

HUMEDALES ARTIFICIALES EN MÉXICO

Planteamientos alternativos a la
extracción de los recursos hídricos

ACELA MONTES DE OCA HERNÁNDEZ
(COORDINADORA)

RÍO
SUBTERRÁNEO



HUMEDALES ARTIFICIALES EN MÉXICO

PLANTEAMIENTOS ALTERNATIVOS A LA EXTRACCIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Acela Montes de Oca Hernández
(Coordinadora)



Universidad Autónoma del Estado de México

Dr. en Ed. Alfredo Barrera Baca

Rector

Dra. en C. E. A. Eréndira Fierro Moreno

*Encargada del Despacho de la Secretaría de Investigación
y Estudios Avanzados*

Dr. en A. S. y E. Edgar Samuel Morales Sales

*Coordinador del Centro de Investigación en Ciencias Sociales
y Humanidades (CICSyH)*

Mtra. en Admón. Susana García Hernández

*Directora de Difusión y Promoción de la Investigación
y los Estudios Avanzados*

L.L.L. Patricia Vega Villavicencio

Jefa del Departamento de Producción y Difusión Editorial

Humedales artificiales en México. Planteamientos alternativos a la extracción de los recursos hídricos

Acela Montes de Oca Hernández
Coordinadora

Primera edición: 5 de mayo de 2021
ISBN 978-607-633-270-2 (impreso UAEM)
ISBN 978-607-633-271-9 (PDF UAEM)
ISBN 978-607-99248-0-5 (impreso Río Subterráneo Editores)
ISBN 978-607-99248-1-2 (PDF Río Subterráneo Editores)

D. R. © Universidad Autónoma del Estado de México
Instituto Literario núm. 100 Ote.
C. P. 50000, Toluca, Estado de México
<http://www.uaemex.mx>

Río Subterráneo Editores
Paseo Cristóbal Colón núm. 225
Col. Colón, C.P. 50120
Toluca, Estado de México
www.riosubterraneo.com.mx

Imagen de la portada: Acela Montes de Oca Hernández

El presente libro cuenta con la revisión y aprobación de pares doble ciego externos a la Universidad Autónoma del Estado de México. Expediente 243/08/2020.

Esta edición y sus características son propiedad de la Universidad Autónoma del Estado de México y de Río Subterráneo Editores.

El contenido de esta publicación es responsabilidad de los autores.

Este libro fue posible gracias al financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

Impreso y hecho en México / Printed and made in Mexico

ÍNDICE

PRÓLOGO	13
INTRODUCCIÓN	19
PARTE 1	
HISTORIA DE LA PROPIEDAD Y MANEJO DE HUMEDALES ARTIFICIALES	51
CAPÍTULO I	
Valoración histórica de los bordos del río Tejalpa en Toluca y Zinacantepec. La competencia por el agua entre pueblos, haciendas, ranchos y ejidatarios	53
<i>Gloria Camacho Pichardo</i>	
CAPÍTULO II	
Gestión de humedales artificiales en núcleos agrarios de Amealco de Bonfil, Querétaro	85
<i>Laura Millán Rojas, Acela Montes de Oca Hernández, Miguel Ángel Hernández García, Fredyd Torres Oregón</i>	
CAPÍTULO III	
Los Xagüeyes: ¿Un patrimonio en riesgo de olvido?	115
<i>María Alicia de los Ángeles Guzmán Puente</i>	
PARTE 2	
COMUNIDADES ORGANIZADAS	135
CAPÍTULO IV	
El benjamín de los humedales: los jagüeyes, un patrimonio regional	137
<i>Emmanuel Galindo Escamilla, Rosa Josefina Bárcenas Argüello</i>	
CAPÍTULO V	
Paisajes y movimientos sociales del agua	159
<i>Acela Montes de Oca Hernández</i>	

CAPÍTULO VI	
Reservorios de agua en la floricultura de Villa Guerrero, Estado de México	187
<i>Jesús Castillo Nonato</i>	
PARTE 3	
GEOMORFOLOGÍA DE HUMEDALES	209
CAPÍTULO VII	
Caracterización geológico-geomorfológica de los humedales interiores	211
<i>Luis Miguel Espinosa Rodríguez</i>	
CONCLUSIONES GENERALES	247
ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS	
Introducción	
Figura 1. Glifo de xagüey	22
Capítulo I	
Tabla 1. Partido de Toluca, 1854	55
Tabla 2. Partido de Zinacantepec, 1854	56
Tabla 3. Repartimiento de las aguas del río Sierra Nevada o Tejalpa, 1758	58
Figura 1. Zona irrigada por el río Tejalpa en 1933	61
Tabla 4. Haciendas y propietarios, municipio de Toluca, 1889-1893	64
Tabla 5. Haciendas y propietarios, municipio de Zinacantepec 1889-1893	66
Tabla 6. Noticia de los pueblos de la municipalidad de Toluca que tienen agua, 1890	67
Tabla 7. Distribución de las aguas del río Tejalpa, 1932	76
Tabla 8. Reglamentación de las aguas del río Tejalpa, 1934	78
Capítulo II	
Figura 1. Bordos por tipo de propiedad en Amealco de Bonfil	100
Figura 2. Bordos en núcleos agrarios de Amealco de Bonfil	101

Figuras 3 y 4. Sistema de llenado y desagüe de bordo comunitario	106
Figura 5. Tecnología secuencial en el bordo	106
Figura 6. Diseño de almacenamiento hídrico con manejo individual	107
Capítulo III	
Figura 1. Xagüey de San José de los Laureles	120
Figura 2. Xagüey San Marcos, Totolapan	120
Figura 3. Xagüey de San Agustín	121
Figura 4. Altos Centrales de Morelos	124
Tabla 1. Funcionamiento de xagüeyes en el estado de Morelos, 2018	125
Figura 5. Xagüeyes tradicionales en Tlayacapan, Morelos	126
Figura 6. Xagüey Zuchititla	127
Figura 7. Xagüey Atenexapa	128
Figura 8. Xagüey Chihuahaco	128
Capítulo IV	
Figura 1. Paisaje característico de los Llanos de Apan	146
Figura 2. Ganado menor abrevando en un jagüey	146
Figura 3. Jagüeyes cercanos a rancherías y viviendas aisladas	147
Figura 4. Fragmento del Lienzo de Zempoala	150
Figura 5. Zona de captación y obra de conducción	152
Figura 6. Lecho de arroyo seco con desarenador	153
Figura 7. Interior de un jagüey con agua almacenada para abrevadero y riego	154
Figura 8. Interior de un jagüey con flora y fauna acuática	154
Figura 9. Interior de un jagüey con poca agua almacenada	154
Figura 10. Niño acarreando agua para uso doméstico	155
Capítulo V	
Figura 1. Mecánica de recarga de acuíferos mediante albarradas	165
Tabla 1. Semblantes generales de algunos pequeños almacenamientos del siglo XX	165
Figura 2. Localización de bordos en subcuencas del Estado de México	167

Figura 3. Dinámica de llenado de bordos con agua de presa a través de canal, 2019	168
Figura 4. Conexión de bordos con órdenes de drenaje	169
Figura 5. Relieve de subcuenca del río Tejalpa	170
Figuras 6 y 7. Bordos adyacentes del ejido de Sebastián Lerdo de Tejada, Toluca, Estado de México, 2018	171
Figura 8. Bordos que se llenan totalmente con agua pluvial, zona rural 2017	173
Tabla 2. Caracterización de humedales artificiales (bordos, jagüeyes) por fuente de llenado, 2019	174
Figura 9. Distribución espacial de bordos en la localidad El Paredón Centro, Almoloya de Juárez, Estado de México	178
Figura 10. Bordo cercano a casa campesina	179
Figura 11. Movimientos sociales de agua tomados de ríos y arroyos	179
Figura 12. Retención de agua de río para llenar los bordos	180
Figura 13. Recolectando planta (cuexcomate) en un canal de riego que deriva de un HA, 2017	182
Figuras 14 y 15. Bordo con proyecto turístico y desarrollo de la actividad de pesca familiar, 2017	183

Capítulo VI

Figura 1. Invernaderos beneficiados con agua de reservorios en Villa Guerrero	191
Figura 2. Bordo que se emplea como reservorio para riego, cuya ubicación se halla en los costados de invernaderos	194
Figura 3. Bordo tipo almacenamiento, destinado a la producción de flor	194
Figura 4. Bordo que sirve de almacenamiento de agua	195
Figura 5. Bordo contiguo que sirve de hábitat de truchas y espacio de recreación	196
Figura 6. Invernaderos tipo colombiano, cuya producción se destina a la exportación	196
Figura 7. Condiciones de la planta bajo invernadero tipo colombiano	197
Figura 8. Bordo-hábitat con árboles leñosos en su contorno	198
Figura 9. Bordo-hábitat con vegetación acuática	198

Figura 10. Ejemplo de lista de usuarios a partir de la cual se presenta la distribución y el calendario de riego	200
Figura 11. Red del sistema de bordos del ejido de Totolmajac	201
Figura 12. Río donde se encuentra la entrada o la toma que conduce el agua al canal general	201
Figura 13. Dimensiones del canal por el cual el agua del río Calderón se dirige a los bordos	202
Figura 14. Canal o zanja que conduce agua a terrenos, también se utiliza para el llenado de bordos	203
Figura 15. Localización de bordos en Villa Guerrero	205

Capítulo VII

Tabla 1. Periodos evolutivos de gestación y desarrollo del Sistema Volcánico Transversal	216
Tabla 2. Sismicidad regional. El caso representado * presentó 175 eventos y ondas Raleigh. En el caso **, el epicentro se presentó en los límites de Puebla y Morelos	217
Tabla 3. Elementos morfoestructurales dominantes del Sistema Volcánico Transversal	218
Figura 1. Elementos morfoestructurales del Sistema Volcánico Transversal	219
Figura 2. Sierras mayores del sector central del Sistema Volcánico Transversal	219
Tabla 4. Sierras mayores, complejos y unidades del Sistema Volcánico Transversal (porción centro)	220
Tabla 5. Formaciones geológicas estratigráficas dominantes de Hidalgo	222
Tabla 6. Estratigrafía general del municipio de Huasca	224
Figuras 3 y 4. Geología general de la cuenca alta del río Lerma	226
Tabla 7. Composición litológica de la cuenca alta del río Lerma, características de los medios y formación geológica predominante	226
Tabla 8. Secuencia estratigráfica del Sistema Nevado de Toluca–San Antonio	228
Tabla 9. Historia eruptiva del Nevado de Toluca que comprende los últimos 43, 000 años de actividad	229

Figura 5. Síntesis del origen, modelado y desarrollo de paisajes del ANP y zonas periféricas	230
Tabla 10. Formaciones geológicas estratigráficas dominantes de Querétaro	231
Figura 6. Sistema morfoestructural de Querétaro Centro	232
Tabla 11. Características físico-geográficas generales de los humedales	233
Tabla 12. Características distintivas de los sistemas de humedales	234
Figura 7. Sistema de humedales del municipio de Huasca, Hidalgo	235
Figura 8. Sistema de humedales del municipio de Lerma, Estado de México	236
Figura 9. Sistema de humedales del municipio de Corregidora (El Pueblito), Querétaro	237

PRÓLOGO

Bajo la denominación de humedales artificiales se ha catalogado un amplio conjunto de espacios naturales de origen antrópico, de muy diferente génesis, magnitudes y morfologías, que alberga contrastados procesos naturales y distintas formas de gestión y organización social. Entre las lagunas construidas para la depuración de aguas residuales de sistemas urbanos, las colas de los grandes embalses de regulación fluvial o las pequeñas charcas para ganado o riego, hay un variado mosaico de espacios que aúnan numerosos valores naturales y culturales. Todos ellos responden a una voluntad humana de transformación y domesticación del medio, con la finalidad de optimizar la gestión de los recursos naturales o maximizar la producción agropecuaria. El dominio de la tecnología hidráulica determina la complejidad y magnitud de estos humedales, que han sido desarrollados desde la antigüedad en diferentes rincones del planeta.

Este libro pone el foco sobre aquellos con dimensiones más modestas, que han servido tradicionalmente en muchos territorios rurales para retener, almacenar y usar agua para la producción animal o vegetal. Por su simplicidad técnica pueden considerarse como soluciones adaptativas desarrolladas por las sociedades campesinas, distanciándose de aquellos espacios domesticadores construidos por la ingeniería moderna. La riqueza tipológica de estos humedales es enorme y se puede inferir de la diversidad de nombres que reciben en las diferentes regiones de México exploradas por este trabajo: jagüeyes, bordos, presas y presillas, cajas de agua, agujajes, jollas o entarquinamiento. La lista sería interminable si extendiéramos este inventario a otros territorios hispanohablantes.

El libro emprende la tarea, oportuna y muy necesaria, de avanzar en la clasificación morfológica y en el análisis de la gestión comunitaria de estos artefactos de la naturaleza y cultura. De este modo se abre la puerta al lector o lectora hacia el conocimiento de algunas soluciones adaptativas ancestrales para la gestión social del agua, las cuales están destinadas a ganar un renovado protagonismo en el actual escenario de cambio global. Para ello se desarrolla una aproximación multidisciplinar que, a partir del análisis de varios casos de estudio mexicanos, permite realizar un análisis completo de buena parte de las formas y procesos socioecológicos que tienen lugar en estos espacios.

El trabajo parte de una revisión de las investigaciones de los últimos años sobre estos espacios, que refiere someramente la denominación y tipología de dichos espacios en Latinoamérica, para luego centrarse en aspectos teóricos sobre gestión del agua y del paisaje, subrayando la importancia de las prácticas campesinas y el enfoque comunitario. Se exploran postulados teóricos sobre las comunidades hidráulicas, sobre la noción de oasis u oasisificación, y se plantean algunas interrogantes claves que van a responderse en este libro: ¿todavía resultan útiles las prácticas tradicionales para captar aguas torrenciales y de lluvia? ¿En qué situación se encuentran los humedales artificiales del centro de México en términos de conservación de la calidad ambiental y de su patrimonio cultural? ¿Cómo podrían mejorarse las capacidades y acciones de los gestores de política hidráulica en el reconocimiento de estos espacios? A estas cuestiones trata de responder un grupo de investigadores que proviene de distintas disciplinas –historia, antropología y geología–, quienes han trabajado conjuntamente mediante el proyecto de investigación “Valoración ambiental, social y productiva de los humedales interiores artificiales de México” (UAE Mex-Conacyt), centrado en el análisis de la organización para el aprovisionamiento y construcción de humedales antrópicos de cuatro estados de la República Mexicana: Estado de México, Morelos, Querétaro e Hidalgo.

Los distintos capítulos van dando respuesta a las citadas cuestiones, siguiendo en su mayoría una metodología de caso de estudio. El primero nos lleva al río Tejalpa, en Toluca y Zinacantepec, donde Gloria Camacho analiza la competencia por el agua entre pueblos, haciendas, ranchos y ejidatarios entre los siglos XVIII y XX, tomando como base un estudio previo sobre los cambios en las estructuras agrarias en el sur del Valle de Toluca.

El trabajo cubre, en consecuencia, un largo periodo histórico donde acontecen importantes cambios institucionales y políticos que afectaron el marco jurídico del agua y la tierra. Como punto de partida, se revisan las actuaciones ejecutadas por el reformismo borbónico, encaminadas a extinguir la explotación colectiva de la tierra y a regular, mediante repartimientos, la concesión de agua para actividades económicas, como estrategia para el fomento de la riqueza e instrumento de paz social.

Después se analizan los impactos de las desamortizaciones liberales que en Europa y América se orientaron a debilitar la privilegiada posición de la Iglesia para apuntalar el nacimiento del Estado moderno, pero que en México presenta un componente descolectivizador más marcado que

en otros lugares, como materialización de los principios económicos del liberalismo. La Constitución de 1917 cerró el paso a este proyecto y sentó las bases para una radical reordenación del agro mexicano, la cual no estuvo exenta de conflictos, tal y como describe con detalle el trabajo de Camacho. Este recorrido histórico culmina a mediados del siglo XX, cuando se produce un desequilibrio entre usos y recursos, debido a lo que –usando los términos de Seckler (1996)¹– denominaremos un desajuste entre el agua de papel y el agua real, un proceso que conduce inexorablemente al conflicto social, al expolio de los derechos de los usuarios más frágiles y a la degradación de los ecosistemas acuáticos.

Laura Millán, Acela Montes de Oca, Miguel Ángel Hernández y Fredyd Torres trasladan el foco de análisis a los bordos de Amealco de Bonfil, en Querétaro. Buena parte de estos bordos han experimentado recientemente un grave proceso de degradación, sobre todo causado por los vertidos de aguas urbanas e industriales, y que en otros casos han sido transformados o degradados por otras actuaciones directas (deseccación, incendios, sobreexplotación...); por lo tanto, son necesarias acciones que pongan en valor a estos humedales. En este sentido, los citados autores han desarrollado una aproximación etnográfica y un completo análisis documental para entender y explicar la gestión comunitaria de dichos humedales artificiales, sus bases físicas y el proceso de interacción entre la comunidad y el ecosistema de origen antrópico. Parten de un completo inventario de bordos, con información asociada sobre el sistema de gestión, privado o colectivo.

El objetivo es prestar apoyo a futuras acciones de reconocimiento social y de conservación de estos espacios, ante la actual endeblez del apoyo institucional. El trabajo descubre –como sucede con muchos otros elementos del patrimonio hidráulico del medio rural– que la clave para conservar los bordos es la preservación de las actividades agropecuarias que los crearon y que los dotan de sentido, y que el mantenimiento de su funcionalidad es la mejor manera de asegurar su sostenibilidad futura.

En el escrito de María Alicia de los Ángeles Guzmán se presenta un avance de los últimos 10 años de acercamiento a la zona de la microcuenca donde están situados los embalses de agua, denominados xagüeyes, en el estado de Morelos. Asimismo, se articula el trabajo histórico, cultural y simbólico con el del geo-posiciones y factores hidrogeológicos.

¹ Seckler, D. (1996), *The new era of water resources management from “dry” to “wet” water savings*. IIMI Res. Rep. 5. Int. Irrig. Mange. Inst., Columbo, Sri Lanka.

Los jagüeyes de la altiplanicie pulquera de los Llanos de Apan, situados al noreste de la cuenca de México, son objeto de un estudio firmado por Emmanuel Galindo y Rosa Josefina Bárcenas. Estos humedales, por su pequeño tamaño, quedan habitualmente fuera de las figuras legales de protección y –como apuntan los autores– llama la atención que de los 142 humedales protegidos por la Convención de Ramsar, tan sólo uno responda a esta tipología, a pesar de su singularidad y de su plurisecular tradición del manejo de la escorrentía, que arranca en el periodo prehispánico. El trabajo refiere abundante documentación histórica sobre esta tradición hidráulica y elabora una cuidadosa definición de los componentes de estos pequeños sistemas hídricos, a fin de detectar las principales amenazas para su conservación y proponer acciones políticas de concienciación como base para el desarrollo de acciones legales de protección.

Bordos y jagüeyes son sin duda elementos clave de los paisajes de agua mexicanos, pese a que su consideración legal haya quedado postergada, probablemente por cuestiones de escala. La puesta en valor de estos humedales, en el marco del reconocimiento de los valores asociados al paisaje, es una cuestión ineludible, pues constituyen una parte fundamental del mosaico de estos paisajes rurales. Acela Montes de Oca aborda esta situación en el Estado de México y plantea un modelo espacial de reconocimiento y definición de atributos de dichas unidades de paisaje, a partir de una propuesta de clasificación tipológica basada en criterios principalmente hidrológicos. Esta tipología se aplica después al análisis de los bordos de la localidad El Paredón, en el municipio de Almoloya de Juárez (Estado de México), de los cuales también se analiza la gestión comunitaria.

Jesús Castillo sigue un patrón similar de análisis para el caso de los bordos en Villa Guerrero, Estado de México, en un paisaje intensamente antropizado por la proliferación de la agricultura de invernadero. Aquí buena parte de los bordos presentan menores valores ambientales, debido a la propagación de materiales plásticos para la impermeabilización de los vasos y a una mayor densidad constructiva. Sin embargo, también se conservan los que el autor denomina bordos-hábitat, que atesoran gran parte de los valores propios de esta tradición hidráulica. Por otra parte, dicha tradición también se preserva en unas estructuras de gestión colectiva –los comités de usuarios de riego– que salvaguardan la vertiente institucional de este patrimonio cultural.

La última aportación del libro es una caracterización geológico-geomorfológica de los humedales interiores elaborada por Luis Miguel Espinosa. Se trata de un capítulo que cumple con la misión de definir el sustrato físico en el que se han desarrollado los trabajos antes citados. Adopta inicialmente una aproximación de escala regional, mediante una caracterización geológico-geomorfológica del Sistema Volcánico Transversal, y lleva a cabo enseguida una detallada descripción de las litologías presentes en los paisajes de humedales de Huasca de Ocampo, Acatlán y Chapatongo (Hidalgo), Toluca y Almoloya de Juárez (Estado de México) y en los del municipio de Corregidora (Querétaro). Posteriormente efectúa una caracterización básica de la morfología de los humedales de dichas zonas.

El trabajo concluye con una síntesis de las investigaciones, que ratifica la utilidad de la metodología empleada y de su replicabilidad para el estudio de otras regiones con humedales similares. Destaca el papel clave de la gestión colectiva en la preservación de estos espacios y advierte sobre los efectos negativos que las políticas neoliberales causan sobre los servicios ambientales que prestan bordos y jagüeyes, pero también sobre los riesgos que puede suponer un excesivo control del Estado en torno a estas instituciones colectivas. Además, alerta sobre los peligros que pueden derivarse de las modificaciones regionales o globales del ciclo hidrológico. Finalmente, se establece una serie de pautas y criterios de conservación que deben ser asumidos como una hoja de ruta por las administraciones públicas para que, en estrecha colaboración con las comunidades locales, se desarrollen acciones encaminadas a garantizar la preservación de este valioso patrimonio hidráulico. El primer paso hacia esta dirección es, sin duda alguna, escribir, publicar y difundir un libro como el que el lector tiene ahora en sus manos.

