones, es el único que hay en todo el tramo del río. El fraccionamiento Tuzos que se inunda constantemente necesita del funcionamiento de este cárcamo además de que se utiliza equipo de bombeo para drenar el agua que inunda la zona antes de que de vuelta por los canales de riego que colindan con los límites del fraccionamiento y vuelvan a inundar.

El informante Jorge Lugo encargado de supervisar el drenaje del agua que llena el cárcamo me indico que por lo que respecta a la estación se recibe agua que viene desde las colonias C. Doria, Real de La Plata y Tuzos. Cerca del Cárcamo pasa el dren pluvial que colecta las aguas, se ubican dos compuertas sobre el drenaje, el informante me explico que en tiempos en los que la lluvia se intensifica tienen que estar atentos a drenar el agua al cauce del río de las Avenidas o sucedería que el agua vuelve a dar vuelta por el fraccionamiento colindante que es Tuzos y los inunda porque además es un fraccionamiento construido sobre un suelo que históricamente se ha inundado en la ciudad. Entonces el drenaje de aguas pluviales tiene la función de controlar las inundaciones y por otro lado sirve para pasar agua para riego al sistema que corresponde a la localidad de El Venado y parte de San José Palma gorda en el margen derecho del cauce del río de las Avenidas.

El informante menciona que hay un punto en donde se juntan las aguas del drenaje pluvial con las aguas negras, en este punto los ejidatarios de San José Palma gorda abrieron una especie de paso del agua que les sirve para aprovechar el agua que aún no se pasa al cauce del río de Las Avenidas aprovechando las aguas de este colector. El cárcamo opera las 24 horas del día y cuenta con un personal con tres turnos de trabajo.

La función del personal que opera el cárcamo de Tuzos en coordinación con la Comisión Estatal de agua es la de supervisar además los periodos fuertes de lluvias y tener listas dos

bombas que se colocan cuando llueve a un lado del drenaje pluvial, estas bombas se conectan con mangueras y ayudan a que las colonias no se inunden en esa parte de la ciudad. De acuerdo a la información de las entrevistadas dichas bombas se encontraban fijadas en el punto mencionado, sin embargo, se robaron una bomba y ahora hay gente responsable de colocar las bombas solo durante el tiempo que se ocupan.

De acuerdo a autoridades de la Secretaría de Obras Públicas y Desarrollo territorial el río de las Avenidas se limpia en tiempos de lluvias para desazolver su cauce, trabajan en coordinación con la Comisión Nacional del Agua. Se presta una retroexcavadora que limpia a partir del tramo de río conocido como Boulevard Las Torres. Cabe mencionar que cuando se realizan los trabajos de desazolve del río los regantes supervisan las acciones hechas para que no verse afectados.

La Protección Civil del Estado de Hidalgo que tiene su sede en Pachuca conforma anualmente un comité estatal de emergencias de todos los enlaces operativos que tiene en el estado. Participan instituciones del sector privado, gobierno federal y municipios. También dependencias de gobierno, organizaciones civiles, Cruz Roja Mexicana, Asociación de transportistas, Secretaría de Gobernación, Secretaría de Desarrollo Social, Servicio Geológico mexicano, CONAGUA, Ejército Mexicano del Estado de Hidalgo. Se juntan regularmente un aproximado de 45 personas que son las que conforman el Comité de Emergencias del 25 de mayo al 30 de noviembre.

De acuerdo con Ángel Chávez Valdez trabajador de la Protección Civil del Estado de Hidalgo empieza la temporada en invierno con el control de incendios forestales. En la parte de lo que corresponde al área metropolitana se previene el riesgo, el conflicto y la contingencia. De acuerdo con el entrevistado se reciben reportes de volumen de presas del estado del Hidalgo, pero no existe un reporte para el caso de Pachuca referente al nivel de las presas, un problema es la falta de una estación hidrométrica, sin embargo, el trabajo de este grupo que se conforma es el de anticiparse a cualquier riesgo que pueda haber.

Dicho Comité es responsabilidad de la Dirección General de Protección Civil, el cual tiene un Director General que se llama Enrique Padilla Hernández. La ley General de Protección Civil enmarco la necesidad de este comité en 2012. La ley Estatal de Protección Civil es la que estipula en su artículo 17 la existencia de dicho comité.

De acuerdo con la Ley de Protección Civil del Estado de Hidalgo el Comité de emergencias es un órgano Estatal dedicado a salvaguardar los riesgos y brindar auxilio oportuno , también si un servicio público es dañado tienen que participar en la reparación, entre las funciones que debe de realizar esta la de analizar la situación de un caso de emergencia y evaluar el impacto, también tienen que coordinarse con personal técnico para la resolución de los problemas, determinar medidas y vigilar el cumplimiento de la acciones coordinadas (Instituto de Estudios Legislativos, 2011, p. 14).

Tabla 4.- Cuadro de actores y funciones específicas.

<b>Actores</b>	<b>Funciones específicas</b>
Encargados de las presas en la parte alta	Se encargan de la vigilancia de las presas dentro de los límites de las zonas protegidas
Comisión de Agua y Alcantarillado de Sistemas Intermunicipales	Abastecer de agua por medio de tandeo a la población de Pachuca Reparación de tuberías
Comisión Nacional del Agua	Se encargan de desensolvar las presas rompepico y de inspeccionar el cauce el río de las avenidas
Ayuntamientos municipales	Se encargan por medio de autoridades municipales de protección civil de limpiar coladeras y drenajes municipales
Empresas de servicios	Desalojan al cauce del río arcillas y aceites, algunas de estas empresas tratan sus aguas internamente antes de desecharlas
Secretaría de Obras Públicas y Desarrollo Territorial	Atiende los casos de desbordamiento del río de las avenidas en partes específicas
Secretaría de Obras Públicas, Desarrollo urbano, vivienda y movilidad	Se encarga de las aguas municipales del municipio de Pachuca con acciones de mantenimiento y limpieza a los drenajes y

Fuente: Trabajo de campo, 2019.

De acuerdo con la entrevista a Jesús Monsalvo Ángeles (2019), ingeniero de la Secretaría de Obras Públicas, Desarrollo, vivienda y movilidad, las instituciones en el control de inundaciones y crecidas del río de las Avenidas se encuentran divididas en instituciones que supervisan el cauce federal que en este caso es el río de las Avenidas, los cauces de las aguas estatales y los cauces que corresponden a los municipios. En Pachuca la Comisión de Agua y Alcantarillado de Sistemas Intermunicipales es la Institución encargada de la limpia de los drenajes que son considerados estatales, cuenta con 5 camiones con sistema de succión. Existe coordinación entre las secretarías, CASSIM y el Comité de emergencias que se integra para atender los riesgos, principalmente porque Protección Civil del Estado de Hidalgo cuenta con un parque de maquinaria para atender a las problemáticas. El río de las Avenidas junta lo que son las aguas de lluvia con las aguas provenientes de los diferentes municipios de su área metropolitana, aunque se intentan separar las aguas pluviales de las sanitarias a través de proyectos. En Pachuca de acuerdo con la Secretaría de Obras Públicas, desarrollo urbano, vivienda y movilidad, una de las problemáticas en el caso de las inundaciones es normalizar a aquellas viviendas o construcciones que quieren tirar sus aguas a la calle, pero no cuentan con la factibilidad de sus servicios sanitarios. Las principales acciones son las de hacer obras que minimicen las inundaciones y tratar de proyectar drenajes pequeños dentro del municipios.

## **CAPÍTULO V. AGRICULTURA DE RIEGO PERIURBANO EN PACHUCA**

El presente capítulo analiza las condiciones actuales de las áreas de regadío ubicadas en la periferia de la ciudad presentes en el margen del cauce del río de las Avenidas, se identifica lo que se produce, su tenencia de la tierra, el año en que han gestionado el uso del recurso para regar sus campos. Se analiza lo que es la administración de cada sistema de riego y la forma en que cada sistema organiza. Se ubican las características de los sistemas de riego y se documentan las principales tomas de agua que los regantes han posicionado en el margen del río. Cada sistema de riego responde a una administración diferente, por lo que existen acuerdos entre los regantes de cada sistema para la distribución del recurso.

### **5.1. Agricultura de riego periurbano**

De acuerdo con algunos datos estadísticos del censo agropecuario de 1990 en la región se ha sembrado cebada forraje, alfalfa verde, cebada grano, frijol y maíz. La superficie que el municipio de Pachuca tenía en cuanto a agricultura por riego era de solamente 745 hectáreas y su municipio continuo Mineral de la Reforma registraba 385 hectáreas por riego (INEGI, 1991, XI Censo general de población y vivienda).

Con base en la información consultada en el anuario estadístico de la producción agrícola se puede mencionar que en la década pasada prácticamente fueron creciendo las áreas de riego que se encontraban en Pachuca y Mineral de la Reforma, desde el año 2003 en el periodo Primavera – Verano la ciudad de Pachuca solo contaba con 28.60 hectáreas por riego y esto se incrementó un solo un poco según la estadística hacia el año 2009 donde fueron registradas 30.50 hectáreas. Sin embargo, en el caso de Mineral de la Reforma en el 2003 se registraban 755 hectáreas y para el año 2009 ya había crecido a 1089.50 hectáreas (SIAP, 2019). Durante la década pasada del presente siglo las áreas de riego crecieron sobre todo en la periferia de la ciudad y ahora en la actualidad sucede que algunas de las áreas de riego que se consideraban dentro de los límites de Pachuca ahora ya no están y se registra un abandono de la actividad.

Los paisajes agrarios que permite la agricultura de riego al sur de la ciudad se encuentran ubicados en áreas específicas interconectadas entre sí, actualmente en el municipio de Mineral de la Reforma también existen las prácticas del pequeño riego, pero a mayor escala como el particular caso de La Higa. Cabe mencionar que actualmente este es el municipio con mayor agricultura de riego alcanzando un aproximado de 888 hectáreas sembradas, localidades como La Noria, El Venado, San José Palma Gorda y La Higa son la muestra de que una de las actividades económicas presentes en la región a pesar de la presencia de las industrias que se han montado con su infraestructura sobre esta parte del valle, las localidades con riego aquí mencionadas son : El Saucillo (1954), La Noria (1988), El Venado (1947), San José Palma Gorda y La Higa (1959).

Tabla 5.- Cuadro de comunidades con riego en Pachuca.

Localidad	Municipio	Tenencia de la tierra	Año de la solicitud	Hectáreas de riego
El Saucillo	Mineral de la Reforma	Ejidal	1954	47
El Venado	Mineral de la Reforma	Ejidal	1947	368
Venta Prieta	Pachuca de Soto	Ejidal y pequeña propiedad	1935	200
La Noria	Mineral de la Reforma	Pequeña propiedad	1982	60
San José Palma gorda	Mineral de la Reforma	Ejidal y pequeña propiedad	1959	90
La Higa	Mineral de la Reforma	Ejidal	1959	500
Jagüey de Téllez	Zempoala	Ejidal	s/d	107

Fuente: Trabajo de campo, 2018 y documentación del Archivo Histórico del Agua, 2018.

No obstante, ya se tiene referente de que la gestión de las aguas negras para el caso de La Higa y San José Palma gorda fue hecha por los ejidatarios en el año de 1959 de acuerdo con oficio dirigido a la Secretaría de Recursos Hidráulicos (AHA, 1959, Fondo documental: Aguas nacionales, Caja:2884, Expediente:41782, Fojas:17).

## **5.2. Organización social autogestiva**

Las expresiones de práctica de la agricultura de riego se han dado a través de la organización social de los grupos autogestivos que se han creado a manera de apropiación de las aguas negras.

Los pueblos al margen del río de las Avenidas son los que históricamente han reclamado el derecho al uso de las aguas negras para sus cultivos que básicamente son, maíz, cebada y forraje, más sin embargo se han enfrentado a una negociación con la Comisión Nacional del Agua desde principios del siglo XX para poder ocupar las aguas, cada uno de estos sistemas se han tenido que poner de acuerdo en el orden de la repartición del agua. Para ello han establecido un tandeo que reparte el agua en tres días y tres noches para cada sistema en tiempos de lluvias durante el día suelen estar en funcionamiento más de dos sistemas al mismo tiempo.

La cooperación se da para cada uno de los sistemas, aunque hay sistemas donde no interviene un colectivo considerable de personas. Una de las acciones que se llevan a cabo son las reuniones que se llevan a cabo entre la junta usuarios del sistema y sus demás integrantes en la bocatoma de agua del sistema. Se realizan reuniones para tratar asuntos relacionados con el manejo de los sistemas, sanciones, limpieza y repartición del agua.

A medida que el área metropolitana crece la descarga de aguas negras de Pachuca aumenta. A través de la consulta de un documento histórico que identificaba algunas de las primeras descargas que se le hacían al cauce registradas a partir del nombramiento del cauce como propiedad nacional. Las descargas han aumentado. Drenes colectores de las

aguas municipales tributan sus aguas al río de las Avenidas el cual lleva una dirección de Norte a Sur de la ciudad con dirección hacia la parte del valle de México.

En La Noria un ejemplo de coordinación es cuando un miembro del comité acude a revisar a la bocatoma que se encuentra en el río de las Avenidas que el agua este corriendo por el canal que conduce el agua hacia las primeras parcelas que reciben riego. El canal de riego que conduce el agua al pequeño polígono tiene que ser desensolvado por los mismos regantes así que se convoca a una asamblea previa para designar a quienes les va a tocar realizar esas tareas, el canal mide 1,300 metros. Aunque son pocos regantes las personas de La Noria se coordinan en distintos puntos del canal de aguas negras que lleva el agua hasta el punto donde ellos riegan. Los regantes de este sistema suelen reunirse para tomar decisiones al respecto del manejo del agua.

Aunque en El Venado existe una área de riego más amplia, las propiedades ejidales donde antes se regaba han sido puestas en venta, de lado de la bocatoma que los regantes de la comunidad de El Venado ocupan en las mañanas autoridades ejidales supervisan la repartición del agua a caballo, los regantes de El Venado cuentan con una infraestructura de su sistema de riego muy improvisada aunque existe el antecedente de que ha habido cooperación para levantar bardas de roca para que el agua no se desborde para otros lugares del sistema. En El Venado, aunque se puede observar un abandono de ciertas áreas, los regantes de esa comunidad siguen coordinándose para tomar el agua desde la bocatoma.

En el rancho El Popolito la coordinación no es con nadie, el dueño del rancho El Popolito, aunque tienen un lugar en el tandeo no se coordina con las demás comunidades para la repartición del agua, de manera interna hay personas que trabajan en el mismo rancho que se encargan de tomar el agua de la bocatoma establecida en el margen aun y que este rancho cuenta con dos reservorios de agua. Regantes aguas arriba supervisan en épocas de estiaje que el agua no esté siendo tomada por algún usuario que todavía no le toca tomar el agua a la altura de donde se ubica la bocatoma de rancho El Popolito.

Para el caso de San José Palma gorda un ejemplo de coordinación es cuando se ponen de acuerdo los regantes junto con el presidente de su unidad de riego a la altura del conocido boulevard Las Torres, ahí en ese sitio el presidente de la unidad de riego junto con el secretario se coordinan para repartir el agua, ya que son dos bocatomas las que abastecen sus sistemas, este grupo si cuenta con un canalero que revisa la repartición del agua e impide los robos del agua.

En La Higa los usuarios de riego de Tres moneras suelen reunirse en las mañanas en la bocatoma para coordinarse cuando les toca el agua de acuerdo al tandeo, de acuerdo con las autoridades del riego de ese sistema no se tiene un lugar fijo para llevar a cabo las reuniones, pero para el pago de cuotas relacionadas con el servicio de riego acuden a la casa del tesorero para que se le dé un vale, luego con este vale se tiene se tiene derecho a participar en la repartición del agua si previamente se ha realizado la limpia de los canales. Generalmente la limpia de los canales se realiza con maquinaria, los regantes se cooperan para contratar este equipo o alguien lo consigue y lo pone a disposición del grupo, caso distinto a los regantes de La Noria donde la mayoría de las tareas de limpieza de sus canales se realiza a pala y pico porque en el polígono donde se ´ practica el riego es difícil el acceso a maquinaria con la cual se puedan realizar las limpias. Los regantes de La Higa limpian dos canales principales; uno de 2,200 metros de longitud y otro de 4,000 metros aproximadamente, los cuales recorren ambos márgenes de la localidad.

Por otra parte, en lo que respecta a los regantes del Jaguey de Téllez se realizan los recorridos con motoneta o a pie, no se cuenta con el cargo de canalero, así que entre los mismos regantes se coordinan para evitar los robos de agua llamándose por teléfono o enviando un mensaje por medio de otra persona directamente al presidente y secretario de su comité. De lo que más sufre esta área de riego es al momento de regar en los límites más alejados del área de riego ya que mencionan las autoridades de ese lugar sobre todo en épocas donde no hay agua se vuelve una tarea muy complicada poder regar terrenos a donde simplemente el agua no llega no llega por gravedad.

### **5.3. Infraestructura hidráulica de los sistemas de riego**

Las fuentes de abastecimiento de agua de los sistemas de riego han generado actualmente un paisaje agrario en la periferia de la ciudad de Pachuca que es difícil de emular al interior de la ciudad, los espacios verdes que se encuentran actualmente dentro de la ciudad son conservados, sin embargo, no se asemeja a los espacios creados en la periferia por la apropiación de las aguas negras que las organizaciones de regantes han hecho a lo largo de poco más de 50 años al margen del cauce del río de las Avenidas. Por otra parte, cabe mencionar que se suman otras fuentes de agua que igualmente se suman al río de las avenidas a través de los diferentes drenajes que hay para las localidades urbanas pertenecientes a los municipios que forman parte de la zona metropolitana.

El drenaje que lleva aguas las aguas de Mineral de la Reforma especialmente de las colonias San Fernando y La Providencia es una de las fuentes de abastecimiento actuales que tiene el sistema de riego de la localidad de La Noria. Ante las diferentes problemáticas que tiene este sistema debido a que se encuentra en un proceso en el cual la toma establecida en el cauce del río de las Avenidas se las quiere quitar, los regantes han encontrado la manera de utilizar esa otra fuente de agua para dar abasto a sus terrenos de cultivo.

En el caso de los agricultores de La Noria no tienen claro que pasara dentro de los próximos años con su sistema de riego, aunque siguen regando en la actualidad a pesar de que el crecimiento de la ciudad los hace pasar por un proceso en el cual no se asegura su continuidad en el tiempo. Los demás agricultores de los otros sistemas miran el sistema de riego de La Noria como un pequeño polígono con agricultura de riego siendo absorbido por la ciudad con las actuales obras de revestimiento del cauce del río de las Avenidas que pasaron afectar la toma de agua que les abastecía su sistema.

Tabla 6.- Fuentes de abastecimiento de agua de los sistemas de riego de la región de Pachuca establecidos al margen del cauce del río de las Avenidas.

Nomenclatura	Sistema de riego	Fuente de abastecimiento de agua	Tipo de cultivo
Unidad de riego para el Desarrollo Rural La Noria	La Noria	-Drenaje municipal de Mineral de la Reforma Providencia –San Fernando -Toma en margen izquierdo del río de las Avenidas	Avena, Maíz, Cebada, Frijol, Girasol
Unidad de riego El Popolito	El Popolito	-Drenaje municipal de Mineral de la Reforma Providencia –San Fernando -Toma en margen izquierdo del río de las Avenidas -Reservorios de agua establecidos al margen del cauce	Avena tipo Chihuahua, Cebada, Maíz
Unidad de Riego para el Desarrollo Rural El Venado S. P. R de R. L de C.V.	El Venado	-Drenaje municipal de Mineral de la Reforma Colonia Tuzos -Toma en margen derecho del río de las Avenidas	Avena, Maíz, Cebada
Unidad de riego Palma Gorda	San José Palma Gorda	-Drenaje municipal de Mineral de la Reforma Colonia Tuzos -Toma en margen izquierdo del río de las Avenidas -Toma en margen derecho del río de las Avenidas	Avena, Maíz, Cebada, Trigo, Frijol

<b>Nomenclatura</b>	<b>Sistema de riego</b>	<b>Fuente de abastecimiento de agua</b>	<b>Tipo de cultivo</b>
		- Toma en la intersección con el Boulevard Las Torres	
Sociedad de agricultores Tres Moneras S. P. R de R. L de C.V.	La Higa	-Toma en margen izquierdo de río de las Avenidas	Avena, Cebada, Maíz, Trigo, Frijol
Unidad de Riego del Jagüey de Téllez Sociedad de producción de responsabilidad limitada	Jagüey de Téllez	-Toma en margen izquierdo del río de las Avenidas -Toma en margen derecho de río de las Avenidas	Avena, Maíz, Cebada, Frijol, Trigo
Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Rancho Arturo Meneses	Jagüey de Téllez	-Toma en margen izquierdo del río de las Avenidas Toma en margen derecho de río de las Avenidas	Avena, Maíz, Cebada

Fuente: Trabajo de campo, 2018.

El rancho El Popolito el cual pertenece al señor Esteban Ortega es un pequeño sistema de riego abastecido por agua del cauce del río de las Avenidas. Es el único sistema de riego que cuenta con 2 reservorios de agua establecidos en el margen derecho del cauce. De acuerdo con los agricultores de los demás sistemas se hace difícil la coordinación y los acuerdos con este sistema para repartirse el agua. Mientras que cada uno de los sistemas respeta la calendarización en el tandeo del agua, hay momentos en los cuales los encargados del agua de los sistemas aguas abajo hacen inspecciones aguas arriba para saber si está siendo bloqueada el agua en algún punto.

La fuente de abastecimiento de agua para el caso del sistema que se encuentra en la localidad de El Venado se relaciona de manera directa con el agua que suele inundar colonias del sur de Pachuca como es el caso de la colonia Tuzos. Tanto en El Venado como en San José Palma Gorda los agricultores interesados en el manejo de estas aguas para sus cultivos bajan aguas abajo a supervisar si existen aguas disponibles para inundar sus terrenos. La principal fuente es un drenaje que colecta las aguas municipales de la parte Suroeste de Mineral de la Reforma y Colonias también de la parte Suroeste de la ciudad de Pachuca.

En el cárcamo de Tuzos, punto donde se realizan trabajos de bombeo para poder dar salida a las aguas que inundan las colonias en esas áreas, los agricultores de San José Palma Gorda gestionan el agua de lluvia que se junta con las aguas de un colector de aguas negras que se encuentra a un lado del cauce del río de las Avenidas.

La Higa y Jagüey de Téllez quienes son últimos en el tandeo y repartición de las aguas abastecen sus sistemas a través de bocatomas ubicadas al margen del río de las Avenidas, existe un canal sin recubrimiento de cemento, que atraviesa parte de la comunidad de San José Palma Gorda para distribuir agua hasta donde se ubican los sistemas de riego de La Higa, de acuerdo con los agricultores de riego de esta región este canal fue zanjado entre los habitantes pertenecientes al ejido de La Higa.

San Pedro Tlaquilpa una localidad interesada en el riego de algunas áreas de cultivo, no se encuentran dentro del tandeo del agua, actualmente se encuentra realizando obras de control del agua para aprovechar cualquier excedente de agua que puedan llegar a dejar los sistemas de riego que si tienen una fuente de agua definida mediante el cauce del río de las Avenidas. En tiempos de fuertes lluvias los agricultores de los sistemas periféricos a la ciudad de Pachuca cierran sus bocatomas para evitar la afectación de sus áreas de cultivo, parte del agua de avenida que no es aprovechada aguas abajo por los anteriores regadíos es aprovechada por estos nuevos espacios que se han creado de manera reciente.