Carles Sanchis Ibor
Investigador
Centro Valenciano de Estudios del Riego
Universitat Politècnica de València

Profesor asociado
Departamento de Geografía
Universitat de València

INTRODUCCIÓN

Este trabajo es resultado del proyecto “Valoración ambiental, social y productiva de humedales interiores artificiales en México”, registrado ante el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) con el número 258175; en él participan las siguientes instituciones: Universidad Autónoma del Estado de México (Centro de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades, Facultad de Geografía, Facultad de Ciencias Agrícolas y Centro de Estudios e Investigación en Desarrollo Sustentable), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades) y la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (Facultad de Estudios Sociales Temixco).

Desde 2016, los investigadores y las investigadoras mostraron interés en analizar la complejidad social, organizativa y física de innumerables sistemas locales de almacenamiento hídrico en el centro de México. En las regiones de estudio se encuentran los ríos Lerma, Balsas y Moctezuma, los cuales presentan altos grados de contaminación (el río Lerma está catalogado como uno de los más contaminados del mundo), y hay una intensa concentración demográfica e industrial. Adicionalmente, destaca una profusa presencia de propiedad social y territorio de pueblos originarios (mazahuas, otomíes y nahuas). Por otra parte, las estadísticas nacionales registran, desde 1950, aquellos sistemas de acumulación de agua antrópicos construidos para la depuración de aguas residuales, obviando los almacenamientos de tecnología tradicional con diversos usos, documentados desde 1540.

Por cierto, las investigaciones centradas en los humedales artificiales como sistemas de fitodepuración señalan que pese a no ser costosos en términos económicos, su uso está limitado por la falta de personal técnico que opere las obras. El mayor riesgo que se ha tenido es el abandono de dichas plantas una vez que se retiran los instauradores. En este sentido, los antecedentes del concepto de humedales artificiales remiten a procesos ostentados por la ingeniería ambiental.

De forma paralela, y acaso con mayor historia, están los humedales artificiales, que son identificados en locución regional como xagüeyes o jagüeyes (algunos de origen prehispánico y otros colonial). A finales del siglo XIX y hasta hoy en día, la terminología es bordos, aguajes,¹

¹ Así considerados en la Ley Agraria de 1915 y su reforma en 1992, específicamente en el artículo 55, referido a las aguas del ejido (Diario Oficial de la Federación, 1992). Conciernen al tipo de almacenamiento donde abreva el ganado.

presas o presillas, que se mantienen vigentes debido a que implican la participación o acuerdos sociales para su construcción, mantenimiento, cuidado y uso. Su importancia se extiende más allá de las funciones ambientales, pues la organización local, en muchos casos, es la que define su presencia, en especial en su conservación, restauración o deterioro.

Este libro es el resultado de las investigaciones perfiladas al tema hídrico en territorios rurales, donde los almacenamientos de agua se aprovechan para la producción agrícola, generalmente como punta de riego, abrevadero, cría de pescado, preservación de anfibios y uso doméstico. Los localismos en lo ancho y largo de México para dichos almacenamientos son los siguientes: jagüey, bordo, presa, presilla, caja de agua, agujas, jollas, entarquinamiento (Guzmán y Palerm, 2005; Galindo, 2008; Eling y Sánchez, 2000; Charcas, Olivares y Aguirre, 2002; Martínez, 2018).

Estas obras de la hidráulica rural presentes en México también se han reportado en comunidades del sur de la India (riego de tanques), España (irrigadores), Turquía (pescadores), Colombia (cafetaleros), Rusia, Croacia y Serbia (Agarwal y Narain, 1999; Mosse, 1998). El principal objetivo de la construcción de pequeños embalses que captan agua de ríos, arroyos, lluvia y de algunos manantiales es evitar la pérdida de cultivos y ganado. En algunos casos, acceder a sistemas de agua compartidos requiere el cumplimiento de reglas locales que, al no desempeñar, generan enfrentamientos sociales. En otras situaciones, esas mismas imposiciones pueden robustecer la organización de la comunidad o demandar de autoridades externas.

Para Mosse (1998), la comunidad puede identificarse por los arreglos que privilegian el uso de recursos evidenciados en el control del agua por grupos de parientes, castas (India) o cacicazgos (América Latina). También hay quienes establecen el paralelismo con la igualdad, democracia y equidad; por tanto, los estudios vinculados con éstas son verosímiles. Ir más allá de la construcción de comunidad nos acerca a los cambios que en ella perviven, producto de la interacción regional o de la inestabilidad en los derechos de propiedad.

En Colombia,

la existencia de jagüeyes es común e imprescindible, se localizan en la parte baja o áreas de inundación natural, en donde este tipo de unidades es creciente a medida que las tierras de pastaje se van alejando de las orillas de caños y ciénagas, alcanzando su máxima expresión en

lo más elevado del ondulado paisaje de colinas suaves o en las tenues planicies hoy estructuradas en campos de pasturas (Botero, De la Ossa, Espitia, De la Ossa-Lacayo, 2009: 72).

Se reportan como sistemas con profundidad no mayor a ocho metros, a diferencia de México, donde la media es de 2.5 metros.

En Ecuador, Perú y Bolivia, la agricultura ancestral está relacionada con los jagüeyes, albarradas o aguadas por retención, técnicas milenarias para recuperar y fortalecer las napas freáticas (Valdez, 2006). El beneficio de los sistemas de almacenamiento tradicionales al subsuelo es consecuencia del modelado antrópico del paisaje; la gradiente de relieve y el manejo de los escurrimientos pluviales permiten implementar estructuras simples que distribuyen el agua en los campos de cultivo.

Para proseguir con el reconocimiento de esta modesta tecnología, su factibilidad se expresa en que “son resultado de un desarrollo tecnológico indispensable para la ocupación humana en las áreas dominadas por el bosque seco tropical, y han formado parte del paisaje cultural y productivo de la región costera ecuatoriana a lo largo de los últimos 3800 años” (Marcos y Basurto, 2006: 94).

En Venezuela, la literatura de Franco (2001: 65) alude al jagüey como “ojo de agua formado por un profuso manantial que descendía en multitud de pequeñas cascadas por un fresco barranco, [...] en aquel lugar muchos se bañaban y abastecían, pero lo hacían solo durante el día. Según viejas consejas, al anochecer aparecían algunas figuras”.

Respecto a México, desde el siglo XVI, la historia y cultura de estos ecosistemas se exhibe en una imagen de la época colonial que en la parte superior tiene un glifo de xagüey, y en la inferior relata lo siguiente: “...y p[ro]siguiendo su viaje, pasó por los charcos y xagüeyes de Ayichqualco, que va a salir a los llanos de Tihuacan y Otumpan p[ro] vin[ci]as aculhuaques tetzucucanos” (Acuña, 1985: 235). La siguiente figura expresa lo antes dicho.

Figura 1. Glifo de xagüey



Fuente: Acuña (1985).

Para México, Venezuela y Ecuador, el término xagüey está en correspondencia con la historia colonial y refiere a la tecnología de los ahora llamados bordos, estanques y albarradas. A decir verdad, es notoria la pérdida de este vocablo en los relatos etnográficos e historia oral después de las luchas de independencia. Los pequeños estanques se diferencian por variables como fuente, capacidad y permanencia del espejo de agua en la estación de lluvias y estiaje, profundidad, comunidad que la gestiona, niveles de organización social, tipo de estructura, frecuencia de llenado, servicios ambientales, naturaleza de la propiedad y forma de gobierno.

El vocablo jagüey, entonces, “es el mismo que –con pequeñas variantes– sirve para designar estructuras similares en toda Latinoamérica, desde México a la Argentina, y por lo tanto se tratan de sistemas de una amplia distribución en América” (Marcos y Bazarco, 1996: 98). Palerm, Martínez y Escobedo (2000) han examinado este tipo de infraestructuras que han denominado obras (hidráulicas) vernáculas.

Los resultados de varias investigaciones en diversas latitudes del país han dado lugar a la tipología siguiente: lama-bordos o jollas, en la Mixteca Alta, en el estado de Puebla y la zona montañosa del Mexquital (Hidalgo); jagüeyes, que captan agua de escorrentía y de manantial, generalmente para abrevadero, presentes en la mayor parte de territorio mexicano; trompezones, en la Montaña de Guerrero y en montañas de

Sonora; entarquinamiento, localizado en el estado de Michoacán; pozo, en el altiplano de San Luis Potosí, hay bordos que al filtrar el agua crean un pequeño acuífero que luego permite sacar agua del pozo durante todo el año; y mangueras, ubicados en las faldas del Popocatepetl, pero también en otros lugares del país; destaca su uso para llevar, por gravedad, el agua de los arroyos o manantiales a los cultivos (Palerm, 2016).

En consecuencia, el papel preponderante de los reservorios de agua, extendido a países como India, España, Bolivia, Perú y México, es ser diseños sociales que se aprovechan para la producción agraria de pequeña escala. Es entre los campesinos o aldeanos que se puede hablar de lo que Luxemburgo denominó “economías naturales”, las cuales, antes y ahora, se han sobrepuesto a las intervenciones de los órganos de cualquier nivel de gobierno, empresas privadas y particulares. También son el reflejo de organizaciones comunitarias capaces de negociar la escasez de agua dentro de un particular sistema de control de conflictos y resistencia frente a situaciones de despojo y con estrategias para discutir otros asuntos de la comunidad (Palerm, 2016). El conocimiento local para la construcción de diversas obras hidráulicas de pequeñas dimensiones afianza la organización comunitaria y las alianzas institucionales en defensa de los derechos de tierra y agua, fenómenos importantes que resguardan los paisajes hidráulicos.

Para Palerm (2006), las comunidades que remiten a la categoría de organización regularmente son debido a problemas de gestión hídrica. En cambio, a Mosse (1998) le interesa confrontar dos posicionamientos: el de imágenes prefiguradas en la construcción de la comunidad y propiedad común frente a un estado hidráulico centralizado. Sin el ánimo de adentrarnos en formas de poder y control de recursos hídricos –aunque no lo damos por indiscutible– se comparte una serie de investigaciones que humedecen la aridez con que ha sido tratado el tema de variaciones en la participación comunitaria por un recurso que, dada su propia naturaleza, debe ser gestionado como de uso colectivo.

Consecuentemente, el importante número de reservorios hídricos localizados en territorios rurales y agrarios se ubica en tres estados de la República: Estado de México, Querétaro e Hidalgo. La interacción de componentes hídricos, ambientales, geomorfológicos y sociales resaltan el papel que desempeñan los agentes constructivos de los paisajes antrópicos. Los procesos volcánicos son determinantes para garantizar que la construcción de hondonadas retenga el agua la mayor parte del año, aunado, claro está, a otro tipo de factores.

Pero ¿por qué en el siglo XXI continúan siendo útiles las prácticas tradicionales para captar aguas torrenciales y de lluvia? ¿Cómo se pueden mejorar las capacidades y acciones de los gestores de política hidráulica en el reconocimiento de las condiciones hídricas locales? ¿En qué contextos ambientales, limnológicos, históricos y culturales se encuentran los humedales artificiales del centro de México?

Lo cierto es que la provisión de agua para numerosas poblaciones, específicamente las agrarias, requiere de trabajo conjunto para disponer de agua segura y suficiente. Es así como pueblos, ejidos y comunidades recurren a alternativas de aprovisionamiento hídrico. Los contextos territoriales de los casos tratados en este libro transitan entre el agotamiento de reservas por usos industriales, urbanos y la agricultura comercial. Además, la continua explotación del agua subterránea, producto del trasvase que funciona desde mediados del siglo pasado en la cuenca Lerma-Santiago (curso alto), posiciona al acuífero como sobreexplotado.

En este sentido, surge un interés por representar aquellos entornos de vida² que no forman parte de las estadísticas de política hídrica nacional o no se consideran en convenios internacionales para su protección y conservación. A pesar de los cambios drásticos en la temperatura atmosférica, motivados por desertificación, gases de efecto invernadero, uso de aerosoles, cambio de uso de suelo y polución, la presencia de humedales artificiales es poco notoria.

Un estudio reciente habla del neologismo *oasificación*, contrario al de *desertificación*, como una técnica que tiene como relevancia el manejo social que se hace del agua de escorrentía en laderas (Martínez de Azagra, Mongil, Del Río y Rojo, 2006). En el lenguaje técnico de Martínez de Azagra *et al.* (2006) se le llama “trampas de agua” a la técnica ancestral del manejo de agua de lluvia en diversos relieves. En realidad, las condiciones de organización comunitaria no han sido apreciadas por la ciencia física y la política ambiental, pues ingenieros agroforestales proponen construir microembalses (alcorques³) como solución a la degradación edáfica de los suelos (bajo principios técnicos), sin reparar en los ya existentes o en otras funciones sociales.

² Término que alude a dos contextos: el físico y el práctico. En el sentido físico, el agua, más que recurso que satisface de manera inmediata necesidades humanas, ordena otras actividades o las regula. Sus variadas funciones demandan la inclusión de todos los actores, desde los pequeños hasta los más longevos, de modo que en la práctica, en dichos entornos se aprende y se enseña, se experimenta y controlan los resultados en función de los recursos naturales existentes.

³ Remite a la palabra *boyos*.

La técnica de almacenamiento que contribuye a la oasisificación puede vislumbrarse como un sistema inverso de escorrentía, es decir, el flujir del agua se detiene o se intercepta en algún punto para derivarlo a zonas sin acceso, algo que los campesinos de las comunidades denominan “colecta de agua de lluvias”. Esta práctica de movimientos sociales de flujos hídricos promueve el manejo de nutrientes, así como la intervención forestal por modelado físico de paisaje, y es indudablemente un hecho factible de experiencia campesina desde tiempos históricos. Sin embargo, la escasa atención a estos ecosistemas hídricos en diversos tratados, imágenes, fotografías o mapas se debe a la deficiente claridad en cuanto a procesos de recolección y almacenamiento. El descuido parece devenir entre la investigación abstracta con la observación concreta. Respecto a la primera destacan los estudios técnicos y pragmáticos como los del personal del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) y de la Comisión Nacional del Agua (CNA, 2012).

En su carta hidrológica, el Inegi establece como cuerpos de agua a todo polígono que contenga este recurso, identificando y diferenciando con líneas y puntos a los ríos o manantiales. Así, los polígonos son presas o lagunas. Por su parte, la CNA (2012) está mayormente interesada en los ordenamientos legales de aguas subterráneas y superficiales, vulnerabilidad y riesgos de sequía o inundaciones. Más allá de la genérica categoría hídrica, los territorios poseen amplias diferencias en almacenamiento superficial.

Respecto a la observación concreta, han sido las investigaciones de Palerm (2000 y 2002) y su nutrido equipo de trabajo, como ya se ha mencionado, las que han contribuido a distinguir la tipología de reservorios, propia para México y, según se constata en otros estudios (Oré, 2005; Boelens, 2002; Gelles, 1984), extendida a países sudamericanos, denominándose: lama-bordo, estanque, arroyo, charcas, cajas de agua, bordos, jagüeyes y presas (López y Palerm, 2002; Guzmán y Palerm, 2005; Galindo, 2007; López, Pimentel y Palerm, 2009; Santiago, Martínez, Rubio *et al.*, 2008; Rivas, 2009; Rodríguez, Hernández y Palerm, 2010; Montes de Oca y Palerm, 2013; Sánchez, 2018; Guzmán, 2017; Santiago, 2019). Dicha categorización implica una floresta de categorías y subcategorías.

La diversidad de tipos de humedales artificiales en el centro de México permite identificarlos, distinguirlos y registrar sus condiciones históricas, ambientales, sociales y productivas. Para ello, se llevaron a cabo visitas y recorridos de área en 46 municipios de dos regiones

hidrológicas: Lerma-Santiago y Pánuco, durante cuatro años, de 2016 a 2019. Los registros históricos en documentos resguardados en el Archivo Histórico del Agua, en México, ayudaron a comprobar la existencia de concentración de almacenamientos hídricos tradicionales, visualizados con imágenes satelitales y mapas cartográficos. De ahí se realizó un compendio fotográfico, documental de archivo y trabajo de campo que permitió verificar y analizar los pequeños reservorios.

Cómo se construye la investigación

El documento responde a los resultados de un grupo de investigadores de disciplinas como historia, antropología y geología, adheridos a un proyecto de investigación; la línea marcada fue precisar la organización para el aprovisionamiento y construcción de humedales antrópicos.

Bajo ejes disciplinares se puntualizan las dimensiones sociales y físicas. Se consideran almacenamientos de agua de pequeñas superficies (comparadas con las presas) inadvertidas en el primer Plan Nacional Hídrico de 1975⁴ hasta el actual (2019-2024). Al buscar más información y referencia del aprovisionamiento de agua por comunidades campesinas en organismos gubernamentales, respecto a sus ámbitos de gestión, la remisión era a documentos técnicos, lo cual nos encaminó a las preguntas siguientes: ¿cómo vislumbrar la función de los humedales que no están contemplados en la política hídrica internacional y nacional, así como el contexto de las expresiones productivas y organizativas?, ¿qué condiciones físicas, de relieve o procesos geológicos suelen ser determinantes para la viabilidad en la presencia de humedales antrópicos, localizados al interior del país?, ¿qué sistemas de propiedad detentan los humedales artificiales?, ¿cuáles son los tipos de sociedades que mantienen el resguardo de importantes prácticas ambientales?, ¿qué retos socioambientales afrontan los humedales artificiales?, ¿por qué es importante su rescate como patrimonio cultural?

Objetivo de este libro

En Latinoamérica y en México, la presencia de humedales naturales es evidente, en su mayoría dependen de aguas subterráneas, y los tratados internacionales (Ramsar) les han dotado de importancia. En cambio,

⁴ Pionero en Latinoamérica, junto con Brasil. A partir de esa fecha, la planeación hídrica se institucionaliza (CNA, 2012).

sobre los humedales artificiales, con mayor presencia en el centro del país, no se ha generado una política de atención.

Las investigaciones en este libro documentan y analizan casos relacionados con la gestión de los humedales artificiales o antrópicos en tres estados de la República Mexicana: Estado de México, Querétaro e Hidalgo, lugares donde es frecuente encontrar almacenamientos de agua sobre el suelo. Por otra parte, presentar cuidadosamente el espacio físico que incluye la región de estudio mediante la caracterización geológica y geomorfológica, permite comprender rasgos físicos dominantes como el relieve. Los humedales artificiales, al situarse en el Eje Neovolcánico Transversal, se localizan en un rango de altitud de 3250 a 2650 msnm, con pendientes desde 0° hasta 20°, aspectos geomorfológicos que ayudan a explicar la disposición de los pequeños reservorios, su llenado y características.

En el caso de humedales artificiales que no dependen directamente de las aguas de deshielo y que pertenecen a la Sierra Madre Oriental o del Sur, las dinámicas de llenado pueden ser diferentes: para ellos son relevantes los escurrimientos perennes y la presencia de manantiales, lo cual nos lleva a indagar en los tipos de relieve.

Es necesario aclarar que no se pretende demostrar lo controversial del concepto humedal artificial como depositario de vida silvestre, tampoco se intenta condicionar su uso, sino aportar mayor conocimiento del esfuerzo social presente en territorios rurales y urbanos que, por diversa índole, no poseen agua. Conscientes de las limitantes en cuanto al estudio integral de los humedales artificiales, por ejemplo, datos de la carga orgánica de los afluentes y efluentes, este libro servirá para iniciar la investigación de dichos ecosistemas. Los meticulosos trabajos de archivo y de campo han sido viables para potencializar el uso de alternativas en tecnología hídrica que satisfacen necesidades inmediatas y que no se gestan en sistemas burocráticos hostiles o engorrosos.

Las evidencias y los datos proporcionados en distintas altitudes del centro de México manifiestan propuestas teórico-metodológicas interdisciplinarias, que atienden distintas categorías de análisis, entre ellas: prácticas de gestión, funcionamiento y paisaje hídricos. Focalizamos la atención en las alternativas hídricas propias de comunidades organizadas.

Uno de los objetivos es contextualizar la importancia de los humedales artificiales, el trabajo humano que demanda, la cohesión social requerida antes, durante y después de la construcción, así como las condiciones físicas de la región de estudio. Al mismo tiempo, se

pretende identificar y describir las características de obras hidráulicas de pequeña superficie controladas por las comunidades.

Cuál es el aporte

Las contribuciones se enuncian desde posturas que examinan la relación entre la presencia de almacenamientos hídricos y la sociedad hidráulica en el territorio, aunada la política de Estado, al menos en materia agraria. Sobre la política federal, se expresa y cuestiona la eminente atribución ambiental generada por las comunidades hidráulicas vernáculas y contemporáneas para la búsqueda de recursos cada vez más escasos, contaminados o alejados de los centros de población.

En contraparte con las problemáticas ambientales que dificultan el acceso al agua en algunas comunidades rurales, se busca no eludir la responsabilidad social, legal y ambiental que enfrentan. Los reservorios vernáculos son ecosistemas que se tornan frágiles cuando no se valoran los múltiples recursos que ofrecen. Estos entornos, en su mayoría, son hábitats de especies endémicas y en peligro de extinción, como el ajolote (*Ambystoma mexicanum*) y especialmente el ajolote de piel fina (*Ambystoma bombypellum*), sujeto a protección especial en México a través de la Norma Oficial 059 (Conabio, 2019). Se han localizado, y con amplia presencia, en el Estado de México, en particular en los bordos de los municipios de Zinacantepec, Almoloya de Juárez, Villa Victoria, Toluca, Ixtlahuaca, Atlacomulco y Jilotepec. Es el mismo caso de las plantas acuáticas como: carrizo (*Phragmites australis*), tule (*Typha latifolia*), junco (*Eleocharis palustris*) y jacinto (*Juncus*).

Desde la parte académica, interesa plantear y generar en el alumnado de licenciatura y posgrado el interés por analizar los factores socioambientales y físicos de los territorios rurales. Mediante planteamientos teórico-prácticos y metodológicos se recalca que la comunidad organizada es más que una simple proposición teórica, es un ejercicio que ayuda a clarificar distintas aristas de la gestión de recursos hídricos. Se proporciona una base de datos regional donde se exhiben los tipos y distribución de los humedales artificiales, de manera que se aportan dos tipologías de clasificación de obras hidráulicas de pequeña escala. La primera categorización de los almacenamientos es local, en la cual se consideraron los siguientes elementos: condiciones de llenado, organización comunitaria, fuente de abastecimiento, tipo de flora y fauna. La segunda categorización se presenta a nivel territorial, por principios geomorfológicos.

Resalta la particularidad de proposiciones de investigadores e investigadoras que se suman a la necesidad de evidenciar prácticas locales y así fortalecer rezagos por el acceso al agua. Considerando que la tendencia de teorías macroeconómicas o de gobernanza ambiental se contraponen con lo definido por la experiencia acumulada de los grupos sociales, la propuesta intenta proyectar lo paradójico que pueden llegar a resultar los modelos de gestión hídrica comunitarios en el sistema político y mercantil.

Las comunidades desabastecidas de agua debido a proyectos políticos e industriales han intentado brindar experiencias propositivas, acumulativas y eficaces que auxilian en situaciones de insuficiencia hídrica, o bien para que conserven dichas tecnologías, sin impedir o interponer obstáculo alguno en los flujos de agua que alimentan sus almacenamientos.

También se analiza la pertinencia de esta tecnología social entre zonas ambientales frente a contextos históricos y sociopolíticos. Por otra parte, los parámetros biológicos (existencia de plantas hidrófitas, fauna, flora endémica) no están siendo determinantes para su continuidad, pero sí contribuyen a disminuir algunas de sus múltiples funciones.

Estructura del libro

El libro consta de tres apartados. El primero se ha titulado “Historia de la propiedad y manejo de humedales artificiales”. En él destacan los sistemas de propiedad del agua desde fuentes documentales de archivo, registros y memoria colectiva en torno a estos almacenamientos. Se alude a la reconstrucción histórica de derechos al uso de tierra en humedales artificiales, denominados bordos y xagüeyes, en dos municipios del Estado de México: Toluca y Zinacantepec; uno de Querétaro: Amealco, y uno de Morelos: Tlayacapan.

El segundo apartado: “Comunidades organizadas” responde a diversos tipos de organización social, desafíos institucionales en su regulación, mecanismos de apropiación hídrica, resguardo y continuidad de estos ecosistemas y paisajes hidráulicos. En el tercer apartado: “Geomorfología de humedales” se evidencian las peculiaridades físicas que ayudan a la zonificación y caracterización de los almacenamientos. El Eje Volcánico Transversal permite proponer un sistema de clasificación, asociando a estos almacenamientos con procesos geológicos.

La división del libro ha sido convenientemente marcada por los escenarios de toma de decisiones históricas y contemporáneas en la construcción, conservación, defensa y mantenimiento de la propiedad de los humedales artificiales en la región de estudio. De la misma manera, se ha dado un lugar específico al tema físico, en el cual se hace una interpretación de las geoformas del territorio, que ayuda a comprender estos almacenamientos hídricos. Los tres apartados incluyen un total de siete capítulos.

La necesidad de no aminorar las perspectivas históricas, etnográficas, institucionales, productivas y patrimoniales de los humedales artificiales, que no han sido impulsadas por los tres niveles de gobierno, abre la posibilidad de cuestionar y discutir los incentivos potenciales de las comunidades para seguir brindando estas estructuras de minúsculo almacenamiento.

Los humedales artificiales, tecnologías locales en contextos territoriales

La construcción del concepto de humedal o humedales se gesta en el marco del discurso de desarrollo sostenible, concibiéndolos como una zona húmeda permanente o temporal (sin precisar su extensión). Fue con la Convención de Ramsar cuando en 1971 se institucionalizó su cuidado y preservación a nivel internacional. En principio, su importancia estriba en que son hábitats de aves acuáticas y plantas endémicas.

El concepto de humedales, a manera de ecotecnias, fue propuesto a mitad del siglo XX por la alemana Seidel, quien los designó como un método hidrobiológico (Vymazal, 2008: 965). Incorporar plantas en proyectos de ingeniería civil no fue fácilmente aceptado, debido a la inviabilidad de mantenimiento del humedal⁵ construido en laboratorio, que obligaba a controlar el crecimiento de raíces (considerado extenso). Años más tarde y en entornos propicios como zonas lagunares, el proyecto que buscó en su momento relacionar lo biológico con lo tecnológico dio como resultado un eficaz filtro de agua en diversos países de Europa y en Estados Unidos (U.S EPA, 1999; Kadlec y Wallace, 2009; García *et al.*, 2011). Su promoción se propagó por países como Alemania, España, Austria, Suiza, Dinamarca y Estados Unidos, donde se le dio mayor atención porque ayudó a depurar el agua de ciudades e industrias

⁵ En el *Diccionario de la lengua española* se define humedal como terreno de aguas superficiales o subterráneas de poca profundidad (RAE, 2020).

en pequeña escala (Vymazal, 2005). Algunos autores, a inicios de este siglo, han destacado sus atribuciones culturales, implicando los temas espirituales, generalmente relacionados con el turismo o la recreación (Papayannis, 2008; Mallarach, 2011).

En Latinoamérica, específicamente en Ecuador, Colombia y Perú, la referencia cercana al tema de humedales artificiales posiciona a éstos en términos tecnológicos como un instrumento para depurar las aguas residuales domésticas, pero también se resaltan sus sistemas productivos. Los reservorios de agua son alternativas que pueden mitigar el tema de la crisis y apoyar en la sustentabilidad del territorio (Cuenca *et al.*, 2014). En la cultura indígena wayuu (Colombia), el depósito para captar los escurrimientos de lluvia y hacer frente a la sequía se ha seguido manteniendo desde tiempos inmemoriales; estos indígenas reconocen una triada (agua, cultura y territorio) que les permite desarrollar prácticas comunitarias (Daza, Cerna y Carabalí, 2018).

En México, los estudios de Palerm hacen hincapié en la importancia de los jagüeyes por ser:

la evidencia de la capacidad y sustentabilidad de la gestión por comunidades locales basado en sus propios sistemas de conocimiento. No obstante, la solidez de las ventajas de pequeñas obras vernáculas, en proveer múltiples servicios ambientales y acceso a recursos críticos para la población local, la promoción de obra hidráulica ha sido muy limitado (Palerm, 2016: 4).

Derivado de observaciones de trabajo de campo, se discurre por la semiótica del concepto *jagüey* y *bordo*; por lo tanto, se incorpora o da mayor atención a sus condiciones sociales, culturales y productivas. En el libro nos referiremos, en lo concreto, a la construcción humana que mediante la roturación profunda del suelo (de dos a tres metros), generalmente plano o con poca pendiente, se retiene el agua dulce para almacenarla gran parte del año. La técnica para retención de agua de ríos o escurrimientos puede requerir de maquinaria pesada (excavadora de orugas o cadena), y el acervo cultural e inmaterial es algo destacable.

En aspectos políticos, los esfuerzos mantenidos en el primer Plan Hídrico Nacional (PHN) de México (1975) y el actual (2018-2024) prescribieron proveer del servicio hídrico a las comunidades rurales, específicamente las campesinas; pero estos han sido insuficientes. En consecuencia, las limitaciones en el acceso al agua generan patrones de organización comunitaria capaces de solventar sus requerimientos hídricos.

Los humedales artificiales en México están presentes al menos en el centro del país desde la época prehispánica y continuaron o aumentaron en el periodo colonial; se mantuvieron en la fase de la Independencia, pese a los cambios en materia legal de propiedad de tierra y derechos al uso del agua, y continúan en los siglos XX y XXI. Sin embargo, su importancia definida por sus características físicas, sus funciones y sus elementos ambientales han hecho olvidar la parte cultural de las poblaciones que las construyen o usan.

Destaca también la relevancia de permanencia y continuidad de los reservorios de agua por más de un siglo, aunque hay casos en los que las construcciones son relativamente recientes (siglo XXI), de manera que dentro de la variación de humedales artificiales se distinguen construcciones de origen prehispánico, colonial y contemporáneo. En el primer caso están los jagüeyes, obras rudimentarias que posiblemente son los depósitos más pequeños sobre tierra con un uso eminentemente doméstico y potable; en la época colonial destaca su utilización como abrevadero.

Respecto a las construcciones coloniales, se intensifican bordos, charcas y cajas de aguas, las cuales siguen manteniendo las características de los jagüeyes, pero con un uso dirigido a la producción agrícola (de subsistencia y comercial). En relación con las obras contemporáneas como estanques y ollas de agua, señalaremos que son construidos con maquinaria industrial (tractor de oruga) y se usa geomembrana o plásticos para evitar la filtración. Estos reservorios modernos son empleados en riegos puntuales de cultivos comerciales y pesca. Actualmente, esta variedad de obras hidráulicas vernáculas y contemporáneas convive en diversos espacios que se pretende investigar.

En los capítulos que integran este libro se habla de los humedales artificiales respetando el nombre designado en las comunidades y vocablos referenciados en documentos de archivo (xagüeyes, jagüeyes, bordos y presas⁶). Los estados y municipios que se estudiaron son los siguientes: en el Estado de México: Zinacantepec, Almoloya de Juárez, Toluca, Villa Victoria, Ixtlahuaca, Atlacomulco, Jilotepec, Villa Guerrero, Otumba y Aculco; en Querétaro: Amealco; en Hidalgo: Almoloya, Apan, Emiliano Zapata, Epazoyucan, Singuilucan, Tlanalapa, Tepeapulco y Zempoala; en Tlaxcala: Calpulpan; en Puebla:

⁶ En menor grado, la gente nombra así a estos humedales.

Chignahuapan; y en Morelos: Tlayacapan. Es necesario aclarar que los conceptos mencionados cumplen con el hecho de ser estructuras construidas para uno o diversos usos (punta de riego,⁷ riegos precisos o puntuales,⁸ abrevadero, doméstico, pesca, conservación de fauna y flora, etcétera).

Por otra parte, y dentro del contexto del estudio de la variedad de humedales artificiales, surge la preocupación por el paisaje. Las regiones del centro de México son lugares que exhiben circunstancias físicas modeladas o construidas bajo una mixtura de organizaciones ancestrales y contemporáneas, de modo que las formas elementales del relieve insertas en las sociedades son las que nos ocupan en el siguiente apartado.

El enfoque de paisaje físico y construido

Para determinar el estado de conservación, el estudio del paisaje depende en gran medida del conocimiento particular de las formas del relieve y de la dinámica que éstas tienen respecto a los elementos físico-geográficos y las actividades humanas. El hecho de desconocer este vínculo se puede comparar con intentar hacer un acercamiento a la historia de la India sin considerar el valor cultural de la literatura o del Taj Mahal; la de París ignorando el Arco del Triunfo o el Palacio de Versalles; la de España sin referir la importancia cultural emanada de la ciudad de Salamanca o los eventos históricos en La Puerta de Alcalá; o la de México omitiendo la cultura prehispánica y todas sus manifestaciones.

En este sentido, existen referentes bibliográficos en la literatura clásica acerca de la relevancia y las aplicaciones que tiene la geomorfología en el campo de las ciencias, destacándose entre otras las de Thornbury (1969) y Verstappen (1983), y de forma más reciente, diferentes trabajos teóricos y metodológicos como los de Mateo y Ortiz (2001), Bocco y Palacios (2013), quienes no sólo reconocen el papel del análisis del relieve, sino que aplican este conocimiento en diferentes esferas de la ciencia ambiental para alcanzar uno de los niveles más altos de síntesis e integración geográfica: el paisaje.

⁷ Demanda un riego, generalmente entre 15 y 20 días antes de la siembra de cultivos de primavera-verano (fecha de mayor demanda en usuarios). También para uno o dos riegos de cultivos otoño-invierno.

⁸ Se utilizan en cultivos comerciales como los de la flor y las hortalizas o los cultivos perennes. Son riegos frecuentes por espacio de 15 a 20 días. Sólo en épocas de lluvias se suspenden (en cultivos de invernadero son constantes).

La geografía del paisaje surgió en la antigua Unión Soviética y fue adoptada en distintos países del orbe: en Europa, sobre todo en Alemania, Francia y España; en América, en Brasil, Cuba y México. En cada caso, con las particularidades teóricas y metodológicas, se considera al relieve como un elemento esencial para la comprensión y fundamentación para la toma de decisiones. Según Fernández y Azcárate (2017), el paisaje, desde la geomorfología, permite recopilar información con criterios procedentes del medio físico como elementos topográficos, datos hídricos o propiedades edáficas. También se registra como peculiaridad categórica del paisaje al relieve y el suelo, indicando:

El término renovado de morfoedafogénesis aporta elementos que permiten conocer del paisaje el origen, la dinámica, los procesos evolutivos, las etapas de desarrollo, los estadios y la mecánica de distribución espacial. Por eso su empleo contribuye al entendimiento del paisaje, para calificarlo de manera cualitativa o cuantitativa, y por último, para la toma calificada de decisiones particulares establecidas en diferentes perspectivas como las relacionadas con políticas, acciones y obras en diversos momentos y circunstancias, así como elementos culturales, sociales, económicos y de gobierno, entre otros (Espinosa, 2005: 163).

En el sentido geográfico, el concepto de paisaje resulta de un conjunto de elementos precisamente geográficos ligados por relaciones de interdependencia (González, 1981). Así, un paisaje puede definirse como “una porción de la superficie terrestre con patrones de homogeneidad, consistente en un complejo de sistemas conformados por la actividad de las relaciones entre las rocas, el agua, el aire, las plantas, los animales y el hombre, que por su fisonomía es una entidad reconocible y diferenciable de otras vecinas” (adaptado de Zonneveld, 1979).

El énfasis en el paisaje muestra complejas relaciones entre relieve y secuencias del desarrollo en el modelado terrestre. Hasta el momento, el acercamiento a la morfología del territorio y las actividades humanas, máxime en obras hidráulicas de pequeña dimensión, no ha madurado lo suficiente. El conocimiento local es un referente atractivo para generar interdisciplinariedad que adhiera los trabajos de predicción o medición de los hechos con las prácticas comunitarias.

Así, la dimensión histórica y cultural del paisaje, evidenciada en los asentamientos, construcción de infraestructura hidráulica y flujos de agua, son parte de conocimientos, prácticas, valores y acuerdos tácitos de las comunidades. Entonces, el término *comunidad* como categoría espacial de los paisajes tiene implicaciones en el modelado terrestre,

lo cual puede ayudar a interpretar compensaciones ambientales vía intercambio de experiencias.

En materia de recursos hídricos, los estudios técnicos son sobrevalorados por modelos globales de gestión integral, así que los sistemas administrativos intentan incluir, imperceptiblemente y con severas limitaciones la participación comunitaria; por eso en el siguiente apartado incorporamos a la comunidad para interpretar sus relaciones estructurales con los reservorios de agua.

Manejos campesinos del agua: el enfoque de comunidad

La discusión y pronunciamiento histórico de asociación tradicional vigente llama la atención por las circunstancias de indicios de regulación social, basada en intercambios propios de la comunidad aldeana. En la organización del espacio de las aldeas eran claramente visibles dos áreas: las privadas (viviendas y huertos) y las comunales (tierras de labranza, pastos y bosque). En algunos casos, la propiedad comunal coexistió con la del Estado; en otros, era exclusiva, y en algunos más formaba parte del complemento de la propiedad privada. Estas diferencias dependían del tipo de sociedad estudiada (Giménez, 1990 y s/f). Cada predio, una vez levantada la cosecha, se ocupaba para pastoreo y, como tal, se ponía a disposición de la comunidad, que echaba allí a sus ganados. Los prados comunes y los bosques abastecían su forraje, lo cual era importante para la economía campesina (Kautsky y Procacci, 1981).

Maine (2005: 135) indica que la comunidad aldeana hindú no es un conjunto de lazos o relaciones consanguíneas, pero sí son tales el agregado o cuerpo formado por copropietarios en un modelo de asociación de parientes. Ante esto, resalta el tema de la organización y los acuerdos ligados.

La respuesta al tema de comunidad consiste, en esencia, en su capacidad de organización, lo que suscitó en el siglo XIX un gran interés (Palerm, 2016). Juristas europeos, y recientemente antropólogos, se dedicaron al estudio de la comunidad aldeana, en particular en los continentes de Europa, Asia y América. El estudio clásico es de Maine (1861), mencionado por Palerm (2009); un siglo más tarde fue retomado por Wade (1979) con Village Republics y más adelante por Mosse (1998), con la interpretación errónea de la comunidad.

Desde la mirada de Redfiel (1973), representante de la Escuela de Chicago, se estudia de manera retrospectiva este concepto, confrontando

los mitos con sus características como: ser simples, homogéneas e igualitarias. En cambio, se oferta analizar las singularidades, su relativo pequeño tamaño y sus bases de subsistencia. Además, y para romper con la estructura tradicional de la colectividad, se discute el menoscabo de preocupación a los cambios sociales y arreglos organizativos.

Estos postulados son discutidos por el antropólogo de origen judío Wolf (1957); sus estudios empíricos en Mesoamérica y Java (lo más valioso para la comunidad eran los campos de arroz de regadío) tratan de evocar a resistencias y restricciones internas, o mejor dicho de sus miembros por no adecuarse a sistemas político-económico-religiosos mayores, presiones bien marcadas en temas espirituales. Wolf (1957) describe a la comunidad como eminentemente tradicional, cerrada, homogénea, basada en la territorialidad y no tanto en el parentesco, cumplimiento obligatorio de ciertos rituales y una economía de prestigio.⁹ Su perspectiva refiere, por supuesto, a determinadas comunidades indígenas o campesinas.

La propuesta de Foster (1965: 4-9) converge con la de Wolf en las formas de organización centrípetas de la comunidad, pero añade:

Considero a la comunidad campesina como un sistema cerrado. Excepto en una forma especial —pero sumamente importante—, el campesino ve su existencia como determinada y limitada por los recursos naturales y sociales de su aldea y del área inmediatamente adyacente a la misma. [...] La gente que se ve a sí misma en circunstancias de “amenaza”, como lo implica la imagen del bien limitado, reacciona normalmente en una de estas dos formas: a) máxima cooperación y a veces comunismo, enterrando las diferencias individuales y estableciendo sanciones contra el individualismo; o b) individualismo extremo (Foster, 1965: 9).

Resalta la necesidad de averiguar alternativas para proteger los activos naturales (agua, tierra, bosque, minas), con el fin de impulsar una mayor comprensión de las múltiples posibilidades que pueden existir al hablar de comunidad, de ahí que una de sus estrategias ha sido procurar el autoabasto de alimentos e insumos, de energéticos ecológicos, y luego atender otras formas de acceso a bienes y servicios.

⁹ En México es observable en el sistema de la religión católica cuando algún grupo de la estructura (mayordomos) invita a determinado grupo familiar para que asuma los costos financieros de las festividades religiosas (donde todos los fieles y no fieles están invitados a participar de los alimentos). Quienes aceptan ese cargo religioso confían en que sus imágenes, dotadas de poderes, mejorarán o mantendrán sus finanzas, salud y economía.

Una aldea campesina, tradicional en diversos aspectos, tiene acceso a otros sistemas de éxito económico; un individuo, por ejemplo, puede obtenerlo explotando fuentes de riqueza que existen fuera del sistema de la aldea. Este hecho, si bien suscita envidia, no es considerado como una amenaza directa de la estabilidad de la comunidad, ya que nadie ha perdido objeto alguno en este asunto. Dicho éxito se explica debido a que en las comunidades campesinas actuales en estado de transición, la emigración de temporada en busca de trabajo asalariado es la forma más asequible en la cual el individuo puede procurarse riqueza exterior (Foster, 1965: 14).

Las pautas de variación en los estudios de comunidades se estiman por el aislamiento que presumiblemente radica en los mecanismos de integración y adaptación social, recreadas en torno al uso y manejo de recursos naturales. Por lo tanto, el propósito de estudio de comunidad debe ir más allá de la búsqueda de factores que la unifiquen.

La relativa importancia a la homogeneidad cultural evita los contrastes, como ocurre en temas ambientales, sistemas de propiedad, funciones administrativas, intervención del Estado, entre otros aspectos. Wade (citado por Marzal, 1996: 117) muestra que “el derecho romano operó de manera inversa en la India, donde puede afirmarse que la propiedad privada se halla siempre en camino de convertirse en propiedad común e indica que los procesos de disolución de la comunidad aldeana originan el paso de sociedades basadas en el [e]status, al contrato”.

Benítez (1993) propone que la comunidad aldeana o tradicional interviene en relaciones triangulares (gobierno, propietarios privados y mercado¹⁰). Así, consideramos que apoyar la perspectiva de organización comunitaria depende de valorar los activos productivos, definidos como recursos de uso común frente a cualquier nivel de poder. En aspectos legales concurren condicionantes que limitan o nulifican la participación en comunidad, pero la historia de estas organizaciones ha enseñado que, a pesar de las normativas oficiales, existen territorios hídricos reservados para ellas por la costumbre, defensa y normas consuetudinarias, que les brindan certeza de acceso al agua.

Las relaciones triangulares invitan a estudiar cómo se dan esos vínculos en momentos de incertidumbre, represión o intervención a los recursos de uso común, como el agua. También queda por indagar

¹⁰ En el caso de la historiografía de la comunidad aldeana de Valencia, entre la monarquía, los señores y el municipio (Benítez, 1993).

las condiciones en las que el régimen comunal organiza y controla bienes reservados para su explotación; pero –y es comentado con bastante frecuencia– en qué términos y bajo qué procesos concede excepciones o derechos exclusivos de disfrute.

Las reacciones contra la visión idealista de colectividad armoniosa sugieren que “es preciso reconocer que la comunidad campesina [aldeana] cerrada en lo económico e igualitaria en pobreza solo existió como mito... Las reglas del juego estaban no tanto al servicio del bien común sino del control social” (Domínguez, 1996: 897).

Por otra parte, Mosse (1998: 4) señala en sus estudios de la India que “la comunidad también puede ser una contraparte idealizada de las fuerzas dañinas del cambio y desarrollo modernos. Como señaló uno de los informantes nepalíes de Graham Clarke, ‘donde hay fondos del gobierno no hay comunidad, y donde hay comunidad no hay fondos del gobierno’”.

Los casos de estudio que aborda Mosse integran obras hidráulicas (tanques) financiadas por el Estado, con una organización del riego que opera a nivel comunidad, lo cual no significa que esos recursos no ingresen como activos políticos para mantener la gobernabilidad del sistema, sea a nivel local o a nivel federal. Mosse nos invita a investigar con mayor profundidad los supuestos de comunidad aldeana. Entre ellos, prevalece la tradición equitativa de cooperación en las aldeas, reglas de uso tradicionales, significado y validez de la identidad. En este sentido, la renegociación de identidades es uno de los muchos elementos que se formulan en las comunidades organizadas.