A continuación, se muestra en la figura el orden de la toma que corresponde a cada sistema, ubicada en el margen del cauce del río. Cada bocatoma corresponde a un sistema de riego manejado por una organización de regantes. Cabe mencionar que la unión de todos estos sistemas crea un paisaje agrario en el cual se dan relaciones coordinadas entre los regantes interesados en la apropiación del agua.

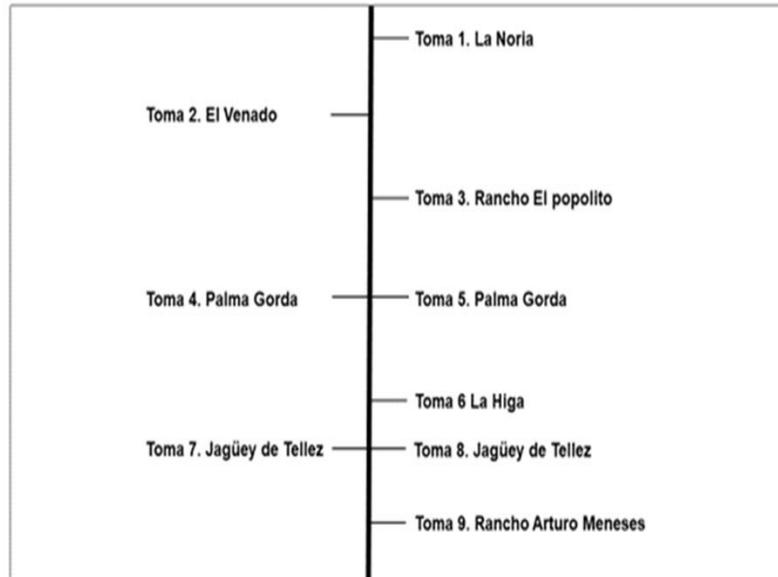


Figura 9.- Principales tomas de abastecimiento de agua de los sistemas de riego en orden de arriba hacia abajo del cauce.

Fuente: Trabajo de campo, 2018.

La infraestructura hidráulica de las comunidades con riego al sur de Pachuca muestra en antecedente que tienen estas culturas rurales en control de agua y de los tiempos de avenidas. En la comunidad de La Noria la infraestructura hidráulica para el riego se encuentra contenida dentro de un pequeño polígono de 60 hectáreas, de acuerdo a la información proporcionada por las autoridades del agua de La Noria este espacio de agricultura de riego perdió 20 hectáreas al construirse el fraccionamiento Parque Los Encinos.

La limpieza de los canales se hace en primavera, de acuerdo con Julián Baños Magallanes la limpieza del canal de riego que conduce el agua por gravedad desde la toma del margen

izquierdo del río de las Avenidas hasta el sistema que corresponde a la Unidad de Riego La Noria. Un sifón a mitad del canal derivador tiene que ser limpiado cada dos meses. La limpieza del canal derivador se hace a machete y guadaña. El presidente Julián Baños Magallanes es el que convoca a las limpiezas del sistema de riego.

De acuerdo con Mario Baños Magallanes la infraestructura del riego del sistema que administran se hizo a pala y pico en el año de 1958, la construcción de esta obra fue organizada por Avelino Baños y junto con esta obra también se realizó la construcción del sistema de alcantarillado de la comunidad, son 1 kilómetro con 300 metros de zanja que corresponden a lo que es el canal derivador. Los canales laterales y sublaterales se hicieron después con la cooperación de los usuarios.

La infraestructura del riego para la Unidad de Riego de La Noria está compuesta por canales laterales y entre cada intersección de las parcelas se encuentran tubos de 20 pulgadas de concreto precolado. Cada tubo también se ha gestionado con el presidente de la unidad para comprarse y convocar a los usuarios para ayudar a su colocación.

La infraestructura de riego del sistema de la Unidad de Riego El Venado está compuesta por una toma establecida al margen derecho del río de las Avenidas, también los ejidatarios de esa unidad toman agua del sistema de drenaje de la colonia Tuzos la cual siempre tiene problemas por las inundaciones, la toma establecida cerca del cárcamo Los Tuzos envía las aguas a través de un punto de control hacia las parcelas las pocas parcelas de riego que aún persisten para el caso de la comunidad de El Venado.

El sistema de riego de El Rancho el Popolito no excede las 30 hectáreas, prácticamente solo está conformado este sistema por una bocatoma establecida en el margen izquierdo, dicha toma solo reparte agua para ese rancho donde se ubican zanjas que conducen hacia las parcelas y se pueden encontrar maderas que obstruyen el paso a otras partes del pequeño sistema, este sistema carece de una infraestructura definida para el riego de las parcelas.

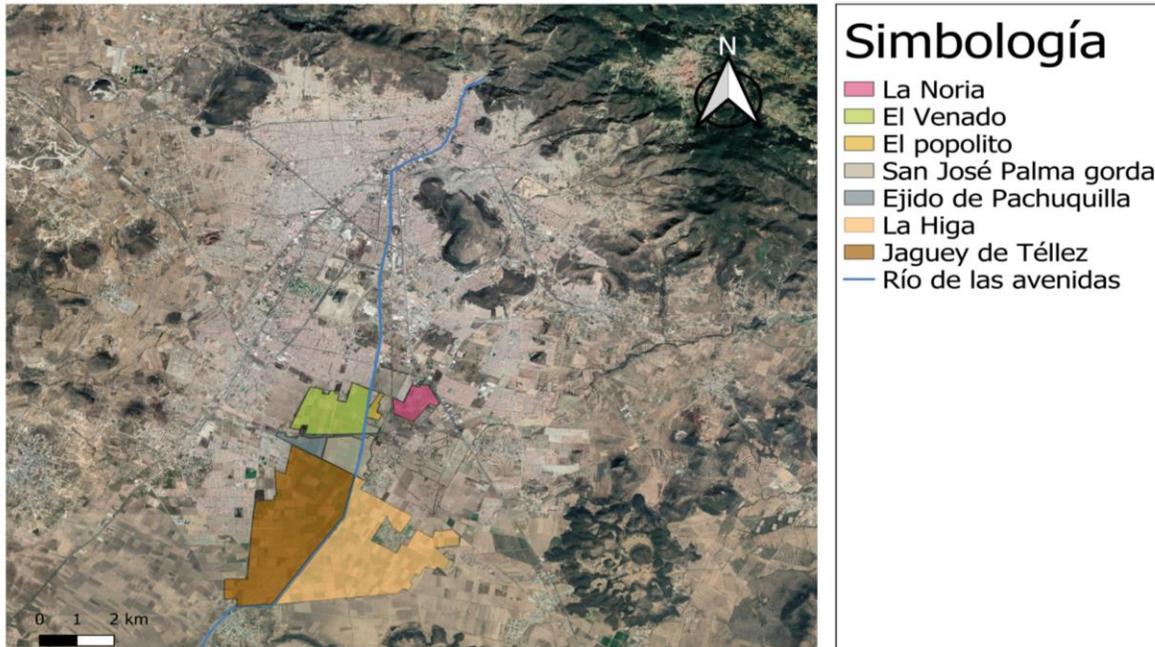


Figura 10.- Sistemas de riego con aguas negras.

Fuente : Google maps, 2019, Quantum Gis : 3.8.

La Unidad de Riego de Palma Gorda abarca espacios de irrigación en los dos lados del cauce del río, a la altura del conocido boulevard Las Torres se encuentran dos bocatomas, una de cada lado, la infraestructura de riego Palma Gorda está conformada por canales principales y canales sublaterales, además se pueden encontrar medidores de cuánta agua se ocupa y compuertas giratorias con las que los agricultores se turnan el agua en el periodo de tandeo. La infraestructura de riego de Palma Gorda colinda con el sistema de riego de la sociedad de agricultores 3 moneras.

La sociedad de agricultores tres moneras y la unidad de riego del Jagüey de Téllez comparten infraestructura hidráulica para el riego en el punto que le corresponde tomar el agua a la sociedad de agricultores 3 moneras, el secretario de esta sociedad de agricultores menciona que en tiempos de lluvias el agua se pasa directamente a la Unidad de Riego del Jagüey de Téllez, la distancia que mide este canal derivador de aguas para riego es de una longitud de 2 kilómetros dentro de los linderos de la comunidad de La Higa.

De acuerdo con Gerardo Meneses León autoridad del riego en el sistema del Jagüey de Téllez la infraestructura de riego correspondiente al sistema se ha gestionado entre los involucrados en el riego en esas zonas, los canales que abastecen las parcelas de riego donde principalmente se cosecha grano y forraje han sido acondicionadas por ellos mismos para su funcionamiento, el sistema requiere de limpiezas cada dos años para que pueda funcionar, para ello se han organizado para contratar un maquina la cual les cobra dependiendo de la cantidad de metros que se limpien , de acuerdo al informante la última vez que realizaron la limpieza se cooperaron entre 24 usuarios y se dividieron el costo del servicio de acuerdo a los kilómetros de limpia que le favorecieron a cada uno.

La infraestructura hidráulica para el riego en el ejido de Téllez ha sido en algunas partes abandonada por el motivo de que el agua rodada que se ocupa del río de las avenidas no llega por gravedad a algunos terrenos. Otras causas se deben al cambio de actividad de las generaciones que viven en la comunidad y también al envejecimiento de los usuarios pioneros en la construcción del sistema.

En esta parte cabe mencionar al ejido de Pachuquilla como una pequeña área de riego que no entra dentro del calendario de riego de los sistemas de la periferia de Pachuca, pero que más sin embargo si se riega en esa parte. El ejido de Pachuquilla es una pequeña área donde hay parcelas ejidales, es un área donde los propietarios de los terrenos hacen algunas negociaciones con los otros sistemas de riego para tener agua para regar, este pequeño ejido colinda el sistema de riego de El Venado y el sistema de riego de San José Palma Gorda. De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación este ejido fue expropiado por decreto en el año 2016 debido a que se consideró que se habían generado en ese polígono una serie de asentamientos humanos irregulares donde se dificultaba a los servicios públicos. De acuerdo con el mismo documento este ejido empezó con cincuenta hectáreas de parcelas de temporal, el ejido se constituyó el 25 de noviembre de 1929 y solo contaba con 6 campesinos (Diario Oficial, Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, 2016). Actualmente el ejido de Pachuquilla también corresponde a un área donde se practica el regadío periurbano y aunque se puede encontrar este documento el cual habla

sobre la expropiación de estos terrenos, este sigue funcionando como un pequeño sistema de riego que negocia con los sistemas de riego que colindan con el ejido Pachuquilla.

#### ▪ **Cuotas de pago por el servicio de agua**

El agua para riego se cobra a 100 pesos en la Sociedad de agricultores 3 Moneras, en este caso la tesorera de la asociación avisa al canalero para entregar el agua a los agricultores por medio del control de compuertas, también se supervisa que las tareas de limpieza de los canales se lleven a cabo de forma coordinada, para poder entregar el agua a los demás agricultores y no se tengan problemas de conducción del agua.

En el sistema de riego de los productores de Jagüey de Téllez la cuota por el servicio del agua no se cobra, tampoco se expide un vale a los usuarios del agua, lo que comentan las autoridades del agua de dicho sistema es que se realizan pequeñas obras cada mes de limpieza del sistema y acuerdos para la repartición del agua, el cumplimiento de dichas reglas y la participación en las tareas colectivas del sistema asegura el derecho al agua de los regantes.

De acuerdo con Fernando Vargas Morales usuarios del agua en el sistema de riego que corresponde a Palma Gorda las cuotas por servicio de riego varían en ese sistema dependiendo del número de hectáreas que riegan, se cobra la cantidad de 25 pesos por hectárea, en Palma Gorda la mayoría de los agricultores que practican en la agricultura de riego periurbana tienen 2 hectáreas. Otros agricultores trabajan en una extensión de 4 Hectáreas y pagan por el servicio del agua 100 pesos.

#### ▪ **Funcionamiento de sistemas de riego**

Los sistemas de riego funcionan mediante el tandeo. A partir del año 2010 se estableció ese orden de repartición del agua entre los sistemas de riego de las diferentes asociaciones usuarios del agua. A cada sistema de riego le tocan 3 días y tres noches, después pasan el agua al siguiente sistema y así hasta que les toque el agua a todos los sistemas.

La Unidad de Riego de La Noria es la primera en el calendario del tandeo le tocan los primeros tres días y tres noches, La sociedad de agricultores La tres Moneras y la Unidad de Riego del Jagüey de Téllez siempre son los últimos en el tandeo del agua y en ocasiones se coordinan para pasarse el agua debido a que los dos sistemas comparten agua del canal derivador que lleva el agua primero a La Higa.

Los sistemas de riego de El Venado y San José Palma Gorda son esenciales en el control de inundaciones, en tiempos de lluvias se abren las compuertas de estos sistemas para inundar ciertas parcelas, si esta acción no se realiza coordinadamente el agua vuelve a dar vuelta y regresa hacia la parte donde está el fraccionamiento Los Tuzos y los inunda.

En la última década otros riegos han comenzado a apropiarse de las aguas de avenida del cauce del río de las Avenidas, este es el caso de San Pedro Tlaquilpa donde hay un grupo de agricultores interesados en la apropiación de las aguas para riego de sus cultivos, una de las tomas al margen de cauce del río tiene la fecha de construcción del 2015 por lo que el interés por estas aguas para estos agricultores establecido después de las comunidades anteriores mencionadas es recientemente nuevo.

Después de un proceso en el que hubo cambios en el paisaje de la periferia de la ciudad, los espacios de regadío más visibles a las afueras de la ciudad son los mencionados en esta parte de antecedentes, dichas pequeñas áreas de riego corresponden cada una a un sistema son sus propias reglas de operación y de mantenimiento, cada uno de los sistemas cuenta también con una autoridad de riego.

De acuerdo a información recolectada en campo el acuerdo de repartición del agua a través del tandeo es nuevo relativamente. Cada uno de los sistemas gestiona su agua, dentro de la calendarización del riego se tiene acordado que a cada sistema de riego le toquen 3 días y 3 noches de agua. Quienes no entran dentro de este calendario de repartición de aguas son los regadíos de aguas abajo como San Pedro Tlaquilpa y Villa de Tezontepec.

Tabla 7.- Calendario de riegos de los meses mayo y junio, 2019.

La Noria	16,17,18 de mayo	4,5,6, de junio 26,26,27 de junio
El Venado	1,2,3 de mayo 19,20,21 de mayo	7,8,9 de junio 28,29,30 de junio
El Popolito	4,5,6 de mayo 22,23,24 de mayo	10,11,12 de junio
San José Palma gorda	7,8,9 de mayo 25,26,27 de mayo	13,14,15 de junio
La Higa	10,11,12 de mayo 28,30,31 de mayo	16,17,18 de junio 19,20,21 de junio
Jaguey de Téllez	13,14,15 mayo	1,2,3 de junio 22,23,24 de junio

Fuente: Trabajo de campo, 2019.

#### 5.4. Organización interna de los regantes

De acuerdo con el informante Julián Baños Magallanes presidente de la Unidad de Riego La Noria la manera en que ellos están organizados de manera interna está constituida de un presidente, secretario y tesorero, desde los comienzos de la administración de este sistema de riego siempre se han constituido, solo ha cambiado el orden de los cargos. Algunas integrantes de La unidad de riego se han salido de por incumplimiento de tareas, sin embargo, las limpias del canal derivador se hacen con la participación de todos.

Para el caso de la Sociedad de agricultores 3 moneras ellos se constituyen por 122 usuarios, de acuerdo con el presidente de esta sociedad de usuarios cada uno de los miembros riega 2 hectáreas. Luis Cruz Bautista secretario de la Sociedad de agricultores 3 moneras la toma que ocupan ellos se gestionó a principios de 1970, es la toma base sobre

la cual comienza la repartición del agua. La repartición del agua la efectúa el canalero los días establecidos en el tandeo. Generalmente se reúnen cada 15 días o pueden pasar dos meses para que ellos efectúen una reunión todo dependiendo de la importancia del caso que tengan que discutir. El lugar en común donde se realizan las reuniones es el auditorio ejidal de La Noria los días sábado.

En el caso de la Unidad de Riego El Popolito, unidad que está establecida en colindancia con el sistema de riego de La Unidad de Riego La Noria solamente es una persona con sus trabajadores quienes agarran el agua para riego, el dueño del rancho El Popolito es Esteban Ortega.

En San José Palma Gorda el comité de riego corresponde a la Unidad de Riego Palma Gorda, ellos se encuentran conformados por un presidente, un secretario y un tesorero, el presidente del Comité es el señor Julio Vargas, es quien coordina las tareas de mantenimiento de las compuertas y canales que se ocupan para el riego.

Tabla 8.- Nombres de las organizaciones de regantes.

<b>Nombre</b>	<b>Localidad</b>	<b>Usuarios del Agua</b>	<b>Volumen de ocupación anual</b>	<b>Año de registro</b>
Unidad de Riego para El Desarrollo Rural La Noria	La Noria	9	120528	1996
Unidad de riego El Popolito	El Popolito	1	306288	1998
Unidad de Riego para El Desarrollo Rural El Venado S.P.R. de R. L. San de C.V.	El Venado	40	1112400	1996
Unidad de Riego Palma gorda	San José Palma gorda	57	231000	1998
Sociedad de Agricultores Tres Moneras S.P.R. de R.L.	La Higa	122	666274	1996
Unidad de Riego Jagüey de Téllez Sociedad de Producción de Responsabilidad Limitada	Jagüey de Téllez	63	31104	1996

Fuente: Registro Público de los Derechos de agua, 2018.

De acuerdo con la administración del sistema de riego del Jagüey de Téllez, dentro del sistema a cada quien le corresponden 2 hectáreas por riego y son 122 usuarios del agua los que trabajan en ese sistema. El agua la regulan y reparten mediante un orden interno en el cual conforme va pidiendo agua el agricultor se la van entregando. Principalmente ellos han negociado su derecho de aguas primero con la Comisión Nacional del Agua. Las autoridades del riego en el Jagüey de Téllez último espacio de la periferia en la que se practica riego de manera continua a los demás sistemas de riego vecinos está conformado

por un presidente el cual se encarga de supervisar el mismo las tareas siempre presentes que se presentan en el sistema, tienen un secretario, tesorero y vocales. Gerardo Arturo Meneses presidente del comité de aguas del ejido de Jagüey de Téllez menciona que a ellos les toca el tandeo los días 25 de cada mes, suelen reunirse en la compuerta de la unidad de riego entre 6:00 y 7:00 de la mañana el día que toca el tandeo para ponerse de acuerdo en el orden del reparto del agua. De acuerdo con información de campo los regantes no toman agua en invierno cuando es que son las heladas en Pachuca, solo toman el agua rodada antes del tiempo de lluvias y durante los tiempos de lluvias de acuerdo al clima. Principalmente se dedican a producir maíz, cebada, trigo y avena. Ellos toman un volumen de agua de entre 80 y 100 litros por segundo de la bocatoma del río de las Avenidas cuando toca el tandeo. De acuerdo con las autoridades del riego de Jagüey de Téllez ellos miden el agua por medio de una alcantarilla que mide un metro y que les sirve como referente para identificar cuánta agua están ocupando. En los meses de febrero y marzo se realizan las limpiezas del sistema. Con respecto a las condiciones en las que la ciudad manda el agua que es ocupada para riego se mencionó sobre todo se tiene que remover en los periodos de limpiezas aceite del agua que se ocupa.

Una de las problemáticas a las que se enfrentan los regantes del Jagüey de Téllez es que el agua no alcanza a llegar por gravedad hasta algunas parcelas alejadas de la bocatoma, de acuerdo con Cenaido Gerardo Meneses León usuario del riego en este sistema las personas han vendido sus tierras porque el agua no subía, hay partes donde simplemente no llega el agua y esas tierras han entrado en desuso. Gerardo Meneses recuerda como la gestión la hicieron las usuarias más grandes del sistema de los cuales algunos en la actualidad ya no están.

La administración del sistema de Jagüey de Téllez se coordina con personal de CONAGUA cuando se llega reventar el río , de acuerdo con el presidente de este grupo de agricultores es algo que pasa no de manera frecuente, aceptan que hay personas con las que no se pueden coordinar pertenecientes a otros sistemas de riego o que vienen desde la misma ciudad, sin embargo ellos tratan de que el agua para riego no se desperdicie una vez que entra a su sistema debido a que son prácticamente los últimos en el tandeo.

A pesar de que se tienen acordado que se reúnan el 25 de cada mes, se reúne el personal de la administración para el mantenimiento de compuertas y para dar aviso si se requiere el mantenimiento de alguna zanja. La limpieza la organizan a máquina y en vez de cobrar por una cuota por servicio del agua para riego se junta dinero entre los regantes para pagar una máquina que realiza los trabajos de cavado de las zanjas, de acuerdo con esta administración en algunas partes de los campos de riego también se realizan tareas de limpieza del sistema a pala y pico. No todas las partes del sistema de riego se inundan, hay partes en donde el agua se utiliza de manera controlada para irrigar cada sección de dos hectáreas. A través de esta sociedad de productores es como se han construido para los sistemas bordos y zanjas que conforman la infraestructura de sistema. De acuerdo con esta organización de regantes el método de tandear el agua entre cada sistema de tres días y tres noches tuvo sus primeros comienzos entre 1989 y 1990.

Se retiran durante los periodos de mantenimiento y limpieza, basura, como llantas, perros, aceite, zapatos y ropa. Ellos generan el mantenimiento de estos espacios de riego a cada sistema le toca la limpieza de su propio espacio y cada administración se encarga de dar mantenimiento a las zanjas que se ocupan en el riego porque sin las zanjas no existieran esos sistemas.

De acuerdo con las organizaciones de regantes del área de estudio el agua para riego se gestiona con CONAGUA y algunas veces con el municipio de Mineral de la Reforma, no existen antecedentes de una coordinación fuerte entre el personal técnico especializado que toma las decisiones aguas arriba con el agua de las presas en la parte alta y los regantes los cuales cuentan con un personal no especializado.

### **5.5. Control del agua en épocas de crecidas**

Los agricultores de San José Palma Gorda y los agricultores de El Venado son los que más se encuentran en la necesidad de vincularse en tiempos de avenidas con la Secretaría de Obras Públicas del Estado de Hidalgo. La Secretaría de Obras Públicas del Estado de

Hidalgo brinda maquinaria para limpiar el cauce del río y para construir bordos en el margen del cauce que ayuden al control del recurso.

Se han construido bordos hechos a base de malla ciclónica y rocas para evitar que las crecidas del río desborden los márgenes donde aún no se encuentra recubierto el río, como se mencionó anteriormente el agua si no se controla da vuelta por la zona e inunda principalmente El fraccionamiento Los Tuzos y zonas aledañas a este fraccionamiento. Para evitar esto se tienen que coordinar agricultores de la comunidad de El Venado, agricultores de la comunidad de Palma Gorda, los trabajadores del Cárcamo de Tuzos, personal de CASSIM encargados de bombear el agua para devolverla al cauce y la Secretaría de Obras Públicas del Estado de Hidalgo.