Para ello, Mosse (1998) propone estudiar las formas abiertas de gestión hídrica involucrando instituciones de propiedad y derecho al agua más allá de la comunidad, gobiernos incrustados en los sistemas de riego, interconexión con la cuenca, lazos de parentesco, cooperación en momentos de escasez o excedente a través de la cuenca y grupos de usuarios que controlan el agua.

Destaca, por ejemplo, que:

Una organización corporativa a diferencia de la organización de comunidad genera costos altos en la transacción de recursos y los beneficios son inciertos. Esta es precisamente la razón por la cual los aldeanos evitan la acumulación de fondos públicos (los gastan rápidamente) que exigen planificación y responsabilidad (apertura de cuentas) y, en cambio, los destinan en fondos de templos. A decir por él, existe poca administración en cuanto a recursos financieros que

generen utilidades, a fin de evitar la rendición de cuentas, con ello se promueve el prestigio y la credibilidad en el liderazgo, disminuyendo las situaciones conflictivas pues su calidad de donantes los posiciona como generosos (Mosse, 1998: 6).

El entramado comunitario no se agota con un tipo de organización colectiva, de manera que existen instituciones comunales que descansan en redes de apoyo, ayuda, dones y regalos, compensaciones claramente intangibles del mercado. De este modo, no debemos olvidar que los mecanismos solidarios son asistidos por un sistema de excepciones.

Conviene remarcar la diferencia entre los recursos de uso libre y los comunes, afirmados por Hardin (1968) y Ostrom (2000), respectivamente. Mientras que en los primeros al mantener un utilitarismo altamente individualizado (liberalismo político y económico) no se gestan deberes sociales o ambientales, en los segundos han resultado adecuados para evitar los paternalismos, servilismos y la desvinculación de los impactos de esa individualización o control por el Estado o empresas.

El carácter de nivelación social o igualdad en la comunidad no ha podido comprobarse de manera fehaciente, a propósito de los principios de exclusión que en ella operan; en cambio, se ha preferido su idealización o precarización, suficiente para discutir los programas sociales que hacen de ello sus prioridades. En ese tenor, hay quienes han demostrado la capacidad de algunas comunidades para regular y administrar recursos libres que después de mucho tiempo y experiencia han sido considerados como de uso común (Ostrom, 2000). Otras investigaciones sostienen que la debilidad del manejo de los bienes o recursos comunes¹¹ es consecuencia no de su lógica, sino que se debe a temas de derechos de propiedad y el uso que les da el Estado (Mosse, 1998).

Los mecanismos sociales y culturales son temas que han estado presentes en estudios para ilustrar la gestión de recursos desde lo local. En este sentido, la conceptualización de la comunidad aldeana genera, hoy en día, controversias por la imagen idealizada y conservacionista. Al respecto, Palerm (2015) indica que:

En el estudio de la comunidad aldeana o la comunidad organizada es una respuesta institucional a aspectos económicos; a su vez la organización implica el desarrollo de la esfera política, sin embargo, no implica

¹¹ Es necesario hacer una precisión sobre la traducción del libro de Ostrom. La traductora justifica el concepto de bienes comunes en lugar de usar el original, que es recursos de uso común, lo cual gesta, en principio, disyuntivas en el tratamiento del entorno ambiental frente a los productos transformados que de él derivan.

jerarquías o élites. Las capacidades autogestionarias de instituciones no jerárquicas y basadas en sistemas de conocimiento locales no se limitan a las comunidades campesinas, incluye organizaciones ad hoc de los agricultores, tales como los subak de Bali, las acequias de Nuevo México, las inspecciones de cauce de Mendoza, las asociaciones de canalistas de Chile, las comunidades de regantes de España, los waterschappen de Holanda, etc. Es posible denominar esta vertiente de la organización social en torno al riego (o al manejo de otros recursos) como la vertiente anarquista de la gestión: igualitaria, sin jerarquías, aunque con autoridades (Palerm, 2015: 14).

Los principios igualitarios y sin jerarquía están relacionados con el tema de la estructura administrativa de las comunidades; en ella es imperante la horizontalidad de los cargos o la toma de decisiones de abajo hacia arriba. En el caso de los sistemas de regadío, la comunidad ha sido capaz de encontrar alternativas frente a las disposiciones burocráticas mediante organizaciones intermedias (Freeman, 1988; Venado y Palerm, 2012) o han decidido prescindir de ella, y los mismos regantes asumen la totalidad de tareas que demanda el sistema (Montes de Oca *et al.*, 2012).

Vaivenes en la noción y función de la comunidad. Siglo XXI

Existen, como hemos plasmado, posicionamientos análogos y paradójicos relacionados con el término comunidad en los siglos XIX y XX.¹² Para finales del XX, y con mayor auge a principios del XXI, las referencias al sustantivo aluden al desarrollo, con especial atención en la disminución de brechas entre grupos sociales. También es manifiesta la búsqueda de justicia social por las irrupciones a patrones históricos de capital cultural presente en las comunidades.

Otro tema que ha llamado la atención al conceptualizar la comunidad está relacionado con la desaprobación por su situación de miseria económica. Desde la política pública, aludir a colectividad se vuelve un activo de discurso para legislar derechos de exclusión de recursos o servir de instrumento de dominación, y por último, pero no agotado el argumento, para las invenciones de recuperación de los supuestos de homogeneidad, cooperación y autonomía, discursos propios del Estado. Parte de los procedimientos para definir la comunidad se encuentran,

¹² Para esta época en México, producto de la Reforma Agraria, surge un nuevo concepto que es la comunidad agraria; su definición y características se ahondan en el capítulo I de este libro.

a decir de Mosse (1998), en ella misma, pues transmite expectativas de igualdad, democracia y reciprocidad en las transacciones públicas.

Como siguiente paso está la génesis del sustento de la comunidad, es decir, la identidad, formulada por relatos históricos que las sociedades modernas no aclaran, pero sí pugnan por la libertad; la intención es considerar las interacciones sociales tanto en el pasado como en el presente. Hablar de comunidad es ahondar en qué tan claros son sus límites territoriales y cómo suplen sus necesidades y demandas.

En la comunidad es visible un liderazgo múltiple en lugar del individualizado y operan formas históricas de organizar, por ejemplo, el manejo del riego en y por la comunidad, lo cual fortalece la organización colectiva (Lindberg, Rajagopal, Djurfeldt *et al.*, 2011). Lo innegable es que las formas de gobierno son cambiantes, extienden o constriñen su gobierno a través de normas controladas, donde son perceptibles las jerarquías de acceso a los recursos, así como los privilegios que algunos grupos, parientes o usuarios pueden tener. Pero también es cierto que codificar las obligaciones de quienes logran o deciden pertenecer a la comunidad debilita el desempeño autogestivo.

Algunos de los principios controversiales, del siglo XXI, en torno a la comunidad son los siguientes:

1. Fija derechos de propiedad y límites sobre recursos de uso común (inscripción jurídica o consuetudinaria).
2. Los arreglos institucionales no son claramente tradicionales.
3. El uso sustentable de los recursos naturales no procede de disposiciones legales externas, aunque puede verse favorecido por incentivos económicos, históricos y tecnológicos.
4. El funcionamiento autónomo en sus sistemas de gestión.
5. Requiere del trabajo comunitario obligatorio, pero también el sistema es flexible.
6. Existe la exclusión social.
7. No siempre todos los miembros interactúan o se conocen entre sí.
8. No es autosuficiente, sus necesidades deben ser suplidas por las interacciones con otras comunidades o sociedades.
9. Intercambio constante de información entre sus miembros para la toma de decisiones.
10. No son cerradas o aisladas por sí mismas, obedecen a factores globales, nacionales o regionales de corte político, religioso, físico o geográfico.

11. Son influidas por factores externos, lo que pone en riesgo su seguridad cuando existe asedio por sus recursos naturales o medios de producción.
12. Son susceptibles a conflictos internos, como acontece en distintos espacios, cuyo comportamiento está asociado mayormente a principios tradicionales, por ejemplo: de compromisos, promesas, responsabilidades, amistad, confianza, ayuda mutua, sin negar, por supuesto, otros intereses.

Estos elementos no suprimen otros, pero exigen esclarecer los diversos tipos de racionalidad comunitaria como: ¿en qué condiciones se genera exclusividad de utilización de recursos de uso común?, ¿qué tan frecuentes son las rivalidades internas por los bienes comunes?, ¿cuándo surgen las prohibiciones a las extracciones privadas del recurso? y ¿bajo qué argumentos se consideran escasos o abundantes los recursos de uso común?

Lo comunal en la gestión de los recursos hídricos remite a múltiples alternativas de grupos organizados para afrontar los límites que el Estado les impone y como resistencia frente a la propiedad mercantil de los bienes considerados comunes. Es una firme lucha contra la privatización de los recursos. A pesar de las distintas críticas (por fundamentos políticos y económicos), destaca de la organización comunitaria que sus prácticas no institucionalizadas preceden a un derecho. Aun así, disolver este régimen social fue una constante de los gobiernos de México en el siglo XVI, iniciada con la Conquista, acentuada con las leyes liberales y confirmada con el neoliberalismo.

Incluso con el trabajo cooperativo y colaborativo de largo plazo, las comunidades no han estado ni están exentas de dificultades al interior, pero la continuidad del compromiso colectivo se halla seriamente comprometida cuando los recursos comunes y la fuente de subsistencia escasean o ingresan al mercado.

Recursos y bienes comunes. Procesos de organización

Los recursos comunes no pueden comprenderse sin la organización de la comunidad y viceversa. Por ende, no todos los recursos están regidos por el mercado, aunque hay que reconocer su papel persistente en tensorlos. Libertad, gratuidad y no restitución o retorno son consecuencias de su marco funcional; dichos arrebatos socioculturales

o ambientales se vuelven parte de un forcejeo que es costoso (en tiempo y dinero) para la comunidad. Conviene recordar que la estabilidad del sistema se ejemplifica en el esfuerzo que cada integrante realiza para cumplir con los acuerdos, tasados por el beneficio no siempre económico que le ofertan. Olivos (2018: 123) indica que “los bienes comunes no se fundan en un sentimiento compartido de emoción identitaria ante un origen y un destino. Se instauran por el deber de sostener en el tiempo una actividad vital”.

También vale recordar que el concepto de bienes comunes ha generado en la ciencia política y económica cierto grado de intranquilidad respecto al tema de propiedad comunal. Por un lado, porque consideran que lo que no es privado o público está fuera de todo tipo de propiedad, lo cual resultaría una autocontradicción teórica; y por otra parte, porque existe una frontera entre lo tangible (como agua, tierra, bosque) y lo intangible, por ejemplo: tradición, reglas, incentivos culturales, simbología, valores simbólicos, exclusión (Subirats, 2001). De ahí que para la teoría económica, los bienes comunes no se reconozcan, pues la distinción binaria (públicos y privados) los lleva a sostener la primacía del mercado sobre los mismos (Álvarez Icaza, 2006).

Creemos que la atención a la propiedad de los bienes comunes debe ir aparejada de los cambios en la legislación agraria, hídrica y ambiental, además de las variadas estructuras y funciones de las organizaciones comunitarias y no sólo por las instituciones económicas. Para Ostrom (2011: 77), “el término recurso 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”.

En este sentido, los recursos de uso común son la parte física o natural del territorio (tierras, agua, bosques) sin importar el tamaño, cantidad o forma en que se hayan legislado, pero la infraestructura –que logra captar, regular y canalizar el recurso– y los diversos usos permitidos y obtenidos serían el bien común. Así, habría que distinguir, en todo caso, si se habla de algo material, como el tipo de propiedad, o se trata de una aproximación ideológica (Subirats, 2011). Para dilucidar la diferencia entre recurso y bienes comunes, Ostrom (2002) la ejemplifica con dos categorías que denomina: sistema de recurso y unidades de recurso; ambas corresponden al área de pesca y las toneladas de pescado que se cultivan, respectivamente.

Desde la perspectiva de la Nueva Economía Institucional (NEI), los recursos que sean considerados de uso común demandan procesos de organización, gestión y propiedad; en cambio, los bienes comunes representan el cumplimiento de principios institucionales (establecidos en común acuerdo) para acceder o excluirse de sus múltiples beneficios, muchos de ellos materiales.

Consideramos que los denominados *gorrones*, aludidos por la politóloga Ostrom (2011), afectan en mayor medida los recursos de uso común cuando mantienen vínculos fuertes con instituciones políticas (partidos, asociaciones, organizaciones), empresariales o con el mercado. En estos casos, se facilitan los procesos de despojo o se implantan perspectivas de innovaciones tecnológicas y cambios en el sistema de producción y propiedad de bienes, pasando de lo comunitario a lo privado o público, en tanto las formas sociales de organización para regular los bienes comunes se reducen.

Los sucesos investigados por Ostrom (2002) han generado discusiones respecto a la proporción de comunidades frente al individualismo. Actualmente, los recursos comunes se mantienen disputados por el Estado, iniciativa privada, particulares o las propias comunidades, siendo menester continuar con las investigaciones que apuesten por lo duradero que algunas de ellas han sido, la magnitud de su influencia y su habilidad de respuesta ante fenómenos que superan la capacidad burocrática del Estado y los excesos del mercado.

En otros casos, como el de la India, Mosse (1998: 6) demuestra que “los recursos de tierra y agua fueron tratados como activos políticos en lugar de recursos naturales para administrar. En resumen, los sistemas de riego de tanques disminuyeron porque el frágil sistema político al que pertenecían fue interrumpido, no porque las instituciones de las aldeas declinaran”.

Los recursos de uso común incluyen el territorio y, por ende, no es posible administrarlos de manera independiente como unidades de recurso, lo que marca la diferencia en sus aprovechamientos. Asimismo, “la perspectiva de los bienes comunes abre la puerta a una concepción que combine producción, consumo y gobernanza en un sistema basado en las necesidades humanas” (Subirats, 2013: 29). Para Agarwal (2007: 128), “los estudiosos de los bienes comunes necesitan una mejor comprensión de las condiciones bajo las cuales los procesos a nivel macro estructuran lo que sucede a nivel local y viceversa”.

Analizar hechos particulares de bienes comunes que son parte, además, de comunidades organizadas en México, encauza la investigación hacia el tema del derecho y propiedad de recursos. Entendemos que a pesar de los múltiples estudios enfocados a lo común, comunitario y comunidad, sigue pendiente un mayor conocimiento de las funciones históricas, cambios o permanencias tecnológicas, reconfiguración de identidades, entre otras.

La construcción de la comunidad organizada para con el sistema y unidades de recurso no es eventual y tampoco impuesta, goza de una libertad caracterizada por sus prácticas y disputas que demandan soluciones convenientes. Las capacidades colectivas pueden presumir de superar desde eventualidades físicas (sobreexplotación y veda de acuíferos) hasta retos técnicos (recarga de acuíferos y oasisificación), y no menos los problemas globales (crisis ambientales), a menudo, sin cargos financieros onerosos.

Los esfuerzos comunes han sido estudiados dentro de sus límites en cuanto a la capacidad de revertir la insuficiencia hídrica, aminorar la pobreza y contener conflictos. Sin el ánimo de apuntar a la búsqueda de equilibrio entre los sectores sociales que hacen comunidad y conscientes de los límites impuestos por fuerzas internas y externas, tratamos de dilucidar la complejidad de los acuerdos y derechos de acceso al agua por las comunidades organizadas.

Desafíos para el estudio de la comunidad organizada

Palerm (2016) argumenta que el posicionamiento de algunos científicos que buscan desvanecer el concepto de comunidad organizada o negarle su continuidad se debe a actitudes para, por un lado, favorecer la propiedad privada, y por otro, el desarrollo de los “indios”. De este modo, es necesario virar hacia otras explicaciones como constantes cambios en cuanto a la propiedad de la tierra y el sistema agrícola (tradicional-comercial-orgánico-sustentable), pues se asume que tierra, agua, producción, relaciones sociales y políticas intervienen en la estructura y organización de la comunidad. Desligar y disolver a los habitantes de las comunidades (desde fuera) de sus obligaciones colectivas, parece ser el primer atentado contra organizaciones fortalecidas por siglos. De esta manera, se afirma que:

Las organizaciones campesinas locales de carácter autogestivo y/o tradicional han sido “invisibles”; ha pasado desapercibida su importancia como respuesta a un manejo de recursos. Es particularmente notorio

el caso de las organizaciones autogestivas (comunitarias y multi-comunitarias) para el manejo de sistemas de riego (la organización para casi la mitad de la superficie de riego en México); y podemos añadir el caso del pastoreo comunitario sobre esquilmos, el manejo de bosques comunitarios, el manejo de agostaderos comunitarios (Palerm, s/f).

Los diversos planos de la comunidad aldeana derivan en el seguimiento de la comunidad organizada, que tiene continuidad en sistemas de producción específicos, por ejemplo, el agrario o forestal; destaca en ella la participación como estrategia para intervenir en el uso, defensa y gestión del agua, tierra, pradera y bosque. Estudios de este tipo resurgen al finalizar el siglo XX.

Por lo antes tratado, creemos que la comunidad se circunscribe a alguno de los aspectos siguientes: organización independiente de voluntades políticas, no tolera la centralización administrativa en cualquiera de sus convenciones, promueve la descentralización de funciones, los integrantes deciden si continúan o no en ella, construyen proyectos para las necesidades urgentes (no deliberadas en el desarrollo, modernidad o sustentabilidad) sin aprobación jurídica o externa, quienes participan y cumplen las reglas tienen garantía y preferencia de utilizar los recursos de uso común, son parte de conflictos entre individuos que generalmente se resuelven en asambleas, pequeños grupos de discusión (no más de 10 participantes) y/o en privado, las menos llegan a ser asunto del ámbito jurídico municipal, pero ninguno de ellos, en los casos estudiados, ha sido demandado o resuelto por el gobierno estatal o federal (a propósito de su contención graduada para la escalada).

Los integrantes de la organización comunitaria tienen mayores posibilidades de ser electos como autoridades e intervenir para gestionar los comunes, sin importar la cantidad de los integrantes. Los miembros de la comunidad gozan de una relativa y notable integración en la toma de decisiones, hecho que puede obedecer a las exigencias comunitarias para la rotación constante de cargos o su permanencia en ella, brindándoles la oportunidad de vincularse con otros niveles de gobierno o asociaciones para el control y protección del agua. A la postre, las comunidades dependen en mayor medida del medio natural y social que del tecnológico o de instituciones financieras (créditos, rentas, inversiones), lo cual puede derivar en el fortalecimiento de su autonomía.

Desde la perspectiva de los economistas, inversionistas y burócratas, lo que más critican o buscan comprender es: ¿por qué la mayor parte de las comunidades “tradicionales” subsisten siendo resistentes al modelo

capitalista? Al parecer, no buscan la respuesta en el funcionamiento del manejo y control de recursos naturales, sino en el intercambio de bienes y servicios.

Acela Montes de Oca-Hernández
Luis Miguel Espinosa Rodríguez
 Otoño, 2020

Referencias

- Acuña, R. (1985), *Relaciones Geográficas del Siglo XVI: Tlaxcala*, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Filológicas.
- Agarwal, A. & Narain, S. (1999), *Making water management everybody's business: water harvesting and rural development in India*, Gran Bretaña: International Institute for Environment and Development.
- Agarwal, A. (2007), "Forests, governance, and sustainability: Common Property Theory and its contributions", en *International Journal of the Commons*, vol. 1, núm. 1.
- Álvarez, Icaza, L. P. (2006), "Los recursos de uso común en México", en *Gaceta ecológica*, vol. 79.
- Benítez S-B., R. (1993), "Características y evolución de la comunidad rural en la Valencia moderna", en *Mélanges de la Casa de Velázquez*, vol. 29, núm. 2. doi: <https://doi.org/10.3406/casa.1993.2652>
- Bocco, G. y Ortiz, M. (1994), WDefinición de Unidades espaciales para el ordenamiento ecológicoW, en *Jaina Boletín Informativo EPOMEX*, vol. 5, núm. 1.
- Bocco, G. y Palacio, P. (2014), "La contribución de la investigación geomorfológica en la cuestión ambiental en México", en *Investigaciones Geográficas*, núm. 83. doi: <http://dx.doi.org/10.14350/rig.34421>.
- Botero, L., De La Ossa, V. J., Espitia, A. y De La Ossa-Lacayo, A. (2009), "Importancia de los Jagüeyes en las sabanas del caribe colombiano", en *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECLA*, vol. 1, núm. 1. doi: [10.24188/recia.v1.n1.2009.413](https://doi.org/10.24188/recia.v1.n1.2009.413).
- Charcas, S. H., Olivares, S. E., y Aguirre, R. J. R. (2002), "Agua de riego en la región de Rioverde, San Luis Potosí, México", en *Ingeniería Hidráulica en México*, vol. 17, núm. 4.
- Comisión Nacional del Agua (CNA) (2012), *El reto hídrico en México*, VI Foro Mundial del Agua en Marsella, México: CNA.
- Daza, D. A. R., Serna-Mendoza, Ciro A., y Carabalí, A. A. (2018), "El recurso hídrico en las comunidades indígenas wayuu de La Guajira Colombiana. Parte 2: Estudio cualitativo de las condiciones de higiene, limpieza y disponibilidad de agua", en *Información tecnológica*, vol. 29, núm. 6. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000600025>.
- Domínguez, M. R. (1996), "La evolución de la comunidad campesina en Cantabria (1750-1950)", en I Encuentro de historia en Cantabria. Actas, Tomo I: 16 al 19 de diciembre, España: Universidad de Cantabria.
- Eling, H. H. y Sánchez, R. M. (2000), "Presas, canales y cajas de agua: La tecnología hidráulica en El Bajío mexicano", en J. Palerm & T. Martínez-Saldaña [eds.], *Antología sobre pequeño riego. Vol. II. Organizaciones autogestivas*, México: Colegio de Postgraduados.
- Espinosa, R. L. M. (2005), "Morfoedafogénesis: un concepto renovado en el estudio del paisaje", en *Ciencia ergo-sum*, vol. 12, núm. 2.
- Fernández, F. A. y Azcárate, L. B. (2017), *Geografía de los paisajes culturales*, España: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Foster, M. (1965), "El carácter del campesinado. Clásicos y Contemporáneos en Antropología", en *Revista de psicoanálisis, psiquiatría y psicología*, núm. 1.