Aproximadamente en épocas de crecidas del río, la lámina de agua que se introduce a los terrenos de cultivo es de unos 12 cm y se mete el agua una vez al mes. Las organizaciones de regantes de la periferia de la ciudad de Pachuca tienen diferentes formas de hacerse de la apropiación del recurso, por ejemplo, los del sistema de riego que corresponden a la sociedad de productores rurales de El Venado desvían el agua cerca de donde se encuentra el cárcamo de Tuzos, en ese punto se ha establecido un punto de control del agua importante que toma agua del ya mencionado colector de aguas negras de El Venado. Por otro lado, otros sistemas y sobre todo el de La Higa y San José Palma gorda suelen dejar pasar el agua en tiempos de fuertes avenidas para que la presión del agua no dañe ni sus cultivos ni afecte a sus infraestructuras de control como los bordos que han levantado de los cuales algunos tienen un reforzamiento de concreto.

Aunque sistemas de riego desaparecieron por la expansión de la Zona Metropolitana de la ciudad de Pachuca nuevas áreas de riego se crearon, el poblado de San Pedro Tlaquilpa que sigue aguas abajo de la cuenca aprovecha las aguas de avenida con infraestructuras de control de agua establecidas de manera vernácula al margen del río. Y de acuerdo a información de campo esta comunidad aún no se encuentra integrada al tandeo en el que participan las pequeñas organizaciones de regantes de Pachuca.

## **5.6. La problemática actual de los sistemas de riego colindantes a la ciudad. La Noria y San José Palma Gorda**

Actualmente no entregan la toma a la Unidad de Riego La Noria por motivo de las obras de recubrimiento de infraestructura hidráulica del río de las Avenidas, no hay agua para este sistema hasta que les entreguen la toma a las autoridades de este comité. Los encargados de entregar esta toma son gente de CONAGUA, pero depende del avance de la obra. Platicando con los agricultores de la Unidad de Riego de Palma Gorda coincidieron en que efectivamente no saben acerca de la permanencia de sus sistemas de riego, pudiera ser que tal vez al avanzar las obras de recubrimiento del cauce del río ya no se les dé la importancia a las bocatomas establecidas, estas desaparezcan y entonces las áreas de regadío desaparezcan con este cambio. Otras problemáticas envuelven el funcionamiento de estos sistemas de riego como lo son el abandono, la venta de terrenos, la salida de algunos usuarios del agua de sus organizaciones y la expansión urbana que alcanza esos espacios.

Se trata de una frontera que establece la ciudad con respecto a su relación con el campo, aunque para la ciudad deberían de ser importantes las actividades realizadas en el medio rural, las desplaza. En la región de Pachuca el área de riego resulta más grande que cualquier otra área verde dentro de la ciudad, además dentro del área donde se practica el riego se encuentran concentrados al menos 10 pozos de acuerdo con la carta hidrológica de aguas subterráneas de la ciudad de Pachuca. La práctica del riego puede hacer en cierta medida que estos pozos que pertenecen a la región del acuífero Cuautitlán – Pachuca tengan una mejor recarga debido a la existencia de un área verde a las afueras de la ciudad.

Las organizaciones de regantes de la región de Pachuca han mostrado en la última década una ocupación de las aguas fluviales de la cuenca de las Avenidas, se han conformado de diferentes formas sin olvidar el origen de la creación de sus sistemas de riego y organizaciones, otros sistemas de riego como el caso de El Saucillo no libraron la batalla contra el fenómeno de crecimiento de la mancha urbana, el fenómeno los alcanzo y se dejaron de regar áreas para construir casas, la población que se dedicaba a esta actividad la

cambio por otra actividad relacionada con la ciudad, aún se conserva parte de la infraestructura del pequeño sistema de riego por canales que funcionaba en el saucillo.

Los sistemas de riego colindantes con la ciudad han venido perdiendo espacio por los cambios de usos del suelo, principalmente se han construidos fraccionamientos en zonas inundables que después sufren el riesgo por las inundaciones como en el caso del Fraccionamiento Los Tuzos, Xochihuacan, Las Margaritas y Chavarría.

## **CAPÍTULO VI. ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS**

La acción colectiva de las organizaciones de regantes en la ciudad de Pachuca ha creado un recurso de uso común conformado por el conjunto de sistemas de riego presentes en la periferia, estos crean un área verde que hasta antes de que la ciudad se expandiera hace al menos unos 70 años no existía.

Las organizaciones de regantes se han conformado en pequeños grupos interesados en regar con aguas negras de la ciudad y han creado formas de apropiación del agua negociando con los diferentes organismos encargados de la operación y mantenimiento del cauce del río y de los drenes colectores que tributan agua del área metropolitana al cauce. Han establecido formas de control del agua que expresan la organización que han montado los regantes sobre las áreas de riego. Dependiendo de las fronteras y la forma en la que la ciudad abraza los sistemas actualmente es como el comportamiento de los sistemas de riego se da, los sistemas de riego más próximos a la ciudad han negociado el uso de las aguas negras incluso con el municipio consiguiendo arreglos informales para poder usar aguas que no provienen del cauce del río de las Avenidas para aún regar los campos de su pequeño polígono. Otros sistemas se han coordinado de manera interna para dar mantenimiento a las zanjas que conforman la infraestructura del riego, responde con acción colectiva al problema de sus sistemas y han sido autogestivos en la gestión de sus espacios coordinándose entre ellos y estableciendo cuotas de servicio para obras de mantenimiento de sus propios sistemas. En otros casos el establecimiento de reglas y el control de las avenidas ha sido esencial, porque se puede considerar que las organizaciones de regantes se encuentran ligadas al desarrollo de los espacios de agricultura periurbana.

### **6.1. Principales hechos del proceso autogestivo de las organizaciones de regantes en Pachuca**

El uso de aguas negras para el regadío en la región de Pachuca se relaciona con el crecimiento de la ciudad y con sus espacios periféricos, donde la presencia de varios actores sociales ubicados en una la cuenca hidrográfica ha modificado en un periodo de

larga duración las formas de apropiación y manejo del recurso y de los espacios. Las expresiones de práctica de la agricultura de riego se han dado a través de la organización social para el riego de los grupos autogestivos que se han creado a manera de apropiación de las aguas negras.

Los pueblos al margen del río de las Avenidas son los que históricamente han reclamado el derecho al uso de las aguas negras para sus cultivos que básicamente son, maíz, cebada y forraje, más sin embargo se han enfrentado a una negociación con la Comisión Nacional del Agua desde principios del siglo XX para poder ocupar las aguas, cada uno de estos sistemas se han tenido que poner de acuerdo en el orden de la repartición del agua. Para ello han establecido un tandeo que reparte el agua en tres días y tres noches para cada sistema en tiempos de lluvias durante el día suelen estar en funcionamiento más de dos sistemas al mismo tiempo.

La cooperación se da de manera organizada para cada uno de los sistemas, aunque hay sistemas donde no interviene un colectivo considerable de personas. Una de las acciones que se llevan a cabo son las reuniones entre la junta usuarios del sistema y sus demás integrantes en la bocatoma de agua del sistema. Se realizan reuniones para tratar asuntos relacionados con el manejo sistema, sanciones, limpieza y repartición del agua.

La negociación que se ha dado entre las organizaciones de regantes y las diferentes instituciones es a veces de coordinación cuando se necesita ayuda para el mantenimiento de los sistemas pero de descoordinación a la vez ya que no hay físicamente una persona de fuera que regule el manejo de los sistemas de riego , cada organización de regantes responde al manejo de su propio sistema a través de asignar cargos entre las autoridades del riego para atender a las problemáticas y conflictividades por el agua.

Cada sistema tiene reglas acerca de la utilización del recurso tal es el caso de los regantes de La Higa quienes cobran una cuota por concepto de servicio del agua para riego a sus usuarios. Cada sistema funciona de manera independiente, aunque existe la coordinación

entre los presidentes y demás autoridades de cada asociación para pasar el agua de un sistema a otro en caso de que se requiera.

Los principales hechos de las organizaciones de regantes en la ciudad de Pachuca se relacionan con ese conocimiento que tienen los agricultores de su espacio, en cuanto a límites entre cada sistema de riego por canales , sus propias reglas de apropiación del agua negra, los arreglos que crean con otros actores externos, la forma en la que monitorean los sistemas , sus tipos de sanciones , la manera de resolver sus conflictos y el reconocimiento que ellos tienen de sus derechos como organizaciones de regantes con aguas negras.

## **6.2. La cuenca del río de las Avenidas como sistema complejo**

La gestión del agua en la cuenca del río de las Avenidas siempre ha sido un sistema complejo, en el cual en un principio no hubo gestión y fue cambiando con el tiempo, en tiempos de la colonia lo poco de agricultura que había en la ciudad de Pachuca se combinaba con el pastoreo, posteriormente en la conquista se sumó la puesta de un molino de agua movido por la barranca del Tulipán en la parte alta de la cuenca para moler trigo en parte del siglo XVI. La acción de coordinación más notable en el manejo del agua es el tandeo, el sistema de Pachuca siempre ha necesitado del Gobierno del Estado de Hidalgo para coordinarse. La mayor parte del agua hasta antes del siglo XVIII se utilizó para explotación y beneficio ya que se necesitaba de martinetes los cuales eran martillos enormes que se movían con fuerza hidráulica, esto servía para la explotación y beneficio del mineral. Las formas alrededor de Pachuca han cambiado y sus procesos productivos también, la formación de las haciendas había creado alrededor de Pachuca sistemas de distribución del agua, en el siglo XVIII se conformaron haciendas de beneficio sobre las periferias de Pachuca. En el siglo XIX es cuando funcionan todos los usos del agua mencionados, el uso de las barrancas establecidas en la serranía de Pachuca seguiría siendo para el aprovechamiento de las minas y en la ciudad se aprovecharía el agua por parte de los Franciscanos para zonas boscosas dentro de la ciudad. Se originaron primeras disputas por el agua debido a que esta solamente llegaba a las huertas, pero después hubo una carencia debido a que no se relacionaba la gestión con la oferta.

Hombres sujetos a Políticas Públicas como Nicolás Flores y Matías Rodríguez iban a ser los grandes constructores que iban a regular el problema del agua en Pachuca. En el siglo XX las compañías mineras siempre tuvieron problemas debido a su irresponsabilidad, debido a partir de 1930 comenzó una defensa de la ciudad de Pachuca mediante obras de infraestructura en la parte alta y ya para 1970 se empezaba a contar con la infraestructura de la red de agua potable y de una red de desagüe de la ciudad. Se había alcanzado la infraestructura pero no el abastecimiento fue hasta el año de 1978 cuando entro el tandeo y se pudo contar con abasto de agua para las casas, en los años 80<sup>ts</sup> las presas rompepicos fueron estructuras de control que se crearon para proteger a la ciudad, además cambio el trazo del río de las Avenidas , la ciudad fue motivada por la ganancia y el ganar terreno , desde esas fechas ya se inundaba importantes porciones de tierra en la ciudad y Pachuca de ser una ciudad que tenía puentes en el centro histórico para cruzar de un lado a otro del río paso a tener la Avenida Viaducto Nuevo Hidalgo el cual fue una obra que tapo el río en la zona centro. El río ya no fue notable debido a que estaba tapado, pero se generaron dudas de si iba a sobrevivir la parte cubierta, en ese proceso se observó que las inundaciones siguieron y solamente se había trasladado hacia las partes periféricas, el problema de las inundaciones también había migrado de lugar y con la gran obra de recubrimiento del río de las Avenidas se generaron otro tipo de problemáticas para la gestión del agua en la cuenca.

Los problemas de gestión del agua en la ciudad de Pachuca migraron hacia la parte baja de la cuenca donde existe una falta de gestión y acuerdo entre las compañías, actores e instituciones involucradas en el uso del agua. En el caso de las áreas de cultivo por riego dentro de la ciudad como Coscotitlán y El Saucillo desaparecieron y se creó un nuevo orden del riego y de la repartición de esas aguas, espacios agrarios fueron remplazados por casas y fraccionamientos. Las colonias y Barrios de la ciudad encontraron el desemboque de sus aguas en el río de las Avenidas, a partir de la calle de Hidalgo hasta la calle de Guerrero se captaban estas aguas. Los diferentes problemas por inundaciones que ha tenido la ciudad han sido por las minas, la falta de mantenimiento del río de las Avenidas y la basura generada. Otros factores que afectan son la utilización de mercurio y animales en el proceso industrial y la utilización del cianuro y el polvo de los jales.

CASSIM actualmente es el regulador del abastecimiento del agua para los usuarios de la ciudad de Pachuca esta institución se encarga de cobrar, de dar mantenimiento, de garantizar el abasto y de regular la cantidad de fugas en la red de agua potable. Los problemas de la gestión del agua en Pachuca han migrado hacia el sur de la ciudad.

La disminución además de las áreas regables no corresponde al fenómeno de crecimiento de la zona metropolitana de la ciudad, aunque la importancia de los regadíos que se encuentran en las zonas limítrofes de la ciudad son importantes por su manejo y control del recurso además de que como en el caso de los cinturones verdes mencionados por Claudia Cirrelli (2000) se les puede considerar a estas áreas como pulmones verdes en su relación con la ciudad, y en el caso de Pachuca son una solución para los problemas ambientales relacionados con el riesgo como por ejemplo las inundaciones. En la actividad del riego periurbano de la ciudad se puede encontrar un área verde notablemente mayor si se compara con cualquier otra área verde dentro de la ciudad, por lo cual en esta investigación se intento comprobar como la organización social de los grupos de regantes ha creado este tipo de espacios.

### **6.3. Conclusiones**

En el presente estudio se analizó la actuación de las diferentes instituciones involucradas en la cuenca del río de las Avenidas manteniendo como eje central la importancia de las organizaciones de regantes en la parte baja, el análisis de la dinámica de la cuenca nos muestra como existen relaciones de coordinación entre los involucrados en la parte media de la cuenca que se relacionan con el control de crecidas de río y la prevención de riesgos por inundación al interior de la ciudad.

Se identifico que existe infraestructura hidráulica que responde en primer orden al control de avenidas, en un segundo orden al cauce del río en la ciudad y en un tercer orden al desalojo de aguas negras de la ciudad.

Se observa que hay interacción entre las instituciones para la coordinación de tareas relacionadas con el cauce del río de las Avenidas principalmente en la parte media de la cuenca, esta interacción conjunta muestra que los actores ubicados en la parte alta y media de la cuenca tienen solamente algunas actuaciones conjuntas como coordinar de qué manera serán atendidos los riesgos por inundación. Por otra parte, se identificó como las organizaciones de regantes en la parte baja no están involucrados del todo en esta coordinación. La actuación de las organizaciones de regantes se circunscribe al espacio en concreto donde los regantes realizan sus actividades.

Con base en los elementos sustantivos de las organizaciones de regantes de la región de Pachuca se puede concluir en que estas organizaciones posicionadas en la parte baja tienen aspectos históricos en cuanto a la apropiación del recurso que han provocado como resultado la creación de paisajes agrarios en la periferia de la ciudad con dinámicas distintas. Las organizaciones de regantes de la región de Pachuca responden cada una a un pequeño sistema de riego con infraestructura propia para la apropiación del agua, los pequeños sistemas de riego se han vuelto un espacio de interacción entre regantes, agricultores e involucrados en el trabajo agrícola provenientes de localidades rurales. De acuerdo con el estudio se puede identificar una desigualdad en la toma de decisiones entre la relación que hay entre campo y ciudad en la región de Pachuca, se ha detectado como la ciudad no está considerando estos espacios como una parte vital de la cuenca.

El aporte de las organizaciones de regantes para con la cuenca es el de crear paisajes agrarios, producir alimentos y mejorar el medio ambiente de la cuenca, son consideradas estas acciones como un servicio ambiental para la cuenca del río de las Avenidas. Solo en situaciones de riesgo por inundación las instituciones recuerdan que existen las organizaciones de regantes las cuales con acciones coordinadas tratan de aminorar los problemas de inundación que existen en la periferia. Se requiere que las organizaciones de regantes puedan tener una participación en la toma de decisiones con respecto a la organización en el territorio que existe en la cuenca.

Dentro de la zona estudio donde se encuentran contenidas las organizaciones de regantes, se puede constatar que hace falta que los sistemas de riego sean considerados como una extensión de la ciudad que necesita entrar en los planes de ordenamiento territorial que los municipios y el gobierno del estado de Hidalgo tiene para estos espacios.

Antiguos sistemas de riego no perduraron al interior de esta ciudad, pero en la actualidad nuevas formas de organización social para el riego aparecieron en la parte sur, en este estudio se hace un intento por resaltar algunas de las respuestas tecnológicas de los grupos de regantes en el uso de las aguas rodadas del río de las Avenidas y de cómo han gestionado el recurso hasta lograr una permanencia en el tiempo. En este sentido cabe mencionar que cada sistema tiene una problemática diferente y formas de organización que no precisamente coinciden. Un caso distinto es el ejido de Pachuquilla el cual es un espacio agrícola que ya está expropiado donde todavía se riegan alrededor de 40 hectáreas, ya ha sido expropiado para construir nuevos fraccionamientos y aún así la práctica del riego continua, cabe mencionar que este pequeño grupo de personas no entra en el tandeo que las organizaciones de regantes de la periferia de Pachuca han establecido, sin embargo, como interesados han establecido arreglos para regar con aguas negras. En el caso de la agricultura de riego practicada en la localidad de El Saucillo es un caso diferente porque fue absorbido por la ciudad y desapareció. Y en el caso de La Noria, son pocos regantes que aún siguen negociando el derecho a tomar agua para regar y que no se las quiten.

Esto demuestra que las actuales problemáticas del fenómeno de expansión del área metropolitana de la ciudad de Pachuca están constantemente condicionando a los grupos de regantes, debido a que como se ha revisado tampoco existe una coordinación tan clara que te explique porque no hay relación entre los actores que se posicionan aguas arriba y las organizaciones de regantes.

Se puede decir que en la región de Pachuca existen antecedentes de acción colectiva en la actividad de la agricultura de riego, si, de manera multicomunitaria los grupos de regantes han acordado una repartición del agua planificada. Las características de la cuenca, no se

empalman perfectamente con la forma en que está planificada la ciudad, a pesar de que el cauce del río ha sido intervenido con una gran obra para la ciudad dotando al río de una fuerte infraestructura para el control de las inundaciones sigue sin atenderse lo que pasa en la periferia con las infraestructuras vernáculas de los sistemas de pequeño riego.

En el presente estudio se realizó una revisión de la documentación que se consideraba más importante en cuanto a la historia de la apropiación de las aguas para el riego en las localidades rurales , además de identificar cuáles son las presas en la parte alta de donde viene el agua, queda claro que en el medio queda la ciudad que es el sistema que ensucia, más sin embargo se le da prioridad a los fenómenos que ocurren en un territorio como el municipio de Mineral de la Reforma donde van a dar toda el agua de desalojo de la ciudad.

La autogestión de los espacios de riego se ha dado de forma unicomunitaria o en otras palabras por los integrantes de cada sistema e interesados, estas pequeñas organizaciones comparadas con las otras instituciones que intervienen destacan por sus formas de organización en el mantenimiento de sus espacios de labor con el establecimiento en algunos casos de cuotas, limpias, tareas y reglas de operación y mantenimiento.

Los fraccionamientos que comienzan a envolver las áreas agrícolas muestran que evidentemente los grupos de regantes están conviviendo con las adversidades que el fenómeno de crecimiento poblacional en la región de Pachuca conlleva, Se ha generado un sentido de pertenencia por parte de los regantes hacia estos espacios.

Se tiene que trabajar tanto con los que están en la parte alta como los que están en la parte de abajo en este caso las organizaciones de regantes. Los suelos deben de ser conservados porque se sabe que son zonas inundables, luego entonces si se fraccionan de igual manera enfrentarían problemas por inundación y aun así lo están haciendo. Con un crecimiento de población en el área metropolitana de Pachuca que te crea una demanda por el recurso hídrico se provoca como consecuencia que la fuente principal de abastecimiento sean los acuíferos. Además, en la región de Pachuca las empresas de servicios desechan al

río arcillas y aceites lo cual es un problema para los regantes cuando limpian sus diferentes canales.

El mantenimiento de canales lo hacen los regantes, incluso los regantes intervienen el cauce del río con tareas de mantenimiento para que este no se desborde, por ejemplo, se piensa en lo que es la seguridad hídrica urbana pero no se le está dando prioridad a que es lo que pasa con la seguridad hídrica en el medio rural o la periferia. Las actividades humanas aguas abajo como la agricultura de riego deben ser consideradas. Existe una actual tendencia de quitar lugares por donde pasa el agua y construir grandes avenidas para que pasen autos y cuando vienen las inundaciones se tienen problemas al interior de la ciudad, luego entonces si bien la ciudad resolvió en cierta medida el tema de los desastres por inundaciones no significa que fue una solución vanguardista y mucho menos significa que los problemas por inundación acabaron, sino que se trasladaron a otras áreas fuera del centro de la ciudad.

Se necesita de una integración entre las diferentes partes porque en el presente estudio se considera que las áreas de riego que tiene la región de Pachuca pueden mejorar en cierta medida la capacidad de gestión del recurso hídrico, se necesita una visión más integral sobre cómo administrar los recursos disponibles en la cuenca de las Avenidas y sobre todo porque algunas de las instituciones aquí mencionadas deben tener un compromiso con los usuarios de riego de la región de Pachuca. Los suelos periurbanos de la ciudad de Pachuca son de riego, esos suelos ya ocupados por esta actividad deberían quedar abiertos y sin construcción porque lo que se busca es una mejor captación del agua.

#### **6.4. Recomendaciones**

Es pertinente la conservación de las áreas de riego en el sentido en que hay localidades que históricamente han ocupado este recurso y ahora dependen de estos espacios de riego para sus actividades de labor. Estas áreas de riego que crean espacios verdes que contrarrestan el impacto que tienen las inundaciones en los límites entre la ciudad y el campo, quitarlas puede que no signifique trasladar el problema más abajo, sin embargo, si hay zonas en la

periferia que están siendo afectadas cada año pues algunas de estas zonas habitacionales fueron construidas en áreas que tienen el antecedente de ser zonas inundables en la parte baja.

Se necesita de una política pública que integre el desarrollo de las áreas agrícolas productivas, para que antes de que se sigan haciendo obras sin considerar la permanencia de pequeños sistemas de riego se pueda llegar a acuerdos entre los diferentes involucrados para una mejor preservación de dichas áreas y considerar la labor de las prácticas agrícolas que por más de 50 años vienen desarrollando los pueblos que dependen de esta actividad.

Las alternativas para la gestión del agua en Pachuca son las de considerar impulsar las áreas de la agricultura periurbana que el área metropolitana tiende a desaparecer con su fenómeno de expansión, mejorar el uso del agua y la coordinación entre los distintos actores. Las áreas donde se practica la agricultura de riego son una especie de pulmón verde que se ha convertido en una extensión de la ciudad.

La ciudad es el sistema que ensucia en la parte media de la subcuenca, pero las localidades rurales con riego se han apropiado del agua de desalojo y de los espacios periurbanos, se necesita de una política pública que esté orientada a la conservación de estos espacios. También se necesita hacer una gestión integrada de las diferentes partes de la cuenca.

Mientras que la ciudad ha necesitado de la intervención del río en varios momentos para prevenir el riesgo de las inundaciones, en la periferia las infraestructuras de control del agua para el riego han sido gestionadas por los mismos regantes.