- Franco, M. (2001), *Diccionario de fantasmas, misterios y leyendas de Venezuela*, Venezuela: CEC.
- Freeman, D. M. (1988), *Linking Main and Farm Irrigation Systems in Order to Control Water Volume 1: Designing Local Organizations for Reconciling Supply and Demand. WMS Report 69*. Estados Unidos: Colorado State University.
- Galindo, E. E. (2007), "Organización social para el uso y manejo de jagüeyes al norte de los Llanos de Apan Hidalgo, México" (Tesis de maestría), Colegio de Postgraduados.
- Galindo, E. E. (2008), "Captación de agua de lluvia y retención de suelo en jollas en el parteaguas de las cuencas de los ríos Actopan y Amajac", en *Boletín Archivo Histórico del Agua*, vol. 13.
- Giménez, R. C. (1992), "La cuestión comunal (el debate teórico y el debate práctico)", en R. C. Giménez, *Valdelaguna y Coatepec. Permanencia y funcionalidad del régimen comunal en México y España*, España: Edita.
- Giménez, R. C. (1990), "La polémica europea sobre la comunidad aldeana (1850-1900)", en *Agricultura y sociedad*, vol. 55.
- Guzmán, P. M. y Palerm, V. J. (2005), "Los jagüeyes en la región de los Altos Centrales de Morelos", en *Boletín Archivo Histórico del Agua*, vol. 10, núm. 29.
- Guzmán, M. (2017), "Jagüeyes, patrimonio morelense para la sustentabilidad", en *Inventio*, vol. 3, núm. 30.
- Hardin, G. (1968), "The Tragedy of the Commons", en *Science* vol. 162, núm. 3859.
- Kautsky, K. y Procacci, G. (1981), *La cuestión agraria: Análisis de las tendencias de la agricultura moderna y de la política agraria de la socialdemocracia*, México: Siglo XXI.
- Lindberg, S., Rajagopal, A., Djurfeldt, G., Athreya, Venkatesh B., & Vidyasagar, R. (2011), "Designing Collective Action: Problems of Local Water Management in Tiruchi District", en *Review of Agrarian Studies*, vol. 2, núm. 1. Recuperado de: http://ras.org.in/designing_collective_action.
- López, P. E. y Palerm, V. J. (2002), "Buscando la Autogestión en las Cajas de Agua del Valle de Coeneo-Huaniqueo", en M. Sánchez Rodríguez [coord.], *Entre Campos de Esmeralda. La Agricultura de Riego en Michoacán*, México: El Colegio de Michoacán.
- López, P. E., Pimentel, E. J. L. y Palerm, J. (2009), "El entarquinamiento en cajas de agua, El valle de Coeneo-Huaniqueo, Michoacán", en T. Martínez, S., J. Palerm, M. Castro, y L. Pereira [eds.], *Riegos ancestrales*, México: Colegio de Postgraduados.
- Mallarach, J. M. (2011), "Spiritual and religious values of northern Mediterranean wetlands: Challenges and opportunities for conservation. Culture and wetlands in the Mediterranean: an evolving story", en T. Papayannis & D. Pritchard [eds.], *Culture and wetlands in the Mediterranean: an evolving story*, Grecia: Prespa.
- Marcos, P. J. G. y Bazarco, O. M. (2006), "Albarradas y camellones en la región costera del antiguo Ecuador", en F. Valdez [ed.], *Agricultura ancestral camellones y albarradas. Contexto social, usos y retos del pasado y del presente*, Ecuador: Abya-Ayala.
- Martínez de Azagra, A., Monjil, J., del Río, J. y Rojo, L. (2006), "Conceptos, modelos y ejemplos sobre la oasisificación", en *Ecología*, vol. 20.
- Marzal, M. (1996), *La Antropología Cultural. Vol. II. Antropología Cultural*, Perú: Pontificia Universidad Católica de Perú.
- Mateo, J. (1985), *Geoecología de los Paisajes*, Venezuela: Universidad de Los Andes/ Facultad de Ciencias Forestales.
- Mateo, J. y Ortiz, M. (2001), "La degradación Geoecológica de los paisajes como concepción teórico-metodológica", en *Serie Varia Nueva Época*.
- Mateo, J. (2005), *La concepción de los paisajes visto desde la geografía*, Cuba: Facultad de Geografía de la Habana.
- Montes de Oca, A. y Palerm, J. (2013), "Los reservorios secundarios (jagüeyes) en el sistema de riego Tepetitlán: el control local", en J. Palerm, y T. Martínez [eds.], *Antología para riego. Instituciones para la gestión del agua: vernáculos, formales y alegales*, México: Colegio de Postgraduados.

INTRODUCCIÓN

- Montes de Oca, H. A., Chávez M. C., Guízar V. F. y Vizcarra, B., I (2012), "Conflicto por el agua en el Sistema de Riego Tepetitlán después de la trasferencia", en *Región y sociedad*, vol. 24, núm. 53.
- Mosse, D. (1998), "Creando e interpretando erróneamente la comunidad en el riego de tanques del sur de India", en *Draft Paper to be presented at Crossing Boundaries, Conference of the International Association for the Study of Common Property, Vancouver*.
- Olivos, Á. (2018), "Pensar el «común» Los bienes comunes como categoría germinal para el pensamiento crítico", en Echandía C., Vommaro P., y Ugarriza X. [eds.], *Indocilidad reflexiva: El pensamiento crítico como forma de creación y resistencia*, Argentina: CLACSO.
- Ostrom, E. (2002), "The evolution of norms within institutions: comments on Paul R. Ehrlich and Anne H. Ehrlich's", en *Environment and Development Economics*, vol. 7, núm. 1.
- Ostrom, E. (2011), *El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las Instituciones de acción colectiva*, México: UNAM/CRIM/FCE.
- Palerm, V. J. (s/f), *Organizaciones autogestivas tradicionales campesinas (Curso Des-638)*, México: Colegio de Postgraduados. Recuperado de: http://www.colpos.mx/drural/Prof_Inv/Palerm_V/DES-638/DES-638.htm.
- Palerm, V. J. (2015), "La utilidad de estudios de larga duración para el análisis del impacto del regadío sobre la organización social. El caso de las sociedades de drenaje y diques de Holanda llamados waterschappen", en *Papeles de Geografía*, núm. 61. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=407/40743406005>
- Palerm, V. J. (2005a), "The Rule of Water: Statecraft, Ecology, and Collective Action in South India", en *Región y sociedad*, vol. 17, núm. 33.
- Palerm, V. J. (2002), *Antología sobre pequeño riego vol. III Sistemas de riego no convencionales*, México: Colegio de Postgraduados.
- Palerm, V. J. (2005b), "Gobierno y administración de sistemas de riego", en *Región y sociedad*, vol. 17, núm. 34.
- Palerm, V. J. (2009), "Del individuo a la familia y de la propiedad privada a los bienes y usos comunales", en Jacinta P. [ed.], *Aventuras con el agua. La administración del agua de riego: Historia y teoría*, México: Colegio de Postgraduados.
- Palerm, V. J. (2016), "La comunidad campesina organizada y las infraestructuras hidráulicas vernáculas: la contribución como servicios ambientales. Nueva versión basada en ponencia presentada en el XV Coloquio Ibérico de Geografía", en R. García, A. Sarria, F., B. Serrato, F., D. Moreno M. [eds.], *Retos y tendencias de la Geografía Ibérica*, España: Asociación de Geógrafos Españoles.
- Papayannis, T. (2008), *Action for culture in Mediterranean wetlands*, Grecia: Med-INA.
- Perón, J. D. (2008), *La comunidad organizada: Vigencias y Herencias*, Argentina: Instituto para el Modelo Argentino (IMA).
- Real Academia de Lengua Española (RAE) (2019), "Diccionario de la Lengua Española", en Redfield, R., *La pequeña comunidad: sociedad y cultura campesinas*, Cuba: Editorial de Ciencias Sociales, Instituto Cubano del Libro.
- Reformas a la Ley Agraria. *Diario Oficial de la Federación (DOF)*, México, 26 de febrero de 1992.
- Rivas, M. (2009), "Caracterización del manejo de suelo y uso de agua de lluvia en la Mixteca alta: Jollas y maíces de cajete" (Tesis de doctorado), México: Colegio de Postgraduados.
- Rodríguez-Herrera, A., Hernández, B. y Palerm, J. (2010), "Sistemas de riego en la Cañada de Huamuxtitlán: Tradición y actualidad", en *Tecnología y Ciencias del Agua*, vol. 1, núm. 4.
- Sánchez, M. (2018), *Cuando las aguas se dividen. Control de las aguas torrenciales en México: Entarquinamiento*, México: El Colegio de Michoacán y CIESAS.
- Santiago, B. E., Martínez, M., Rubio, E., Vaquera, H. y Escudero, J. (2018), "Variabilidad espacial de propiedades físicas y químicas del suelo en un sistema Lama-Bordo en la Mixteca Alta de Oaxaca, México", en *Revista ASyD*, vol. 15, núm. 2. doi: <https://doi.org/10.22231/asyd.v15i2.796>

- Subirats, H. J. (2011), "Algunos apuntes sobre la relación entre los bienes comunes y la economía social y solidaria", en *Otra Economía*, vol. 5, núm. 9. doi: 10.4013/otra.2011.59.07
- Subirats, J. (2013), "Bienes comunes y contemporaneidad. Releyendo a Polanyi", en *Ecología Política*, núm. 45. Recuperado de: www.jstor.org/stable/43526855.
- Thornbury, W. (1969), *Principles of Geomorphology*, Estados Unidos: Wiley International.
- Valdez, F. (2006), *Agricultura ancestral camellones y albarradas. Contexto social, usos y retos del pasado y del presente*, Ecuador: Abya-Ayala.
- Venado, G. y Palerm, J. (2012), "Movilizaciones en época de estiaje en el Distrito de Riego 003 Tula" (Tesis de maestría), México: Colegio de Postgraduados.
- Verstappen, H. (1983), *Applied Geomorphology. Geomorphological Survey for Environmental Development*, Holanda: Elsevier.
- Vymazal, J. (2005), "Constructed wetlands for wastewater reclamation", en *Ecological Engineering*, vol. 25.
- Vymazal, J. (2008), "Constructed Wetlands for Wastewater Treatment", en Sengupta, M. and Dalwani, R. [eds.], *Proceedings of Taal 2007. The 12th World Lake Conference*, India: Ministerio de Medio Ambiente y Bosques, Gobierno de India.
- Wade, R. (1979), *The Social Response to Irrigation: An Indian Case Study. Journal of Development Studies*, vol. 16, núm. 1.
- Wolf, E. (1957), "Closed Corporate Peasant Communities in Mesoamerica and Central Java", en *Southwestern Journal of Anthropology*, vol. 13, núm. 1. Recuperado de: www.jstor.org/stable/3629154.

PARTE 1

**HISTORIA DE LA PROPIEDAD
Y MANEJO DE HUMEDALES
ARTIFICIALES**

CAPÍTULO I

VALORACIÓN HISTÓRICA DE LOS BORDOS DEL RÍO TEJALPA EN TOLUCA Y ZINACANTEPEC. LA COMPETENCIA POR EL AGUA ENTRE PUEBLOS, HACIENDAS, RANCHOS Y EJIDATARIOS¹

*Gloria Camacho Pichardo*²

Introducción

La historia de la propiedad de las aguas en México en el siglo XX es un tema por demás complejo y difícil de seguir; la continuidad con el siglo XIX e incluso con el periodo colonial es una de las constantes. En los documentos del siglo XX encontramos términos como: mercedes, composiciones de tierras y aguas, demasías y remanentes. A ello agregamos la concesión de aguas a particulares, figura predominantemente de corte liberal y tendiente a favorecer a los propietarios individuales.

Estos derechos de agua adquiridos en determinados periodos de la historia chocaron con los nuevos derechos otorgados vía la dotación de tierras y aguas ya en el siglo XX. El presente trabajo pretende explicar esos derechos adquiridos por los distintos usuarios (pueblos, haciendas, ejidatarios y propietarios privados) y cómo se perfilaron en la segunda mitad del siglo XX respecto al río Tejalpa. Interesa rastrear la figura de los humedales o bordos de agua artificiales, que son básicos para el desarrollo de la agricultura y de las actividades alternas como la ganadería.

La actividad agroganadera y el paisaje

Desde el periodo colonial, el Valle de Toluca se caracterizó por su significativa producción agrícola y ganadera, y llegó a ser un importante abastecedor de alimentos de las ciudades de México y Toluca. Asimismo, la actividad ganadera fue notable debido a las fértiles zonas de planicie y a la humedad de las tierras que permitían el crecimiento de pastos para la alimentación de los animales.³

¹ Existen algunos extractos de la obra de Camacho (2015).

² Profesora-investigadora del Centro de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad Autónoma del Estado de México.

³ En 1746, Antonio Villaseñor y Sánchez (1992: 190-191) hacía referencia a la importancia de la producción agrícola de Toluca: "Los frutos que produce esta jurisdicción,

Además de su relevancia en la agricultura, el valle era un importante productor de carne de cerdo. Desde el siglo XVI, productos como el jamón, tocino, mantecas y chorizo eran vendidos en la ciudad de México por los criadores de puerco, que además eran “arrieros y comerciaban los productos del cerdo” (León García, 2002: 154). Las tierras del partido de Toluca eran llanas y generaban abundante maíz, cebada, alverjón, papas y magueyes.⁴ En 1883, cuando se solicitó información relativa a las principales industrias de los municipios del Estado de México, se decía del municipio y pueblos de Toluca lo siguiente:

En cuanto a los productos industriales que se elaboran son pocos, pues la municipalidad es agrícola, más bien que industrial y comercial, así que por ejemplo en la hacienda se fabrica el queso y mantequilla por menos, pues casi toda la leche se vende en la ciudad, en el pueblo de Tecaxic se elabora la loza de barro en San Pablo, San Andrés y San Cristóbal y San Lorenzo se hacen sombreros de palma, calcetines y medias de hilo y de lana que se venden en el mercado de San Pedro y Santa María Totoltepec, se construyen petates de tule en gran cantidad. En el pueblo de Miltepec y barrio de Santa Bárbara se trabaja el barro, en solera, ladrillo y teja, para construcción. En Santiago Tlaxomulco y San Mateo Oxtotitlán se labra la cantera y en San Sebastián las gamusas. En la ciudad los sarapes, rebozos, timbres, cuero, vaquetas, velas de cebo, aceite de nabo y ajonjolí.⁵

Como puede verse, se describe al municipio de Toluca como agrícola por excelencia. Sobre el agua como un recurso fundamental para la agricultura, Noriega (1980) no indica el nombre preciso de un río, arroyo o manantial, sólo señala que se contaba con un río cuyas aguas bajaban de las vertientes del Nevado de Toluca. Estas aguas eran útiles para regar las sementeras de varias haciendas y de los pueblos. Noriega (1980: 171) precisa que algunas haciendas en Toluca construyeron

y en que comercian sus vecinos son los que produce la tierra fría, como maíz, cebada y haba en crecidas cantidades, respecto que aun siendo corto el recinto que la abraza es fértil todo el valle, donde hacen sus siembras, pero el renglón en que logra mayor utilidad es el de las muchas partidas de ganado de cerda”. Véase también León García (2002: 103-107).

⁴ Archivo Histórico Municipal de Toluca (en adelante AHMT), Ramo Presidencia, caja 60, exp. 3. El Gobierno del Estado de México solicitó en 1877 un informe detallado sobre la producción agrícola de los municipios. La respuesta del ayuntamiento de Toluca fue que los principales cultivos eran: trigo, maíz, haba, cebada, frijol y maguey, es decir, “todos los propios de las tierras frías”.

⁵ AHMT, Ramo Presidencia, caja 67, exp. 21. Circulares núm. 61, 62 y 65 en donde solicitan diversas noticias para la memoria del Estado de México, febrero de 1883.

presas para almacenar las aguas que bajaban del Xinantécatl. En las tablas 1 y 2 se registran los pueblos, barrios y haciendas de los partidos de Toluca y Zinacantepec que existían en 1854, espacios que son objeto de estudio de esta investigación y que formaban parte del Valle de Toluca.

Tabla 1. Partido de Toluca, 1854

Municipalidad	Pueblos	Haciendas	Ranchos
Toluca	Santa Bárbara	Garcesa	San Antonio
	Tepepan		Abad
	San Miguel	Doña Rosa	Santa Cruz
	Pinahuisco		
	San Luis Obispo	San José y Guadalupe	San Antonio Abad de Uribe
	Tlacopa	Panzacola	Taborda
	San Juan Bautista	Macaria	San Pablo de David
	San Sebastián	La Pila	Zacango
	Huitzila	Altamirano	Egido
	San Bernardino	Tlalachoya	La Palma y San Bartolomé
	Capultitlán	Palmillas	Los García
	Tlacotepec	Xicaltepec	San Isidro
	San Juan Tilapa	Cerrillo	De los Zimbrones
	Cacalomacan	San Diego de los Padres	De los Bernaldes
	San Antonio	San José	Canchiquí
	Buenavista	Buenavista	
	San Buenaventura	San Juan de la Cruz	Ramón García
	San Mateo	Taborda	La Purísima
	Oxtotitlán		
	Santa Ana	Nova	De los Fuentes
	San Pedro	La Puerta	La Melera
	Totoltepec		
	Santa María	Laguna	San Antonio
	Totoltepec		Abad de Ortega
	San Lorenzo	Majadas	Coatepec
	San Mateo	San Diego y	San Rafael
	Otzacatipan	Villaseca	
	San Cristóbal	San Nicolás Tolentino	San Sebastián
	San Pablo	Magdalena	
	San Nicolás	Canaleja	
	Tlalachoya		
Tecaxic	Crespa		
San Martín	San Antonio Buenavista		

	Calixtlahuaca	Coecillos	
	Miltepec	El Carmen	
	Santa Cruz	Santa Teresa	
	San Andrés	Santín	
	Yanhuitlalpan		
	San Marcos		
	Tlaxomulco		
Total	32	29	21

Fuente: Noriega (1980: 103-104).

Sobre Zinacantepec, Noriega (1980: 184) señala: “Hay dos ríos y varios arroyos que se forman con los derrames del Nevado; son de agua cristalina y limpia, pero no abundantes; de ellas se usa para el riego de algunos sembrados, para el gasto de las casas y para el abrevadero de los animales: además se usa para las casas de la que manan algunos pozos”.

Tabla 2. Partido de Zinacantepec, 1854

Municipalidad	Pueblos	Haciendas	Ranchos
Zinacantepec	San Luis	Serratón	Las Beatas
	Santa María	San Francisco	Bracamonte
	Magdalena		
	San Antonio	Achualco	González
	San Cristóbal	Tejalpa	Las Ánimas
	Santa María	Cocuxtepec	El Capulín
	Nativitas		
	San Francisco	Barbabosa	Barrientos
	La Transfiguración	Cacalomacan	Mociños
	San Juan	Santa Cruz	Albarrán
	Santa Cruz	San Pedro	
		La Huerta	
		Guadalupe de Valdés	
	Guadalupe de Albarrán		
	Molino de Guadalupe		
Total	9	13	8

Fuente: Noriega (1980: 105).

Veamos un poco de la historia del río Tejalpa y algunas de las evidencias de manantiales y arroyos que arrojan los documentos de archivo. En la época colonial, al río Tejalpa o Parcioneros se le denominó río

San Pedro y Sierra Nevada. En el siglo XVIII, esta zona se caracterizó por ser agroganadera, debido a la presencia del río Tejalpa, el cual aseguró el establecimiento de diversas propiedades privadas: haciendas y ranchos, que compitieron por el uso del recurso frente a los pueblos de indios ahí asentados. Las obras hidráulicas (canales o acequias) que se construyeron al margen del río permitieron el llenado de bordos y presas artificiales. Dichas obras fueron edificadas por los diversos actores (pueblos, haciendas y ranchos) para aprovechar las aguas en sus actividades agrícolas y ganaderas. En estos bordos o presas coexistieron otras actividades como la pesca y la caza (González, 2018: 138).⁶

La competencia por el recurso en el siglo XVIII tuvo que resolverse a través de los repartimientos de agua, los cuales tenían como finalidad distribuir de manera equitativa el recurso y así concluir los grandes litigios que se habían desatado por esta competencia.⁷ Cabe señalar que a los propietarios individuales y a los pueblos de la zona también se les concedieron mercedes de agua del río (González, 2018: 173). La merced de agua era “un derecho real, transferible y transmisible, normalmente de carácter perpetuo, que [otorgaba] la Corona respecto de aguas corrientes, detenidas o vertientes, superficiales o subterráneas y que habilita para su utilización en la forma jurídicamente prevista” (Dournac, 1994: 417-418).

La historia de los usos de las aguas de ese río y sus afluentes fue muy compleja, ya que varios usuarios deseaban utilizar el líquido: pueblos, haciendas, ranchos y molinos. El agua en esta zona se ocupó para el cultivo del trigo, para el abrevadero de los ganados y para el funcionamiento de los molinos. Debido a las tensiones por el uso de las aguas, fue necesario conceder mercedes de agua, así como respetar el derecho inmemorial al que recurrieron los pueblos de indios. Sin embargo, estas medidas no fueron suficientes, y en la segunda mitad del siglo XVIII fue indispensable llevar a cabo un repartimiento de las aguas del río Sierra Nevada o Tejalpa:

⁶ En temporada de lluvias las partes bajas se inundaban, motivo por el cual la acumulación de agua permitió la formación de humedales. En el periodo colonial, algunos de estos humedales se mantuvieron “originando la construcción de bordos y presas haciéndolos perennes y utilizados principalmente durante las épocas de sequías” (González, 2018: 138).

⁷ El libro III, título 2, ley 63 dice: “ordenamos, Que los Acuerdos de las Audiencias, nombren Juezes (sic), si no estuviere en costumbre, que nombre el Virrey, o Presidente, Ciudad y Cabildo, que repartan las aguas a los Indios para que rieguen su chacras, huertas y sementeras, y abreven los ganados, los quales (sic) sean tales, que no les hagan agravio” (citado en Meyer, 1997: 145).

Por esta razón, ante el Corregidor de Toluca, el Gobernador y Alcalde de los Pueblos de San Pablo, San Cristóbal Huichochitlán, San Andrés, San Francisco Calixtlahuaca y Tecaxic, presentaron una queja por la carencia de agua del río que bajaba de la Sierra Nevada, debido a que los labradores que tenían haciendas río arriba, cerca del nacimiento del recurso vital, lo habían almacenado en una presa para regar el trigo que sembraban. Los hacendados o rancheros no fueron los únicos en sembrar aquel grano, también lo hicieron los naturales de los pueblos antes mencionados; de ahí su necesidad de contar con suficiente agua (González, 2018: 181).