Las diferentes instituciones que participan en la cuenca con acciones necesitan ponerse de acuerdo para valorar como es que se está gestionando el uso del espacio, es decir tienen que zonificarse cuales son las zonas en la periferia de la zona metropolitana que están teniendo más problemas de inundación e intentar tener una gestión del agua que integre las áreas de regadío generadas por el desalojo de agua de la ciudad. Se necesita de una vinculación entre los organismos operadores y los ejidos y pueblos que practican el riego

periurbano, además de integrar con acciones específicas aquellas empresas de servicios que no están colaborando con el tema de las inundaciones y el desalojo de sus desechos al cauce del río.

Se tienen que tomar en cuenta como la ciudad planifica el uso del suelo actualmente, ya que existe el antecedente de que en la Zona Metropolitana de Pachuca muchos fraccionamientos han sido construidos en áreas inundables cercanas a los sistemas de riego abordados en el presente estudio. Si se logra planificar adecuadamente como la ciudad está construyendo se pueden prevenir los problemas que la ciudad tiende por inundaciones tanto al interior de la misma como en su periferia, además esto ayudaría bastante al problema de los ejidos y pueblos con riego que están siendo alcanzados por la urbanización. Si los diferentes involucrados se ponen de acuerdo en que el desarrollo no solamente es para la ciudad, sino que se tienen una urgencia por generar un desarrollo para el medio rural y en específico para las áreas de riego, se podría tener una mejor administración hídrica del recurso donde coordinadamente cada involucrado colaborara con su parte.

Las instituciones de riego han sido autogestivas, se está hablando en el presente estudio que aún con las dificultades de su entorno ambiental han perdurado y se han mantenido con estrategias y formas de apropiación del recurso. Han generado reglas que nos hablan que efectivamente hay personas en esos espacios preocupadas por la permanencia de sus sistemas de riego por canales, su trabajo se ha relacionado con el agua de desalojo de la ciudad y han enfrentado también el problema de las inundaciones y desbordamientos del río en sus localidades. La planificación adecuada del suelo tiene que considerar sin duda estas áreas de pequeño regadío y no desaparecerlas.

En la parte alta encontramos que se ha generado infraestructura para el control de las avenidas como las presas rompepicos, dentro de la ciudad también se ha intervenido el cauce del río en distintos puntos y reorientando su cauce hacia la parte sur para dar desalojo a las aguas de avenida y de desalojo de la ciudad, ha sido una solución para la ciudad encauzar sus aguas en una sola dirección, sin embargo no significa que sea una solución vanguardista y que contribuya con los demás espacios periurbanos y el medio rural.

Existe un desalojo final de las aguas, pero lo que interesa saber es que pasa con las áreas donde el recurso hídrico se utiliza para el riego y cómo esas áreas te ayudan a disminuir el riego por inundación.

Para el caso de la ciudad de Pachuca existe una escasa coordinación entre todos los actores de la cuenca, se menciona en el estudio que no existe un dato que te prevenga de algún riesgo de inundación, no se está considerando a los sistemas de riego para la resolución de problemas hídricos que tiene la ciudad, por el contrario, la ciudad misma tiene una tendencia en ir desapareciendo estos paisajes agrarios por una falta de planificación del suelo.

El agua tiene un valor social para los regantes de la periferia de Pachuca, han generado distintos tipos de organización comunitaria para el manejo de sus sistemas de riego estableciendo reglas que cumplen internamente al interior de sus administraciones. Se necesita de una política pública que considere que la mala planificación urbana que ha tenido Pachuca tiene que cambiar, reorientándose hacia proveer a los involucrados de soluciones de prevención y adaptación del territorio.

La ciudad de Pachuca ahora con la infraestructura hidráulica que tiene su principal río cuenta con una alta capacidad de desalojo pluvial, pero no está claro qué pasa con el desalojo en la parte media de la cuenca donde en la infraestructura hidráulica tanto del río como de los sistemas de riego se encuentra de por medio la organización social de los regantes para resolver problemas con tareas inmediatas.

## CAPÍTULO VII. LITERATURA CITADA

- AHA. (1914). *AHA, Fondo: Aprovechamientos Superficiales, Caja: 1666, Expediente: 24290, Legajo:0, Fojas:21.*
- AHA. (1919). *Fondo documental: Aguas nacionales, Caja:1626, Expediente: 22702.*
- AHA. (1947). *Fondo documental: Aguas nacionales, Caja: 1534, Expediente: 21112, Legajo: 1, Foja: 2.*
- AHA. (1954). *Fondo documental: Aguas nacionales, Caja: 893, Expediente: 11251, Fojas 1.*
- AHA. (1975a). *Fondo documental: Aguas nacionales, Caja: 2884, Expediente: 41782, Fojas: 17.*
- AHA. (1975b). *Fondo documental: Aguas nacionales, Caja: 2884, Expediente:41782, Fojas:16.*
- AHA. (1981). *Fondo documental: Aguas nacionales, Caja: 2359, Expediente: 32534, Legajo: 1, Fojas: 35.*
- AHA. (1982). *Fondo documental: Aguas nacionales, Caja: 3575, Expediente: 54458, Legajo: 1, Fojas: 7.*
- AHA. (1984). *Fondo documental: Aguas nacionales, Caja: 3279, Expediente: 49433, Legajo: 1, Fojas: 10.*
- AHA. (1985a). *AHA, Infraestructura hidráulica, Caja: 272, Expediente:7310, Legajo: 0, Fojas:6.*
- AHA. (1985b). *Fondo documental: Aguas nacionales, Caja: 1460, Expediente: 19930, Legajo: 1 Fojas: 9.*
- AHA. (1985c). *Fondo documental: Infraestructura hidráulica, Caja: 349, Expediente: 9766, Legajo: Fojas: 8.*
- AHA. (1986a). *AHA, Infraestructura hidráulica, Caja :262, Expediente:6992.*
- AHA. (1986b). *Fondo documental: Infraestructura hidráulica, Caja: 284, Expediente:7648, Legajo: 0, Fojas: 3.*
- (AHA, 1947, Fondo documental: Aguas nacionales, Caja: 1534, Expediente: 21112, Legajo: 1, Fojas: 3. (s. f.).
- (AHA, 1956, Fondo documental: Aguas nacionales, Caja: 2429, Expediente: 33793, Fojas: 2). (s. f.).

- AHA, 1959, Fondo documental: Aguas nacionales, Caja:2884, Expediente:41782, Fojas:17. (s. f.).
- Amaga Ventura, María Lurdes. (2011). Aspectos institucionales de la gestión del agua en Pachuca, Hidalgo. *Revista Mexicana de Sociología*, núm. 3(73), pp. 509-537.
- Arellanos Ríos Alberto. (2014). *La definición jurídica del fenómeno metropolitano en el ámbito subnacional mexicano* (Opinión jurídica, Universidad de Medellín).
- Childe, Vere Gordon. (1936). *Los orígenes de la civilización* (6ta reimpresión, 2016). México: Fondo de Cultura Económica.
- Cirrelli, Claudia. (2000). Aguas negras, agricultura periurbana y organización de regantes. En *Antología sobre pequeño riego Vol.3, Organizaciones autogestivas*. (Tomás Martínez Saldaña y Jacinta Palerm, Colegio de Postgraduados). México: Plaza y Valdez.
- Cirrelli, Claudia. (2004). *Agua desechada, agua aprovechada cultivando en los márgenes de la ciudad* (El Colegio de San Luis).
- Comisión Nacional de Áreas protegidas. (2005). *Programa de conservación y manejo. Parque Nacional El Chico*. México.
- CONAPO, INEGI. (2010). *Delimitación de zonas metropolitanas de México* (pp. 1-35) [Delimitación de Zonas Metropolitanas de México]. Recuperado de SEDESOL website:  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/112786/1\\_DZM\\_2010\\_PAG\\_1-34.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/112786/1_DZM_2010_PAG_1-34.pdf)
- CONAPO, INEGI. (2018). *Zonas metropolitanas en el Estado de Hidalgo*. Recuperado de [www3.diputados.gob.mx](http://www3.diputados.gob.mx)
- Di Baldassarre, G., Viglione, A., Carr, G., Kuil, L., L. Salinas, J., & Blöschl, G. (2013). *Socio-hydrology: Conceptualising human-flood interactions* (Vol. 17).  
<https://doi.org/10.5194/hess-17-3295-2013>
- Diario Oficial, Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2016, febrero 5). *Decreto de expropiación del ejido Pachuquilla*. Recuperado de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4632355&fecha=06/07/1977](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4632355&fecha=06/07/1977)
- Dourojeanni, Axel. (2005). *Gestión de cuencas hidrográficas y aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos* (CEPAL). Recuperado de [https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/1/35691/Axel\\_Dourojeanni\\_GESTION\\_CUENCAS\\_Y\\_GIRH.pdf](https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/1/35691/Axel_Dourojeanni_GESTION_CUENCAS_Y_GIRH.pdf)
- Elorduy Gil, Ernesto. (2003). *Hidalgo, Hábitat para México*. México: Grupo Editorial Miguel Ángel Porrúa.

- Galindo Castillo, Erick, O. S., Elena María. (2011). Sobrexplotación del acuífero Cuautitlán—Pachuca: Balance hídrico 1990-2010. En *Avances en impacto, Tecnología y Toxicología ambiental* (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, pp. 9-32). Pachuca, Hidalgo.
- García Romero, Araceli Fabiola. (2013). *Encauzamiento La Paz—Los Tuzos del Km .7+880 al Km. 9+880. Ubicado en el municipio de Mineral de la Reforma, en el Estado de Hidalgo*. Instituto Politécnico Nacional, México, D.F.
- Hammersley, Martyn, A., Paul. (1994). *Etnografía, Métodos de investigación*. Barcelona: Ed. Paidós.
- Hernández López, Emmanuel, J. G., Nadia. (2007). *Desarrollo habitacional en el municipio de Mineral de la Reforma, Hidalgo* (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo). Recuperado de <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/620/Desarrollo%20habitacional%20Mineral%20de%20la%20Reforma.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández Peña, Yolanda Teresa. (2010). El ordenamiento territorial y su construcción social en Colombia: ¿Un instrumento para el desarrollo sustentable? *Cuadernos de Geografía, Revista Colombiana de Geografía, No. 19*, pp. 97-109.
- Hernández Sampieri, Roberto. (1994). *Metodología de la investigación* (6ta Edición). Mc. Graw Hill Education.
- Herrera José, L. (1930). El espíritu colectivo de los sistemas de riego. En *Aventuras con el agua. La administración del agua de riego: Historia y teoría* (Colegio de postgraduados, pp. 362-365. Edición original 1930, en *Irrigación en México*, Vo. II, pp. 385-487, corresponde a la sección editorial. N. del E.: muy probablemente el autor de esta Sección Editorial es José Herrera y Lasso.
- Hunt, Robert C, (1977). “Sistemas de riego por canales: Tamaño del sistema y estructura de la autoridad”. En *Antología sobre pequeño riego* (en; Tomas Martínez Saldaña y Jacinta Palerm Viqueira (Editores), Vol. 1, Colegio de Postgraduados, pp. 185-219. México.
- INEGI. (2010). *Censo de población 2010, cuaderno de información básica de Mineral de la Reforma, Estado de Hidalgo*. Gobierno del Estado de Hidalgo.
- INEGI. (2016). *Carta hidrológica de aguas subterráneas* [Pachuca f14-11].
- INEGI. (2018). *Archivo Histórico de localidades geoestadísticas*. Hidalgo.
- Instituto de Estudios Legislativos. (2011). *Ley de protección del Estado de Hidalgo*. Recuperado de [http://www.congreso-hidalgo.gob.mx/biblioteca\\_legislativa/Leyes/74Ley%20de%20Proteccion%20Civil%20del%20Estado%20de%20Hgo.pdf](http://www.congreso-hidalgo.gob.mx/biblioteca_legislativa/Leyes/74Ley%20de%20Proteccion%20Civil%20del%20Estado%20de%20Hgo.pdf)

- Juárez García, Hugo Fernando. (2012). *Procedimiento de construcción de las dovelas para el túnel emisor oriente*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martínez, José Manuel. (2017, febrero 28). En agosto concluirán río de las Avenidas hasta los tuzos. Diario *El independiente*.
- Melville, Roberto. (2000). *La cuenca fluvial como territorio fragmentado para la organización de los Recursos hídricos*. pp. 57-73.
- Ostrom , Elinor. (1990). *El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva* (Segunda reimpression, 2015). Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad Autónoma de México, Editorial; Fondo de Cultura Económica.
- Peña, Francisco. (2002). Las aguas residuales en la agricultura mexicana: Medio ambiente, salud y política. *Memorias del IX Simposio de historia económica, condiciones medioambientales de desarrollo humano y crecimiento económico, Universidad Autónoma de Barcelona, España*, pp. 1-26.
- Peña Francisco. (2013). El misterio de la sed urbana. La ciudad como construcción hidráulica. En *La sed urbana. La ciudad como construcción hidráulica*. San Luis Potosi: El colegio de San Luis Potosi.
- Pérez Marcial, Cesar R. (2017). Expansión de la ciudad en la Zona Metropolitana de Pachuca: Procesos desiguales y sujetos migrantes e inmobiliarios. *Revista territorios*, 38, Bogotá, pp. 1-22.
- Pérez Marcial, César R. (2018). Expansión de la ciudad en la Zona Metropolitana de Pachuca, procesos desiguales, sujetos migrantes e inmobiliarios. *Territorios* 38. Bogotá 2018, pp. 41-65.
- Pinto, Mauricio. (2012). La cuenca hidrográfica como base para la gestión ambiental y de recursos hídricos. Precisiones, alcance y límites en torno al concepto geográfico, jurídico y político. *Research Gate*, pp. 34-43.
- Ramírez García, Ádan Guillermo, C. R., Marta Concepción. (s/f). *El ordenamiento ecológico territorial participativo, Instrumento para el desarrollo rural sustentable: El caso del municipio de Álamos*. pp. 65-85.
- Registro Público de los Derechos de Agua. (2019). *Títulos y Permisos de aguas Nacionales*. Comisión Nacional del Agua.
- Rodarte García, Raúl, G. E., Emmanuel. (2016). Espacio rural, espacio urbano el eterno conflicto, el valle de Pachuca, Hidalgo. *AMECIDER*, pp. 1-27. Mérida, Yucatán.

- Rodríguez Barrientos, Francisco. (2006). Cuencas hidrográficas, descentralización y desarrollo regional participativo. *Inter sedes: Revista de las sedes regionales. Universidad de Costa Rica., Vol. VII, Núm. 12*, pp. 113-125.
- Romero Bautista, Alejandro. (2012). *Relación del escurrimiento superficial y el crecimiento poblacional en el río de las Avenidas en Pachuca, Hidalgo* (Tesis de Doctorado en Hidrociencias). Colegio de postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.
- Sánchez Vélez, Alejandro S., G. N., Rosa María. (2003). *La cuenca hidrográfica: Unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales* (Secretaría del Medio ambiente y Recursos Naturales). Comisión Nacional del Agua.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. (1988). *Agua y sociedad. Una historia de las obras hidráulicas en México*.
- Secretaría de Desarrollo Social. (2014). *Catálogo de localidades, Mineral de la Reforma*. Recuperado de <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=13&mun=051>
- SIAP. (2019). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, Primavera—Verano, Riego* [Anuario Estadístico de la Producción Agrícola].
- SIAPS. (2010). *Evolución de la legislación de aguas en México*.
- Silva Rodríguez, Jorge Alejandro. (2014). La gestión del agua a través de sus modelos Administrativos. *XIX Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática de la UNAM*.
- Soto Oliver, Nicolas. (2004). *Pachuca una ciudad con sed* (Fundación hidalguense A.C.).
- Téllez Pelcastre, Noé. (2015). *Pequeño regadío periurbano con aguas no residuales. El caso de la presa El Girón de San Juan Tizahuapan*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca de Soto, Hidalgo.
- Tovar Escorza, Luz Verónica. (2007). *Propuesta para la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales*.
- Van Leeuwen, Arturo. (2000). *Ordenamiento territorial participativo desarrollando y utilizando un SIRTPLAN*. pp. 1-8.
- Vargas González, Pablo. (2011). La conflictividad en el proceso de metropolización de la ciudad de Pachuca 1970-2010. *Papeles de población, Universidad Autónoma de la Ciudad de México*, (Vol. 17, No. 68).

Witffogel, Karl A. (1966). *Despotismo oriental. Estudio comparativo del poder totalitario* (Ediciones Guadarrama).

## ANEXOS (FOTOS)



Foto 1.- Presa El Jaramillo, Mineral del Monte.

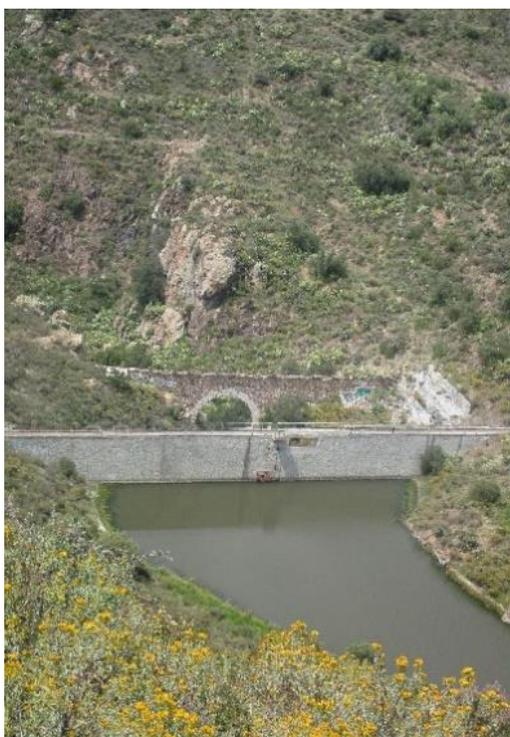


Foto 2.- Presa las Avenidas, Pachuca de Soto.

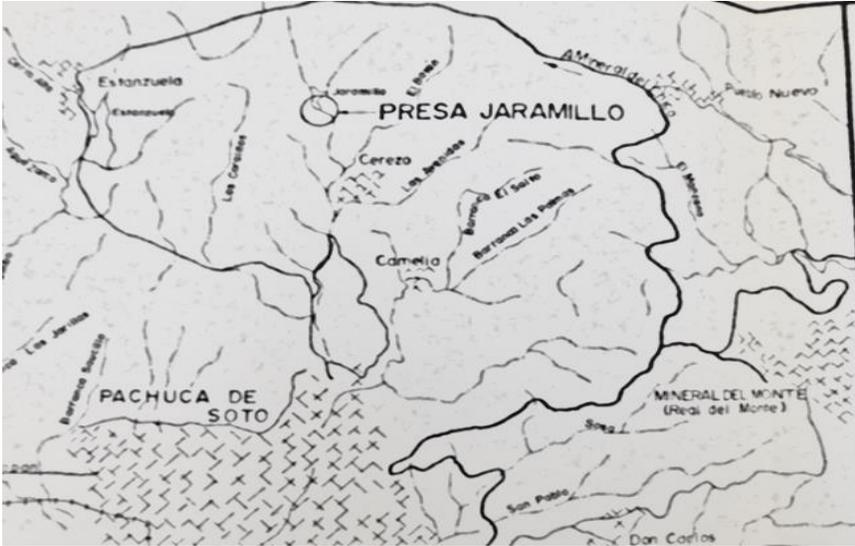


Foto 3.- Foto del plano de las obras de sobrelevación de la presa El Jaramillo consultado en el Archivo Histórico del Agua, Ciudad de México.

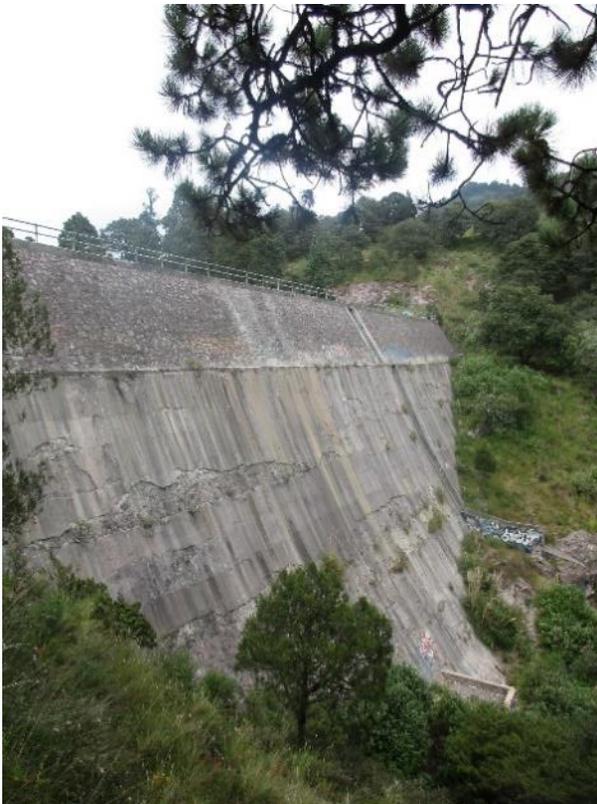


Foto 4.- Cortina de la presa El Jaramillo, Mineral del Monte, Hidalgo.



Foto 5.- Vista del cauce del río de las Avenidas en el lugar donde se encuentra el Parque Industrial La Paz, en él se pueden apreciar los puntos de descarga de agua que hacen las empresas Ánfora, Vicrila, Las margaritas, Elmec y Mg.



Foto 6.- Cárcamo de Tuzos, foto tomada en Trabajo de campo, 2018.



Foto 7.- Lugar donde se instalan las bombas para controlar las inundaciones, en Tuzos, colector de aguas negras de El Venado, Mineral de la Reforma, Hidalgo, foto tomada en trabajo de campo, 2018.



Foto 8.- Personal del cárcamo de Tuzos, Mineral de la Reforma, Hidalgo, foto tomada en trabajo de campo, 2018.



Foto 9.- Trabajos de limpieza del cauce del río de las Avenidas foto tomada en trabajo de campo, 2018.

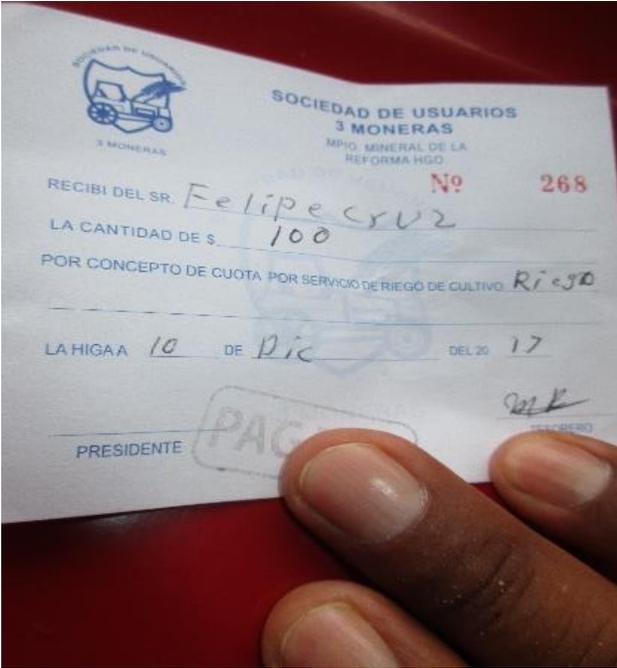


Foto 10.- Recibo por concepto de pago de servicio de agua para riego de la sociedad de agricultores 3 moneras.



Foto 11.- Cauce del río de las Avenidas en la periferia de la ciudad de Pachuca



Foto 12. Regadío periurbano y paisaje agrario de la región de Pachuca