Debido a los conflictos por la competencia y escasez de las aguas, fue necesario efectuar un repartimiento, que implicó distribuir el líquido por tandas a todos y cada uno de los usuarios. González Mina (2018) registró que en 1705 había 14 propietarios, y en 1753 ya había 30. En 1758 continuaban los 30 usuarios de las aguas. En el repartimiento efectuado en 1758 el pueblo que se describe es San Pablo, con sus barrios, San Francisco Calixtlahuaca y Tecaxic. González Mina (2018) señala que las aguas pasaban por los terrenos de estos barrios, y por ese sólo hecho podían disfrutar de las aguas, sin ser necesario que los incluyeran en el repartimiento, el cual era de alguna manera un recurso legal para gozar del uso de las aguas.

El 24 de julio de 1758, el corregidor de Toluca en compañía del agrimensor Cataño Cordero efectuó el repartimiento de agua. El total fue de 18 surcos, que se dividieron entre 27 labradores y un pueblo de indios. La tabla 3 indica que el agua se asignó en tandas y según la tierra de riego de la cual fueran propietarios. Una de las haciendas que recibió este beneficio fue la de Jicaltepec, que en ese entonces era propiedad de Manuel Marcos de Ibarra; las aguas favorecerían a 10 caballerías de tierra de su propiedad (Sandré, 2005: 175).

Tabla 3. Repartimiento de las aguas del río Sierra Nevada o Tejalpa, 1758

Nombre	Propiedad	Número de partes (de tiempo)	Pago anual
Don Joseph García de Figueroa	San Francisco	11 partes de tiempo	11 pesos cada año
Bachiller don Eugenio Mañón por su hermano don Bartholomé	Rancho de San Antonio	1 parte de tiempo	1 peso
Don Blas Montes de Oca		½ parte del tiempo que se le asignó a él y a sus hermanos	4 reales

PARTE I. HISTORIA DE LA PROPIEDAD Y MANEJO DE HUMEDALES ARTIFICIALES

Don Joseph Arcayos	Hacienda de la Santa Familia (alias las Palmillas)	4 partes de tiempo	4 pesos
Bachiller don Manuel de Ibarra	Hacienda de Xicaltepec	10 ½ partes de tiempo	10 pesos y medio
El pueblo de San Pablo		1 parte de tiempo	1 peso
Bachiller don Manuel Simbron	Hacienda nombrada el Ejido	2 partes de tiempo	2 pesos
Joseph Flores	Un corto Rancho	¼ parte de tiempo	2 reales
Juan Joseph Orozco		¾ partes de tiempo	6 reales
Francisco de Fuentes		1 parte	1 peso
Joachin de Fuentes	Rancho de la Palma	½ parte	4 reales
Don Ignacio Albarrán		½ parte de tiempo	4 reales
Don Jorge Mercado		¾ partes de tiempo	6 reales
Don Pedro Estrada y don José Montes de Oca		¾ partes de tiempo	6 reales (juntos)
Rosa María de Fuentes		½ parte de tiempo	4 reales
Joseph Bernal		½ parte de tiempo	4 reales
Don Manuel García de Figueroa		1/8 parte de tiempo	1 real
Phelipe Bernal	Rancho	1/8 parte de tiempo	1 real
Tadeo Bernal y Phelipe (el antes mencionado)		1/8 parte de tiempo	1 real
Joseph Benegas con sus hermanas		1/8 parte de tiempo	1 real
Don Juan Pérez de Estrada		½ parte	4 reales
Don Pedro Mondragón		¼ parte de tiempo	2 reales
Don Simón Romero	Rancho de San Isidro	¼ parte de tiempo	2 reales
Don Juan Antonio Asorrey y López	Rancho de San Antonio	3 partes de tiempo	3 pesos
Don Jacinto Romero		2 partes de tiempo	2 pesos

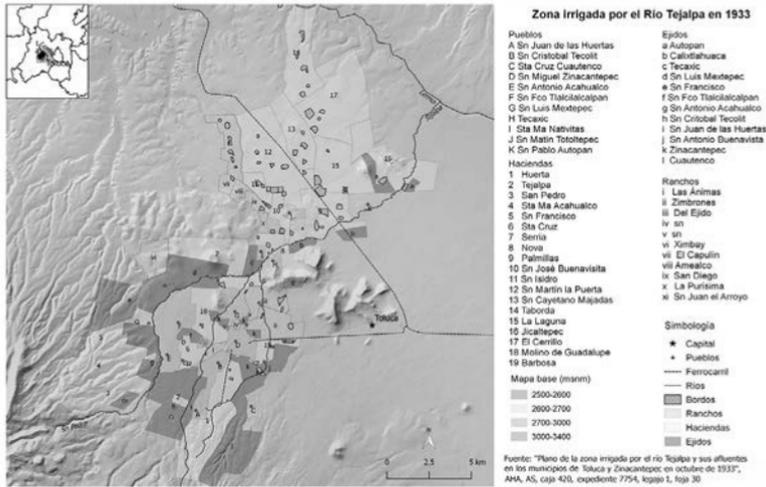
Don Diego Narzagarai	Hacienda	1 parte de tiempo	1 peso
Don Manuel de Zalazar y García	Hacienda las Majadas	1 parte de tiempo	1 peso
Don Bernabé de la Escuadra		1 parte de tiempo	1 peso
27 labradores y un pueblo *		45 partes	38 pesos y medio y 52 reales

Fuente: González (2018), quien registra en su tesis 30 propietarios. De acuerdo con la información proporcionada por Sandré (2005), son 27 labradores y un pueblo con sus barrios.

Sobre los pueblos de Tecaxic y Calixtlahuaca, que no aparecen en el repartimiento de aguas, las autoridades argumentaron que no requerían de mayor cantidad del líquido para que bebieran sus ganados y para los usos domésticos, pues ellos la tomaban libremente del mismo río. Por ambos pueblos pasaba el río Tejalpa, y podían gozar de sus aguas a cualquier hora que quisieran; además, había la libertad de que sus ganados bajaran a beber agua al río, sin que fuese necesario un repartimiento para ellos. Sin embargo, el procurador de indios de estos pueblos expresó que carecían del líquido, porque los labradores ubicados en la parte alta atajaban el recurso en beneficio de sus haciendas de trigo (González, 2018, 196).

Sin duda, este fue un factor de conflicto, pues quedaron fuera del repartimiento y sólo con las posibilidades que les dejaban los labradores ubicados en las partes altas. Más adelante abordaremos un poco cómo en tiempos de aguas torrenciales los pueblos podían almacenarlas con libertad en sus bordos, por lo menos así lo expresaron ya para el siglo XX (véase figura 1).

Figura 1. Zona irrigada por el río Tejalpa en 1933



Fuente: Gloria Camacho Pichardo con apoyo técnico de Paola Sánchez Esquivel.

Diversas formas de propiedad de la tierra y el agua para los pueblos

¿Cuál era el dominio que ejercía el pueblo sobre sus bienes antes de la ley del 25 de junio de 1856? La legislación indiana otorgó a los pueblos tierras suficientes para su sustento, las cuales les pertenecían bajo el régimen de propiedad comunal. El proyecto reformista de los Borbones a partir del Reglamento de Bienes de Comunidad de 1767 trató de arreglar las cuentas de las cajas de comunidad y reordenar el ramo de propios, para extinguir con ello la forma de explotación colectiva de la tierra. La Corona estableció que los ingresos de los pueblos debían provenir de la pensión que cada individuo estaba obligado a pagar, por usufructuar una parcela de tierra de los propios o por el arrendamiento de tierras municipales (Menegus, 1995: 286 y 288).

A finales del siglo XVIII, los pueblos tenían como ingresos fundamentales los propios que correspondían al producto originado por el arrendamiento de sus tierras y bienes; como arbitrios sólo se consideraba la contribución de un real y medio que debía cubrir cada vecino para sufragar los gastos de la comunidad (Menegus, 1999: 293-294 y 296). Durante la primera república federal, en el Estado de México se

decretó la Ley de ayuntamientos del Estado de México del 9 de febrero de 1825, en la cual se estableció dotar a los ayuntamientos de propios y arbitrios. En esta ley se señalaba que los bienes de comunidad debían formar parte de los propios de los ayuntamientos. En la Constitución estatal de 1827, los bienes de comunidad y las tierras de repartimiento quedaron igualadas ante la ley (Pacheco, 1999: 249-253). Los bienes de comunidad debían ser de uso común para los pueblos, pero estar administrados por sus ayuntamientos (Huitrón, 1972: 21). Los propios eran los bienes raíces rurales y urbanos que eran propiedad de los pueblos y de las municipalidades, así como las tierras que poseían en común los pueblos; en ese momento persistía el concepto patrimonial y corporativo (Miño, 1994: 85).

Durante el siglo XIX, la continuidad fue un rasgo común con el antiguo régimen, pues el uso, la propiedad y la posesión del agua fue materia de los pueblos, ayuntamientos, hacendados y corporaciones religiosas, actores que mantuvieron el dominio del agua, bajo el amparo de la legislación colonial. A lo largo del siglo XIX, el ayuntamiento adquirió la facultad de manejar los recursos productivos de los pueblos. Fue con la ley de desamortización del 25 de junio de 1856 cuando se aprecia un cambio de lo corporativo a la propiedad individual respecto a los bienes de los pueblos y ayuntamientos. La privatización de los terrenos de común repartimiento no era un problema para los pueblos, el inconveniente era la privatización de los montes y pastos. Estos bienes eran fundamentales porque permitían el acceso a “pastos, leña u ojos de agua” (Buve, 1996: 29).

En este sentido, conviene llamar la atención sobre un escrito dirigido en 1887 al presidente municipal de Toluca para que informara sobre las aguas que existían en su territorio. Tal oficio se refiere a la solicitud que realizó el jefe político de Toluca, por orden del gobierno estatal, a las autoridades locales sobre las “aguas cultivables y los peces de la municipalidad”. Dicho documento contempla un punto crucial en términos del propósito de este trabajo y que es la propiedad de ese recurso: ¿quién tenía la propiedad de las aguas?

El informe del presidente municipal indicó las principales corrientes:

1. Las aguas que hay en esta municipalidad son de arroyos y manantiales pequeños que tienen su origen del Nevado y son de agua perfectamente potable.

2. Siendo arroyos pequeños es insignificante su caudal y profundidad.
3. Pasan sobre terrenos duros de tepetate y sin fango.
4. Distan los manantiales desde una hasta cinco leguas al sureste de la ciudad.
5. La ciudad y sus barrios tienen 18,187 habitantes.
6. Siendo de agua de rápida corriente en pequeñas cantidades, no hay peces.⁸

Como se puede apreciar, no se indica con claridad sobre la existencia de un río en específico, se habla de manantiales y arroyos que tienen su origen en el Nevado de Toluca. En relación con la propiedad de los recursos hidráulicos, el ayuntamiento aseguró que “se manifiesta que las vertientes del nevado pertenecen su propiedad a varias fincas rústicas, que en tiempo de sequía agotan su caudal en regadíos de sus sementeras y la ciudad posee para su abasto un manantial y siete pozos artesianos, situados a una legua de la misma”⁹.

Cabe insistir que se declaran propietarios a las fincas rústicas y al ayuntamiento de Toluca; al parecer los pueblos del municipio no tenían ese beneficio. Tal fue el caso de Margarita Pliego y Elena Pliego, herederas de la testamentaria de Jesús Pliego y Carmona, dueño de la hacienda El Molino de Guadalupe, quienes se ampararon en contra de los dueños de las haciendas La Puerta y Majadas, por el despojo de aguas. Éstas provenían de la sierra nevada y eran afluentes del río Tejalpa. En el argumento señalaban que las aguas seguían por un acueducto llamado de los Parcioneros, para después mover el molino de Guadalupe y luego derramarse en el río Tecaxic. Una vez que las aguas llegaban a este lugar, eran utilizadas para el riego por varios propietarios de fincas cercanas al río.¹⁰ En las tablas 4 y 5 se registran las haciendas ubicadas en ambos municipios, los nombres de los dueños, la extensión y su producción agrícola y ganadera entre 1889-1893.

⁸ AHMT, Ramo Presidencia, caja 74, exp. 15. Informe sobre aguas de la municipalidad, 2 de junio de 1887.

⁹ AHMT, Ramo Presidencia, caja 74, exp. 15. Informe sobre aguas de la municipalidad, 2 de junio de 1887.

¹⁰ Archivo de la Casa de la Cultura Jurídica de la Suprema Corte de Justicia de la Nación (en adelante ACCJ-SCJN) Fondo Estado de México, Sección 1er Juzgado de Distrito, Serie Amparo, Principal, caja 1, exp. 59. Amparo promovido por Margarita Pliego y Elena Pliego en contra de los dueños de las haciendas La Puerta y Las Majadas, 23 de noviembre de 1900.

Tabla 4. Haciendas y propietarios, municipio de Toluca, 1889-1893

Nombre de la finca	Propietario	Extensión en hectáreas	Valor	Producción en cargas	Ganado cabezas
Hacienda San Juan de la Cruz	Luis G. Sobrino y Ortíz	573	43,077	Maíz 2000 Trigo 150 Cebada 100	Vacuno 300 Caballar 38 Lanar 300 Cerde 70
Hacienda San Diego Linares	Bernardino Trevilla	20 caballerías	37,965	Maíz Trigo Cebada	Vacuno 300 Lanar 200
Hacienda de Jicaltepec	Manuel Fernández	882	36,748	Maíz 1000 Trigo 80-100 Cebada 125-150	Vacuno 220 Caballar 14 Lanar 150
Hacienda del Cerrillo	Manuel Fernández	1763	97,800	Maíz 1500 Trigo 50 Cebada 100 Haba 80	Vacuno 300 Caballar 24 Lanar 250
Hacienda Las Majadas	Felipe Pliego	20 caballerías	24,000	Maíz Trigo Cebada	Vacuno 100 Caballar 10 Lanar 30
Hacienda de la Puerta	Francisco Pichardo	40 caballerías	69,417	Maíz 50-70 Trigo 15-20 Cebada 10	Vacuno 300 Lanar 500
Hacienda de la Laguna	Luisa Montes de Oca de Guerrero	22 caballerías	64,000	Maíz 500 Trigo Cebada 50 Hortaliza 63 de manzana	Vacuno 82 Caballar 29 Lanar 120 Cerde 6
Hacienda de Palmillas	Luisa Montes de Oca de Cordero	16 caballerías	35,000	Maíz 400 Trigo Cebada	Vacuno 100 Caballar 33 Lanar 160
Hacienda de Nova	Jesús Fernández	602	21,970	Maíz 200 Trigo 200 Magüey 150 anuales	Vacuno 80 Caballar 15 Lanar 150
Hacienda de San Isidro	Beatriz Barrera de López	8 caballerías	16,250	Maíz 300 Trigo 100 Cebada 20	Vacuno 80 Lanar 100 Mular 15
Hacienda de Altamirano	Soledad Pliego	12 caballerías	20,540	Maíz 800 Cebada 20	Vacuno 64 Lanar 150
Hacienda de la Garcesa	D. José B. Pliego y Pérez	956	45,750	Maíz 30 Trigo 20	Vacuno 250 Lanar 300

PARTE I. HISTORIA DE LA PROPIEDAD Y MANEJO DE HUMEDALES ARTIFICIALES

Hacienda de la Macaria		189025	14,200	3 medias de maíz Trigo 15	
Hacienda de Panzacola	D. José B. Pliego y Pérez	951.5	11,000	Siembra maíz y trigo, siendo dudosa la cosecha	
Hacienda de Taborda	Manuel Fernández	1548	33,040	Maíz 300 Trigo 70 Cebada 100	Vacuno 150 Caballar 12 Lanar 200
Hacienda de San Antonio Buenavista	Ignacio Mañón y Valle	5 ¾ caballerías	18,096	Siembra maíz y trigo, siendo dudosa la cosecha	Vacuno 50 Lanar 50
Hacienda del Carmen	Valeriano Lechuga	10 caballerías	38,252	Maíz Trigo	Vacuno y caballar 600 cabezas Lanar y cerda 60 cabezas Vacuno 150 Mular 12 Cerde 40
Hacienda de Coecillo	Jesús Fernández	333	21,197	Maíz 800 Cebada 100 Haba 50	Vacuno 230 Lanar 300 Caballar 40
Hacienda de la Crespa	Ignacio Mañón y Valle	13 caballerías	26,129	Maíz Trigo (riego)	Vacuno 630 Lanar 250 Caballar 60 Cerda 46
Hacienda de la Canaleja	Manuel M. Iyáñez	1298	64,238	Maíz de 1200 a 2000 Trigo 400 Cebada	Vacuno 98 Lanar 40 Caballar 15
Hacienda de Tlacheloya	Antonio García Guadarrama	5 caballerías	6,250	Maíz 3 y 3 tercios de cebada	Vacuno 763 Yeguas 26 Caballar 11 Cerda 10 Lanar 35
Hacienda de la Pila	Carlota Hinojosa de González	4 ½ caballerías	8,300	Maíz 400 Cebada 20	
Hacienda de Santín	Lic. Jesús María Barbosa	35 a 40 caballerías	50,284	Maíz 650 Trigo 100 Cebada 50	
Hacienda de San Nicolás Tolentino	Javier Pliego de Cortina	6 caballerías	21.461	Maíz Haba Cebada	Vacuno 90

Fuente: Miño y Téllez (1999: 227-231).

Tabla 5. Haciendas y propietarios, municipio de Zinacantepec, 1889-1893

Nombre de la finca	Propietario	Extensión en hectáreas	Valor	Producción en cargas	Ganado cabezas
Hacienda de Serratón	Joaquín Silva		40,000	Haba Cebada Maíz 200 Trigo 200	Vacuno 110 Caballar 20
Molino de Guadalupe	Jesús Pliego y Carmona		34,850	Maíz Trigo Cebada Haba	Vacuno 50 Lanar 100 Caballar 20
Hacienda de Santa Cruz	Joaquín Cortina y Hermanos		26,084	Maíz 300 Trigo 300 Cebada 60 Haba 30 Manzanas y legumbres	Vacuno 50 Lanar 250 Caballar 12
Hacienda de Acahualco	Joaquín Cortina y Hermanos		17,539	Maíz 300 Trigo 300 Haba Cebada Manzanas y legumbres	Vacuno 58 Lanar 250 Caballar 12
Hacienda de San Pedro	Manuel Medina Garduño	40 caballerías	56,418	Maíz 700 Trigo 700 Haba Cebada Maderas de ocote, oyamel, madroño, aile y encino	Vacuno 60 Lanar 100
Hacienda de Tejalpa	Luis Pliego y Pliego	50 caballerías	70,392	Maíz 300 Trigo 300 Cebada Manzanas Maderas de ocote, oyamel, madroño, aile y encino	Vacuno 100 Lanar 1000
Hacienda de la Huerta	Henkel hermanos	96 caballerías	100,000	Maíz 800 Trigo 1000 Cebada 400 Haba 70 Maderas de ocote, oyamel, madroño, aile y encino	Vacuno 124 Lanar 610

Hacienda de Cano	Antonio Pliego Pérez	73 caballerías	44,300	Maíz 500 Trigo 400 Cebada Maderas de ocote y oyamel	Vacuno 120 Lanar 300 Caballar 80
Hacienda Barbabosa	Felipe Pliego	19 caballerías	49,171	Maíz 500 Trigo 400 Haba Cebada	Vacuno 70 Caballar 25

Fuente: Miño y Téllez (1999: 233-234).

¿Cuál era entonces la situación de los pueblos respecto a las aguas? En 1890, el gobierno estatal manifestó en una circular a los ayuntamientos la necesidad de reorganizar la administración municipal, por suponer que se encontraba en lamentable estado. El gobierno requirió que los ayuntamientos de la entidad dieran cuenta exacta y precisa de todos sus bienes, montes, tierras y aguas. Sobre las tierras, dicha autoridad solicitó que se indicara cuáles ya habían sido desamortizadas; mientras que de sus aguas pidió que señalaran con claridad las que tuvieran los pueblos, los usos que realizaban y si el ayuntamiento percibía alguna pensión o arrendamiento¹¹ (véase tabla 6).

Tabla 6. Noticia de los pueblos de la municipalidad de Toluca que tienen agua, 1890

Nombre de los pueblos	Agua de manantiales	Aguas de río	Aguas estancadas
Santa María Yancuitalpan			Tiene
Santa Ana			Tiene
San Felipe	Un ojo		Tiene
San Juan Tilapa	Un ojo		
Tlacotepec			
Capultitlán			Tiene
Cacalomacán	Ojos		Tiene
San Antonio Buenavista			Tiene
San Buenaventura	Varios ojos		
San Mateo Oztotitlán	Dos ojos		
Tecaxic		Tiene	Tiene
San Marcos			Tiene
Calixtlahuaca		Tiene	
Santa Cruz			Tiene
Tlaxomulco			Tiene

¹¹ AHMT, Ramo Presidencia, caja 76, exp. 6. Circular núm. 13 de la Secretaría de Gobernación dirigida al jefe político de Toluca, 23 de mayo de 1890.

Miltepec		Tiene
Tlachaloya		Tiene
San Pablo		Tiene
San Cristóbal		Tiene
San Andrés		Tiene
San Pedro Tlacotepec	Arroyo	Tiene
Santa María Totoltepec		Tiene
Otzacatipan		Tiene
San Lorenzo	Tres ojos	
San Martín		

Fuente: AHMT, Ramo Presidencia, caja 76, exp. 6. Informe de Manuel Reyes, 30 de junio de 1890.

En este informe aparece una nota aclaratoria en la cual se decía que los pueblos de San Felipe, Tilapa, Cacalomacán, San Buenaventura, San Mateo Oztotitlán, San Pedro y San Lorenzo tenían ojos de agua. En cuanto a los pueblos de Tecaxic, Calixtlahuaca, Tlachaloya, San Pablo y San Cristóbal, los dos primeros se surtían del río Tecaxic, y los demás del río Lerma que pasa inmediato a dichos pueblos. El resto de los pueblos que conformaban el municipio contaba con aguas estancadas de pozos; sólo Tlacotepec y San Martín no tenían agua, motivo por el cual debían recorrer una gran distancia para abastecerse. En el informe del presidente municipal se afirmó que Tlacotepec contaba con agua abundante en el monte, pero su conducción al pueblo resultaba muy costosa.

Cambios y continuidades en la propiedad del agua

El cambio en la historia del manejo del agua en manos de los pueblos y ayuntamientos pudo estar vinculado al proyecto liberal de desamortización de los bienes de estas corporaciones civiles y eclesiásticas, establecido en la ley del 25 de junio de 1856. El principal objetivo de dicho proyecto era poner en circulación los bienes de las corporaciones civiles y eclesiásticas, y crear una sociedad de propietarios individuales. Carmagnani, Hernández y Ruggiero (1999: 244) aseguran que uno de los grandes problemas de la segunda mitad del siglo XIX fue la transformación de los derechos consuetudinarios en derechos de propiedad sobre “tierras, bosques, aguas y yacimientos minerales”. Una vez que el gobierno lograra argumentar su condición como titular originario de los recursos naturales, sólo entonces se convertiría la nación en propietaria y podría vender para acrecentar su tesoro.

El proyecto liberal buscaba promover el mercado de tierras, pues se pensaba que al estar en manos corporativas se obstaculizaba la economía del país. Wistano Luis Orozco consideraba que la propiedad de la tierra debía entregarse sin interferencia política del Estado, es decir, debía dejarse al “libre juego de las leyes económicas”. La propiedad, decía, era fundamental para la transformación, primero, material y, después, política del país. Los liberales pensaban que con la formación de la empresa individual, rica y activa, era posible lograr el enriquecimiento agrícola de México (Córdova, 1979: 66). Estaba vigente la idea de que el verdadero problema del campo mexicano era la propiedad comunal; esos ideólogos sostenían que los individuos eran los creadores de la riqueza y “los individuos en la comunidad se anulan como tales” (Córdova, 1979: 74).

La ley del 5 de junio de 1888 fue el primer intento del Estado mexicano por federalizar las aguas y con ello recuperar el dominio eminente¹² sobre este recurso, tal cual lo ejerció la Corona española, pues con dicha ley se “sentaron las bases para poner al cuidado de una sola autoridad, en ese caso la federal, todas las corrientes de alguna importancia” (Herrera y Lasso, 1994: 133; Aboites, 1998: 55). En esta ley sólo se estableció la jurisdicción y no la propiedad federal de las aguas (Aboites, Birrichaga y Garay, 2010: 23).

Castañeda (2005) apuntó claramente que esta ley estuvo muy limitada, pues no facultaba ampliamente al Ejecutivo para intervenir en la distribución del agua de diversas corrientes, máxime si eran pocas las que podían ser consideradas como vías generales de comunicación. Además, la ley también dejó a salvo los derechos antiguos sobre las corrientes declaradas de jurisdicción federal (Castañeda, 2005: 129). Las mercedes, composiciones y repartimientos de agua continuaban utilizándose como era la costumbre para los pueblos, el uso del agua era de manera colectiva, si formaba parte de sus bienes comunales.

La ley más completa en materia de agua durante el periodo porfirista fue la del 13 de diciembre de 1910, incluso fue la ley a la cual recurrieron los usuarios que solicitaron concesiones y derechos de agua con posterioridad al artículo 27 de la Constitución federal de 1917. Esta ley dejó claro cuáles debían ser las facultades del Ejecutivo en materia de esas aguas; pero lo más importante fue que dejó casi todos los recursos hídricos con los cuales contaba el país bajo la jurisdicción de las autoridades federales (Romero, 2005: 88).

¹² Castañeda (2005: 128) indica que el dominio eminente es el proceso de recuperación “del señorío ejercido por los reyes españoles sobre las aguas”.

En ese sentido, dicha ley es el antecedente de lo que después estableció el artículo 27 de la Constitución de 1917 sobre nacionalizar todos los recursos hídricos con los que contara el país. Esas aguas pasaron a ser de dominio público y de uso común, y en automático fueron inalienables e imprescriptibles (Herrera y Lasso, 1994). Esta ley también le concedió al Ejecutivo la facultad de reglamentar el uso de las aguas; con ello el gobierno federal “podría modificar los derechos antiguos si así conviniera a los intereses de la nación” (Castañeda, 2005: 130-131). Esta modificación a los derechos antiguos dio la posibilidad al país de intervenir si era necesario en los derechos de propiedad o de uso adquiridos en otros momentos históricos.

La ley de 1910 dejó claro que el uso del agua se haría a través de una concesión; y fue hasta 1915, a decir de Sandré y Sánchez (2011: 54) cuando coexistieron dos formas: “el liberal individualista, basado en la concesión gubernamental y con sustento en la ley de aguas de 1910, y el de la forma corporativa-agrarista de la restitución y dotación de ejidos”, y como consecuencia la dotación de las aguas para los ejidos.

Ejidatarios, agricultores, arrendatarios, familias (propietarios privados) y pueblos

Aboites y Estrada (2004: 11) señalan que “la Constitución de 1917 impuso una nueva forma de propiedad sobre recursos productivos que en algunos lugares manejaban los ayuntamientos a veces a nombre propio y a veces a nombre del pueblo o del vecindario”. El artículo 27 constitucional estableció claramente que las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional eran propiedad de la nación. Molina (2001: 409) asegura que sólo a ella le correspondía transmitir el dominio de sus bienes a los particulares.

El artículo 27 y la nacionalización de los recursos naturales decretada en la Constitución reflejaba una tendencia total hacia la centralización federal y la socialización de los recursos naturales, pues modificó los conceptos que regían la propiedad, el dominio y el uso de las aguas. La nación se convirtió en la propietaria última de los recursos acuíferos y la que transmitió su dominio a los particulares. La nación fue la encargada de imponer la nueva propiedad privada bajo los lineamientos establecidos por la ley, así como de regular el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, para hacer una distribución “equitativa” de la riqueza pública y cuidar de su conservación (Kroeber, 1994: 206).

Es pertinente precisar que en el tránsito de definir el carácter legal de las aguas entre la jurisdicción y la propiedad, así como los derechos que se podían ejercer sobre éstas, los usuarios podían enfrentar procesos largos en la resolución de sus peticiones y en las figuras jurídicas mediante las cuales podían acceder al recurso como eran la restitución, concesión, confirmación de derechos y, por último, la dotación.

Resulta fundamental insistir en lo complejo que fue el tránsito de aclarar derechos al uso de las aguas, en términos de lo que estaba proponiendo el Estado mexicano sobre nacionalizar las aguas del territorio. Los usuarios del Tejalpa se dieron a la tarea en primera instancia de solicitar la restitución como lo hicieron los pueblos, y la concesión a la que recurrieron algunos propietarios. Por ejemplo, los vecinos de San Antonio y San Francisco Tlalcilcalpan solicitaron la restitución de tres surcos de agua, que se les había concedido desde 1767.¹³ Argumentaron que los dueños de las haciendas de San Francisco, San José de los Ranchos Barbabosa y Santa Cruz les usurparon estas aguas. De acuerdo con lo establecido en la ley del 6 de enero de 1915, solicitaron la restitución de las aguas, pues dichos vecinos consideraban ser los dueños legítimos. Su argumento fue el siguiente:

Como más de treinta años vienen careciendo de ellas y aprovechada por las haciendas de San Francisco propiedad del señor don Leopoldo Ezeta, San José de los Ranchos hoy Barbabosa propiedad de [...] Santa Cruz del señor Santos Ruiz Cortina y Carrillo del señor Fernández cuyo nombre no recordamos en estos momentos. Estos latifundistas siguen aprovechando el agua con perjuicio de los pueblos de San Francisco y San Antonio quienes a pesar de su derecho legítimo sobre los tres surcos de agua tienen en la actualidad sus terrenos de labor completamente áridos. La toma del agua está justamente en terrenos de la hacienda de San Pedro Tejalpa en cuyo lugar hay cuatro aberturas que dan paso a otras tantas corrientes de agua y a una que va a la hacienda de San Francisco y las otras tres siguen su curso para repartirse una a Santa Cruz, otra a San José de los ranchos de Barbabosa y la tercera para los pueblos de San Antonio y San Francisco. Debemos advertir que en el centro de San Antonio se reparte el agua quedando un surco y medio para el expresado pueblo de San Antonio y el otro surco y medio para San Francisco.¹⁴

¹³ AHM, Fondo Fomento, Serie aguas, vol. 7, exp. 13, f. 1. Expediente relativo a los vecinos del pueblo de San Francisco Tlalcilcalpa, de la municipalidad de Almoloya de Juárez, del distrito de Toluca solicitando restitución de aguas.

¹⁴ AHM, Fondo Fomento, Serie aguas, vol. 7, exp. 13, f. 2. Expediente relativo a los vecinos del pueblo de San Francisco Tlalcilcalpa, de la municipalidad de Almoloya de Juárez del distrito de Toluca solicitando restitución de aguas.

En 1921, los pueblos demostraron con documentos antiguos que eran los dueños de esos tres surcos de agua, al indicar que tenían 30 años de carecer del líquido porque lo aprovechaban los dueños de las haciendas de San Francisco, Barbabosa y Santa Cruz. Por tal motivo, solicitaban la restitución de sus aguas, amparados en lo establecido en la ley del 6 de enero de 1915 sobre esta materia.

En 1926, los vecinos de San Luis Mextepec solicitaron la dotación de aguas para el riego de los “terrenos del fundo legal” de la población. El 11 de abril resultaron beneficiados con 566 hectáreas de terrenos clasificados como de temporal de la hacienda de Serratón. En 1928 hicieron la solicitud de la dotación de aguas de las presas Guadalupe y La Venta para el riego de sus terrenos ejidales y para su ganado; posteriormente, en 1932 solicitaron agua del río San Pedro para el riego de 88 hectáreas. El 25 de enero de 1935 se concedió la dotación de agua para el pueblo de San Luis Mextepec, con un volumen anual de 1 16,640 metros cúbicos de las aguas mansas del río Tejalpa para el riego de 80 hectáreas, así como las aguas broncas almacenadas en las presas Guadalupe y La Venta para el riego de 12 hectáreas.¹⁵

En el marco de respetar las antiguas concesiones, en términos de la coexistencia de derechos liberales y derechos corporativos, se inscribe el caso de Emma Henkel. El 16 de mayo de 1927, Emma Henkel dirigió un ocurso al gobernador del Estado de México, en el cual le pedía la concesión de derechos para el uso y aprovechamiento de aguas del río Tejalpa o los Parcioneros, para el riego de terrenos de su finca denominada Rancho San Juan. Emma Henkel señaló lo siguiente:

Deseo que se me dé una concesión para utilizar las aguas mansas del río de Tejalpa o los Parcioneros, que corre en los municipios de Zinacantepec y Toluca [...] sin que sea posible precisar con exactitud la cantidad de agua que podré utilizar y que es la misma que ha venido aprovechando la hacienda de Arroyo, de la que formaba parte la finca de mi propiedad que hoy lleva el nombre de rancho de San Juan, en virtud de que el agua que ha venido utilizando la propia finca es la que proviene de los manantiales de Tejalpa y que corre por el río del mismo nombre, efectuándose tal aprovechamiento durante las 24 horas comprendidas de las seis de la mañana del día 28 a la misma hora del día 29 de cada uno de los seis primeros meses del año, de modo que si, como se había calculado, el caudal del propio río fuera de 15 surcos, o sea aproximadamente de 2,982 litros 394 milímetros por minuto, se

¹⁵ AHEM, Fondo Comisión Agraria Mixta, vol. 117, exp. 2-1407 y 2-1420, f. 28v-29. Gaceta de Gobierno, 13 de febrero de 1935.

tendría en los seis días del año un gasto total de 25,768 metros cúbicos anuales aproximadamente, pero como, por una parte, el caudal del río es inferior al que se le atribuía, y, por otra, durante el segundo semestre de cada año el agua tiene el carácter de torrencial y se recibe libremente por todos los parcioneros que utilizan toda la necesaria para llenar sus bordos y para regar directamente sus terrenos.¹⁶

En esta cita se destaca cómo se organizaba el conjunto de usuarios de las aguas del río Tejalpa, y se indica que el caudal del agua era inferior al que se atribuía, quizá por el aumento en el número de usuarios. También se expone cómo se distribuía el agua torrencial en el segundo bimestre del año, la cual se repartía “libremente” a todos los parcioneros para llenar sus bordos y regar sus terrenos. Este argumento constituye una continuidad por lo menos con lo dicho en el siglo XVIII, de los barrios o pueblos que no fueron considerados en el repartimiento de 1758, que podían disponer libremente del recurso.

Con la reforma agraria y el cambio en las leyes y disposiciones en materia de agua, los actores sociales (pueblos, ejidatarios y pequeños propietarios) se preocuparon por adquirir derechos reconocidos sobre el recurso y estar presentes en la distribución en los reglamentos del agua. El 18 de agosto de 1927, Emma Henkel logró conseguir un permiso provisional para usar las aguas del río Tejalpa o Parcioneros en beneficio de su Rancho San Juan.

En 1926, Plutarco Elías Calles expidió un reglamento donde estableció dos cuestiones importantes: primero, quiénes podían solicitar restituciones y dotaciones de agua; y segundo, que las solicitudes “podían hacerse sobre todas las clases de aguas, es decir, privadas, de los estados y las federales” (Aboites, 1998: 132). En este decreto quedó reglamentada la intervención de la Secretaría de Agricultura y Fomento (SAyF) en las aguas federales. Posteriormente, en la Ley de Dotaciones y Restituciones de tierras y aguas reglamentaria del artículo 27 de la Constitución, decretada en 1927, se hizo referencia a los expedientes cuya tramitación tenía que ver con la dotación de las aguas. Esta ley puso énfasis en dotar de aguas siempre y cuando existiera una dotación previa de tierras de riego (Aboites, 1998: 134).

La ley de aguas de 1929 representó el mayor esfuerzo por legislar en esta materia y en donde se detalló con mayor precisión la centralización del agua en manos de la federación. La ley facultaba al gobierno federal

¹⁶ AHM, Fondo Fomento, Serie Aguas, vol. 8, exp. 48, f. 2. Solicitud de concesión de aguas de Emma Henkel al gobernador del Estado de México, 22 de abril de 1927.

no sólo a conceder dotaciones y reglamentar el uso del líquido, sino también a organizar a los diversos grupos relacionados con los usos del agua, como las asociaciones de usuarios, las Juntas de Agua y los Distritos de Riego (Aboites, 1998: 137).

El proceso de reglamentar las corrientes tuvo su punto más alto entre 1920 y 1930, debido a la alta conflictividad por la redistribución del líquido durante la reforma agraria (Sandré, 2008: 17). La SAyF fue la encargada de reglamentar las aguas y de organizar a los usuarios de las corrientes a través de las Juntas de Agua (Sandré, 2008: 17). Estas juntas debían distribuir de manera equitativa, entre todos los usuarios, las aguas de los ríos, manantiales y arroyos del país. En los reglamentos quedaban claros los “derechos y obligaciones de los usuarios, la constitución de la Junta, las formas de elección de la Directiva y del Aguador o Juez de Agua” (Sandré, 2008: 17).¹⁷

El proyecto consistió en comisionar a las autoridades agrarias locales, quienes contaban con la información sobre cuántos usuarios de las corrientes existían, qué cantidad de agua aprovechaba cada uno de ellos y a qué uso se destinaba; así, el reglamento se adaptaría a las necesidades de la región.

Las aguas del río Tejalpa o Parcioneros estaban en esta dinámica de tensión entre los usuarios, pues las quejas eran el pan nuestro de cada día. Ramón Rodríguez, dueño de la hacienda Molino de Guadalupe, se quejaba amargamente de que con frecuencia lesionaban sus derechos al uso de las aguas del río, el cual aprovechaba para el riego de sus labores y para almacenarla en una presa de su propiedad. Rodríguez enfatizaba que todos los años tenía dificultades con los usuarios del río Tejalpa, en particular con Federico Molina, dueño del rancho San Isidro, quien “de una manera arbitraria sube hasta terrenos de la finca de mi propiedad y valiéndose de la fuerza armada tapa los caños de mi finca desviando el agua que me corresponde para llevársela a sus propiedades durante el día en menoscabo de mis propios intereses”.¹⁸

Para resolver esta queja, se comisionó al ingeniero Díaz Cobarrubias, funcionario de la Secretaría de Agricultura y Fomento, quien se reunió con el conjunto de usuarios para solucionar las diferencias y abusos que existían por el uso de las aguas. A dicha junta asistió el referido Federico

¹⁷ De acuerdo con Sandré (2005), sólo en el Archivo Histórico del Estado de México se localizan 233 expedientes que hacen referencia a las Juntas de Aguas de la entidad.

¹⁸ Queja de Ramón Rodríguez presentada al gobernador del Estado de México en contra de los usuarios de las aguas del río Tejalpa o Parcioneros, 27 de enero de 1932. AHÉM, Fondo Fomento, Serie Aguas, vol. 12, exp. 13, f. 1.

Molina, quien sin ningún reparo amenazó “que mientras no se reglamentaran las aguas parcioneras de que se trata, él seguirá llevándose el agua por la fuerza cada vez que lo necesitara”.¹⁹

Debido a las tensiones en la zona fue necesario dictar en 1932 el reglamento de las aguas del río Tejalpa, que estaba compuesto por 32 artículos; del 1 al 4 se encuentra información sobre las fechas de declaratorias de federalización de los afluentes principales del río Tejalpa o Parcioneros, sobre las obligaciones de los usuarios y sobre los usos. Los artículos del 5 al 13 se referían a la integración y funcionamiento de la Junta de Aguas; los del 14 al 23 expresaban las atribuciones y obligaciones de la junta y de cada uno de sus miembros. Los artículos 24 y 25 aluden a las obligaciones y derechos de los usuarios; el 26 marca la inspección oficial a la aplicación correcta del reglamento. Los derechos de aguas se ubican desde el artículo 28 hasta el 31, y el artículo 32 estableció cómo quedó organizada la distribución de las aguas.²⁰

Para el cumplimiento del reglamento de aguas se creó la Junta de Aguas del río Tejalpa y sus afluentes, teniendo su residencia en la cabecera municipal. Esta junta quedó integrada por un presidente, un secretario, un tesorero y tres vocales elegidos de entre los representantes de la asamblea. Es importante destacar que en esas Juntas de Aguas no se les permitía a las autoridades municipales tener una participación amplia, solamente eran representantes de los aprovechamientos para los usos público y doméstico; en tanto, el presidente municipal sólo podía participar en la mesa directiva de la junta como vocal.²¹

La junta debía hacer respetar el reglamento para la distribución de las aguas; también era su obligación dar cuenta directamente a la SAyF de su formación a través de actas, así como remitir direcciones de los integrantes; discutir y aprobar los proyectos de obras y presupuestos formulados por la propia junta; ordenar y vigilar la construcción de obras que estuvieran en función de las necesidades; nombrar al personal auxiliar que juzgara necesario para la distribución y vigilancia de las aguas apeándose al reglamento. El papel central de la Junta de Aguas fue resolver todas las dificultades que se suscitaban en la distribución del

¹⁹ AHEM, Fondo Fomento, Serie Aguas, vol. 12, exp. 13, f. 5. Queja de Ramón Rodríguez presentada al gobernador del Estado de México en contra de los usuarios de las aguas del río Tejalpa o Parcioneros, 27 de enero de 1932.

²⁰ AHEM, Fondo Fomento, Serie Aguas, vol. 13, exp. 47, ff. 3-19. Reglamento para la distribución de las aguas del río Tejalpa o Parcioneros y sus afluentes.

²¹ AHEM, Fondo Fomento, Serie Aguas, vol. 13, exp. 47, ff. 3-19. Reglamento para la distribución de las aguas del río Tejalpa o Parcioneros y sus afluentes.

recurso, además de establecer las cuotas que debían pagarse de acuerdo con el reglamento general de tarifas. La tabla 7 muestra la distribución de las aguas del río Tejalpa en 1932, así como a los usuarios.

Tabla 7. Distribución de las aguas del río Tejalpa, 1932

Nombres	Hectáreas -áreas-centiáreas	Volumen anual	Día	Hora	Minutos
Hacienda de Tejalpa	159-31-30	226,538	1	9	30
Pueblo San Juan de las Huertas	300-00-00	524,782	2	15	30
Pueblo San Cristóbal Tecolot	362-00-00	454,867	3	4	30
Rancho del Ejido	104-02-00	180,579		22	00
Pueblo de Tecaxic	14-35-00	25,047		3	00
Hacienda Molino de Guadalupe	53-85-00	93,422		11	30
Pueblo Zinacantepec		110,376			
Pueblo San Luis Mextepec	38-40-00	66,696		8	00
Rancho Las Beatas	137-77-50	239,189	1	5	00
Hacienda Serratón	88-72-00	153,984		19	00
Pueblo de Tecaxic (Ejido)	50-68-00	87,955		11	00
Hacienda Nova	57-66-20	114-156		12	30
Pueblo Calixtlahuaca		78,840			
Rancho Las Penas	15-00-00	29,736		3	00
Ranchos Anexos a la Hacienda Nova	113-44-00	204,750	1	00	00
Rancho San José Buena Vista	100-06-00	197,946		21	00
Rancho San Isidro	178-00-00	352,422	1	13	30
Rancho de Amealco	31-20-70	61,740		6	30
Rancho San Juan	132-00-00	261,324	1	4	00
Rancho Amealquito	25-00-00	49,518		5	30
Rancho del Capulín	40-00-00	79,128		8	30
Hacienda del Arroyo	126-00-00	449,354	1	2	30
Hacienda La Puerta	329-53-00	616,525	2	22	00
Hacienda La Laguna y Anexas	371-76-50	645,367	3	6	30
Hacienda San Cayetano	282-55-00	490,549	2	12	00
Hacienda de Jicatepec	64-38-00	111,799		13	
Total	3175-70-20	3,628,998	18	115	133

Fuente: AHEM, Fondo Fomento, Serie Aguas, vol. 13, exp. 47, ff. 3-19. Reglamento para la distribución de las aguas del río Tejalpa o Parcioneros y sus afluentes.

Resalta un hecho muy importante: hay siete pueblos considerados en esta distribución de las aguas del río Tejalpa, esto es relevante por el interés de los usuarios en lograr derechos de uso y propiedad reconocidos por las instancias federales, dado los cambios en la normatividad sobre el recurso. Los ejidatarios buscaron amparar su derecho al agua, formando parte del reglamento, con ello obtuvieron el reconocimiento de la Junta de Aguas del río Tejalpa. En este contexto ya no interesaba sólo contar con el derecho de utilizar las aguas torrenciales, como eran los usos y costumbres.

No obstante, con el reglamento y la creación de la Junta de Aguas del río Tejalpa las tensiones crecieron. En febrero de 1934 se reunieron en la presidencia municipal de Zinacantepec los señores Concepción Flores y Encarnación Malaquíes, presidente y secretario, respectivamente, del Comité Agrario de San Cristóbal Tecolotit y varios vecinos del mismo pueblo, Ramón Chávez, presidente municipal de Zinacantepec, y el ingeniero Eliseo Minor, comisionado por la delegación del Departamento Agrario en el Estado, con el objeto de hacer valer los derechos de los vecinos de Tecolotit sobre las aguas del río Tejalpa para el riego de sus terrenos ejidales, los cuales –según quejas presentadas por las autoridades agrarias mencionadas– han sido desconocidos por la autoridad municipal de Zinacantepec. Por principios de cuentas, el ingeniero Minor hizo saber al presidente municipal que en materia de agua no puede dar ninguna disposición por ser de la exclusiva competencia del Poder Ejecutivo federal.²²

Por si fuera poco, el descontento no sólo prevalecía entre los usuarios, sino también entre las autoridades municipales, quienes ya no tuvieron ninguna injerencia en el manejo y administración de las aguas, pues habían sido declaradas propiedad de la nación. En este sentido, en 1934, la Secretaría de Agricultura expuso cuál era la reglamentación vigente de las aguas del río Tejalpa o Parcioneros (véase tabla 8).

²² AHM, Fondo Fomento, Serie Aguas, vol. 13, exp. 46, f. 9. Solicitud del pueblo de San Cristóbal Tecolotit al secretario general del Departamento de Aguas, 12 de febrero de 1934.

Tabla 8. Reglamentación de las aguas del río Tejalpa, 1934

Nombre del usuario	Extensión Hectáreas -áreas-centiáreas	Días	Horas	Minutos
San Juan de las Huertas	06-00-00	4	12	15
San Cristóbal Tecolilt	18-15-00	4	22	45
Hacienda de Tejalpa	17-00-00	0	12	45
Molino de Guadalupe	05-45-00	1	20	15
Zinacantepec	02-00-00	0	07	15
Zinacantepec (Ejido)	09-15-00	0	12	15
Rancho de Ejido	21-30-00	0	03	00
San Luis Fundo del Pueblo	00-00-30	1	10	15
Hacienda Serratón, de Josefa Albarrán viuda de Silva	11-00-00	0	09	45
Tecaxic de Serratón	20-45-00	0	13	00
Tecaxic Fundo del Pueblo	09-45-00	0	07	15
Hacienda Nova, de Juan Henkel	17-00-00	2	05	15
Rancho San Bartolo y Anexos	22-15-00	0	21	45
San José Buenavista	20-00-00	0	19	45
Hacienda de la Puerta, de Vicente Pliego	15-45-00	1	17	15
Hacienda San Cayetano, de Amalio Ballesteros	09-00-00	1	01	15
Hacienda San Isidro, de Alberto García	10-15-00	0	13	45
Rancho El Capulín	24-00-00	0	06	30
Hacienda de Arroyo	06-30-00	0	06	45
Hacienda Palmillas	13-00-00	2	09	30
Pueblo San Pablo Autopan	22-30-00	1	04	45
Hacienda de Jicaltepec, de Manuel Fernández Pliego	03-15-00	1	03	15
Total	282-75-30	18	231	570

Fuente: AHEM, Fondo Fomento, Serie Aguas, vol. 13, exp. 46, f. 11. Solicitud del pueblo de San Cristóbal Tecolilt al secretario general del Departamento de Aguas, 12 de febrero de 1934.

Al principio, la Junta de Aguas del río Tejalpa funcionó. Sin embargo, aumentó el número de usuarios que deseaban ser beneficiados con el recurso para el desarrollo de la agricultura. El mal manejo de la junta y la mala distribución del líquido incrementaron las tensiones en la zona. Los usuarios del río Tejalpa que resultaron beneficiados con las aguas que se repartieron durante el siglo XVIII formaban parte de las aguas arriba, y los conflictos prácticamente se resolvieron a través de dicho repartimiento. Durante el siglo XIX pareció abrirse un tramo de paz y negociación entre los actores que aprovechaban las aguas, pues la transición entre el antiguo régimen y el nuevo no planteó cambios radicales en torno a la propiedad de los bienes de los pueblos y de los particulares, en cuanto a sus derechos y usos sobre el recurso hídrico. Fue ya con la legislación liberal y las leyes en materia de agua cuando comenzó a perfilarse el papel del Estado mexicano en materia de sus recursos productivos.

En el siglo XX, los conflictos y las tensiones entre los parcioneros o usuarios del Tejalpa se incrementaron por los usos corporativos representados en los ejidatarios, quienes se encontraban en las partes bajas de este río. En 1951, la gente de los poblados de San Cristóbal Tecolotitlán, San Antonio Acahualco, San Juan de las Huertas, Santa Cruz Cuautenco, San Francisco Tlalcilcalpan, El Contadero, Tejalpa, Zinacantepec, San Luis Mextepec y las exhaciendas de San Pedro Tejalpa, Santa Cruz de los Patos y Rancho de San Francisco –usuarios del río Tejalpa– señaló que estaban en contra de la solicitud que hizo la propietaria de la hacienda Serratón. Los quejosos argumentaron que la propietaria y el resto de los usuarios de aguas abajo contaban con presas para el almacenamiento del líquido, con las que podían resolver sus necesidades.²³

En 1954 ya no era viable la distribución del agua establecida en los reglamentos del río Tejalpa de 1932 y 1934, respectivamente, pues el número de usuarios se había incrementado; así, la competencia por el líquido provocó serias tensiones y la necesidad de buscar alternativas de distribución que beneficiara al conjunto. Dicha distribución nos deja ver la ampliación de la frontera agrícola, ya que otros usuarios buscaron contar con el beneficio del recurso; de los 22 usuarios que había en un principio, en 1952 ya había 67, es decir, 31 ejidos, 30 ranchos, cinco fundos y una fábrica integraban la totalidad de usuarios de las

²³ AHEM, Fondo Fomento, Serie aguas, exp. 13, f. 1. Expediente relativo a los vecinos del pueblo de San Francisco Tlalcilcalpan, de la municipalidad de Almoloya de Juárez del distrito de Toluca solicitando restitución de aguas.

aguas de los ríos Tejalpa, San Pedro de la Huerta y de la Cocinera.²⁴ Como se logra apreciar, en 1932 sólo se consideraban dos ejidos en el reglamento, y para 1952 ya eran 31 ejidos. Sandré y Sánchez (2011: 54) señalan que en 1932 coexistieron los propietarios individuales y los actores corporativos-agraristas; mientras que para 1952 se afianzó la figura agrarista sin desaparecer propiamente del escenario la pequeña propiedad representada por los ranchos. La reglamentación de algunas corrientes y la conformación de las Juntas de Aguas nos lleva a pensar en la integración de nuevos grupos que tendrían el dominio útil, la posesión y explotación del recurso, ya que a pesar de los reglamentos establecidos para cada corriente de jurisdicción nacional, éstos no se respetaron del todo, y algunos usuarios dominaban sobre otros. El poder otorgado a las Juntas de Aguas por parte de la SAyF produjo que el líquido se monopolizara localmente, con la consolidación de ciertos grupos en el poder sobre la administración del agua, provocando que se diera un reparto desigual en su distribución y aprovechamiento. Aunque en teoría la buena administración y distribución del líquido le correspondió a la Junta de Aguas, en la práctica hubo una monopolización por parte del presidente de ésta.

Conclusiones

Este breve recuento de la historia de los aprovechamientos de las aguas del río Tejalpa nos deja ver, en primera instancia, la necesidad del recurso para todos los actores en el desarrollo de sus actividades primarias: agricultura y ganadería. Sin duda, la presencia de los bordos para almacenar el líquido fue un recurso útil para evitar los enfrentamientos entre los usuarios. Sin embargo, el aumento de éstos en la zona provocó tensiones y la exigencia de una distribución igualitaria.

Al parecer, las aguas torrenciales que ocupaban los regantes de aguas abajo no eran motivo de perjuicio, dado que había temporadas en las que el río llevaba suficiente líquido para su uso. No obstante, la presencia de muchas haciendas en la zona de estudio hizo que la competencia por el agua fuera muy fuerte, lo cual llevó a las autoridades a repartirla y distribuirla lo más equitativamente posible entre los usuarios. En el siglo XVIII, los pueblos ubicados en la zona fueron los menos favorecidos con la distribución de las aguas, empero, lograron hacerse de algunas mercedes.

²⁴ AHA, Fondo Aguas Nacionales, caja 1635, exp. 22826.

La competencia por el líquido se agudizó con los nuevos usos (fuerza motriz e industria), lo cual ocasionó que las tensiones crecieran, sobre todo cuando la abundancia del recurso no era tal; sin embargo, los arreglos y acuerdos entre los usuarios permitieron una relativa estabilidad en la zona en cuanto al manejo del agua.

A pesar de ello, la zona de estudio vivió grandes tensiones, por el cambio en el manejo y propiedad de las aguas. La transición entre antiguos derechos y nuevos derechos respecto al manejo del líquido fue una constante; había pequeños propietarios en contra de ejidatarios, todos y cada uno de ellos tratando de asegurar sus derechos de uso ante las instancias federales. Por lo menos así lo expuso Pedro López, propietario de la antigua hacienda El Molino, quien aseguró que su propiedad había utilizado desde “tiempo inmemorial” las aguas del río Tejalpa, y que ninguno de los usuarios había puesto en tela de juicio sus derechos. Sin embargo, una vez que a los pueblos de San Juan y San Cristóbal Tecolilt los dotaron de ejidos, sólo entonces la Secretaría de Agricultura estableció un reglamento provisional para el reparto de las aguas, el cual no era respetado por los ejidatarios; “ello ponía en peligro a la agricultura porque con la irregularidad con que tomamos las aguas todos los usuarios no se aprovechan de manera eficaz como debiera hacerse”.²⁵

Dicho reglamento y la Junta de Aguas no solucionaron la presión por el uso y control del recurso, en tierras que forzosamente requerían del riego. Estas disposiciones fueron rebasadas debido al incremento de usuarios en la zona. En palabras de Valladares (2003: X), fue lo que “dio paso a que el recurso hidráulico empezara a escasear, dando paso a una disminución generalizada que alcanzaba a todos los productores y ocasionó disputas entre los viejos y nuevos usufructuarios del líquido, es decir, entre ejidatarios-pueblos y hacendados, el agua se fue esfumando”.

Referencias

- AHA Archivo Histórico del Agua. Fondo Aprovechamientos Superficiales.
 AHA Archivo Histórico del Agua. Fondo Aguas Nacionales.
 AHEM Archivo Histórico del Estado de México. Fondo Aguas. Municipios.
 AHEM Archivo Histórico del Estado de México. Fondo Fomento. Serie Aguas.
 AHEM Archivo Histórico del Estado de México. Fondo Comisión Agraria Mixta.

²⁵ AHEM, Fondo Fomento, Serie Aguas, vol. 13, exp. 46, f. 13. Solicitud del pueblo de San Cristóbal Tecolilt al secretario general del Departamento de Aguas, 12 de febrero de 1934.

- AMT Archivo Municipal de Toluca. Ramo Presidencia.
- AMT Archivo Municipal de Toluca. Ramo Tierras y Aguas.
- ACCJ-SCJN Archivo de la Casa de la Cultura Jurídica de la Suprema Corte de Justicia de la Nación en el Estado de México, Serie Amparos. Fondo Estado de México, Sección 1er. Juzgado de Distrito, Serie Amparo, Principal.
- Aboites A., L. (1998), *El agua de la nación. Una historia política de México (1888-1946)*, México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
- Aboites A., L. y Estrada, V. T. (comp.) (2004), *Del agua municipal al agua nacional. Materiales para una historia de los municipios en México, 1901-1945*, México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social/El Colegio de México/Archivo Histórico del Agua/Comisión Nacional del Agua.
- Aboites A., L., Birrichaga G. D. y Garay T. J. A. (2010), “El manejo de las aguas mexicanas en el siglo XX”, en B. Jiménez C., M. L. Torregrosa y L. Armentia [eds.], *El agua en México: cauces y encauces*, México: Academia Mexicana de Ciencias/Comisión Nacional del Agua.
- Buve, R. (1996), “Caciques, vecinos, autoridades y la privatización de los terrenos comunales: un hierro candente en el México de la república restaurada y el porfiriato”, en Bonilla, Heraclio y Andrés Guerrero [eds.], *Los pueblos campesinos de las Américas. Etnicidad, cultura e historia en el siglo XIX*, Colombia: Universidad Industrial de Santander, Escuela de Historia.
- Camacho, P. G. (2015), *De la desamortización a la reforma agraria, 1856-1930. Los pueblos y sus tierras en el sur del valle de Toluca*, México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Carmagnani, M., Hernández, A. y Romano, R. (1999), *Para una historia de América. I Las estructuras*, México: El Colegio de México/ Fondo de Cultura Económica/ Fideicomiso Historia de las Américas.
- Castañeda, G., R. (2005), *Las aguas de Atlixco. Estado, haciendas, fábricas y pueblos, 1880-1920*, México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social/El Colegio de México/Archivo Histórico del Agua/Comisión Nacional del Agua.
- Córdova, A. (1979), *La ideología de la revolución mexicana. La formación del nuevo régimen*, México: Era.
- Dougnac, R. A. (1994), *Manual de historia del derecho indiano*, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- González Mina, Blanca Esthela (2018), “Conflictos y alianzas por las aguas de los ríos San Pedro y Sierra Nevada pertenecientes al Valle de Toluca, segunda mitad del siglo XVIII” (tesis de maestría en Historia), México: El Colegio Mexiquense.
- Herrera y Lasso, J. (1994), *Apuntes sobre irrigación. Notas sobre su organización económica en el extranjero y en el país*, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua/Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
- Huitrón, A. (1972), *Bienes comunales en el Estado de México*, México: Dirección de Hacienda.
- Kroeber, C. B. (1994), *El hombre, la tierra y el agua. Las políticas en torno a la irrigación en la agricultura de México 1885-1911*, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua/ Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
- León García, M. C. (2002), *La distinción alimentaria de Toluca. El delicioso valle y los tiempos de escasez, 1750-1800*, México: Porrúa/Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
- Menegus B. M. (Comp.) (1995), “Problemas Agrarios y Propiedad en México, Siglos XVIII y XIX”, en *Estudios Históricos Series*, vol. 11, México: El Colegio de México/Centro de Estudios Históricos.
- Menegus, B. M. (1999), “La desamortización de bienes comunales y municipales en el valle de Toluca (1800-1854)”, en P. Iracheta C. y D. Birrichaga G. [comps.], *A la sombra de la primera república federal El Estado de México, 1824-1835*, México: El Colegio Mexiquense.

- Miño, Manuel (1994), "Fiscalidad, Estado y Federación el Estado de México en el siglo XIX", en C. Marichal, M. Miño G. y Paolo R., *El primer siglo de la hacienda pública del Estado de México 1824-1923*, tomo I, México: El Colegio Mexiquense/Gobierno del Estado de México.
- Miño, Manuel y Téllez, Mario (1999), *Estadísticas para la historia económica del Estado de México*, Zinacantepec, México: El Colegio Mexiquense.
- Molina, E. A. (2001), *Andrés Molina Enríquez: con la revolución auestas. Estudio introductorio y selección de Agustín Basave Benítez*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Noriega, J. (1980), *Estadística del Departamento de México. Formada por el Ministerio de Fomento, y presidida por el Sr. Joaquín Noriega de septiembre de 1853 en que comenzó sus trabajos, a febrero de 1854 en que los concluyó*, México: Biblioteca Enciclopédica del Estado de México.
- Pacheco C. Ilhui A. (1999), "La hacienda pública de los ayuntamientos del Estado de México durante la primera República Federal, 1824-1835", en M. del P. Iracheta C. y D. Birrichaga, G. [comps.], *A la sombra de la Primera República Federal. El Estado de México, 1824-1835*, México: El Colegio Mexiquense.
- Romero, N. L. (2005), "La institucionalización de los derechos de agua en la historiografía: revisión y nuevas reflexiones", en J. M. Durán, M. Sánchez y A. Escobar [eds.], *El agua en la historia de México. Balance y perspectivas*, México: Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades Universidad de Guadalajara/El Colegio de Michoacán.
- Sandré, O. I. (2005), *Documentos sobre posesión de aguas de los pueblos indígenas del Estado de México, siglos XVI al XVIII*, México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social/El Colegio Mexiquense/Comisión Nacional del Agua.
- Sandré, O. I. (2008), *Conflicto y gestión del agua. Documentos para el estudio de las Juntas de Aguas en el Valle de México, 1920-1950*, México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social/Comisión Nacional del Agua/Archivo Histórico del Agua.
- Sandré, O. I. y Sánchez, R. M. (2011), *El eslabón perdido. Acuerdos, convenios, reglamentos y leyes locales de agua en México (1593-1935)*, México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
- Valladares de la Cruz, L. R. (2003), *Cuando el agua se esfumó. Cambios y continuidades en los usos sociales del agua en Morelos, 1880-1940*, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Villaseñor y Sánchez, J. (1992), *Theatro americano. Descripción general de los reynos y provincias de la Nueva España y sus jurisdicciones*, México: Trillas.

CAPÍTULO II

GESTIÓN DE HUMEDALES ARTIFICIALES EN NÚCLEOS AGRARIOS DE AMEALCO DE BONFIL, QUERÉTARO

Laura Millán Rojas¹

Acela Montes de Oca Hernández²

Miguel Ángel Hernández García³

Fredyd Torres Oregón⁴

Introducción

A nivel mundial, los humedales artificiales (en adelante bordos) son espacios construidos de manera individual o por grupos humanos para asegurar actividades agropecuarias, pesqueras, recreativas y culturales (Morant y Molina, 2011; Papayannis, 2002; Ramsar, 2008). Los bordos se benefician por medio de dos sistemas de captación hídrica: las pluviales o torrenciales y los ríos perennes e intermitentes; y destacan por su relevancia social, productiva y ecológica. Su presencia prevalece en España, Colombia, Ecuador, Perú, Chile y México (Viñals *et al.*, 2011; De la Ossa-Lacayo, 2017; Botero *et al.*, 2009).

Para el caso de México, algunos han sido reportados desde la época prehispánica (Palerm y Wolf, 1972; Rojas, 2009), y hoy en día son vistos como estrategias adaptativas, al permitir que las sociedades, especialmente núcleos agrarios, hagan frente a restricciones: físicas (clima, suelo, relieve y precipitación pluvial), ambientales (pérdida de cobertura forestal, incendios y erosión de suelos), políticas (límites territoriales, tenencia de tierra) y económicas (costos por acceso) (González, 2008).

A pesar de su importancia, los bordos enfrentan diversas problemáticas asociadas con aspectos demográficos, industriales y políticos, que han dado lugar a su degradación y paulatina contaminación por vertidos

¹ Doctorante en Sustentabilidad para el Desarrollo. Centro de Estudios e Investigación en Desarrollo Sustentable. Universidad Autónoma del Estado de México. lauramillann@gmail.com

² Profesora-investigadora del Centro de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad Autónoma del Estado de México. amontesdeocah@uaemex.mx

³ Doctor en Ciencias Agrarias y Maestro en Ciencias en Sociología Rural por la Universidad Autónoma de Chapingo e Ingeniero en Agronomía con Especialidad en Zonas Áridas. manghlar2743@gmail.com

⁴ Profesor-investigador del Centro de Estudios e Investigación en Desarrollo Sustentable. Universidad Autónoma del Estado de México. zancamx@yahoo.com.mx

de aguas urbanas e industriales, y en otros casos a su invasión. Entre las variadas causas se encuentran las relacionadas con actividades agrícolas intensivas, urbanización, contaminación industrial y doméstica, tala inmoderada, incendios, desecación y sobreexplotación del recurso hídrico (Hoz, 2001; Ferrer *et al.*, 2011; Camacho, 2011).

En el municipio estudiado, el término *bordos* (lenguaje técnico y social) alude a las siguientes características: permanecen con agua la mayor parte del año, su profundidad no excede los tres metros, el agua que les llena es encauzada, pueden albergar aves de manera permanente o por temporadas (siempre y cuando los dueños en lo colectivo o individual permitan el crecimiento de plantas hidrófitas), se extrae el agua para fines agrícolas, agropecuarios y/a veces comerciales (hortícolas), ocasionalmente pueden albergar flora y fauna endémica, siendo así importantes como hábitats ecológicos. En ese sentido, es indispensable tener en cuenta que el valor productivo a veces rebasa el valor natural del humedal, pues las comunidades locales solventan con él la necesidad primaria de alimento como una prioridad.

El interés por visibilizar la importancia y la preservación de los almacenamientos artificiales llegaría hasta 1960 con la reunión de diversas organizaciones no gubernamentales, que se comprometieron a proteger, de manera especial, al hábitat que albergaba a numerosas especies de aves, pues su amenaza era latente.

Si bien el objeto de estudio de bordos está amenazado, la política en México destinada al medio rural ha visibilizado su importancia y apoyado su construcción (mediante maquinaria) desde el siglo pasado. Así encontramos que los proyectos han sido acotados a ciertas áreas rurales (acuíferos sobreexplotados, con clima semiseco, asentamientos dispersos, competencia entre usuarios de agua superficial, población en condiciones de pobreza) para favorecer la producción agrícola y ganadera. La estrategia del apoyo financiero se ha ampliado en las últimas décadas para alinearse a ciertos objetivos del desarrollo sustentable y hacer frente a las condiciones del cambio climático.

Un ejemplo de ello es el presupuesto nacional de 2020, del que 41,930.6 millones de pesos se dirigen a acciones de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático, esto es, 314% más que lo que se destinó en 2014 para este rubro (10,120.8 mdp) (Ortega, 2020). Asimismo, está la creación de un marco para integrar la planificación, gestión de finanzas públicas, creación de políticas y supervisión con los objetivos de desarrollo sustentable (Ministerio de Finanzas, 2019).

Entre otras acciones se hallan los apoyos para el “desarrollo de proyectos de infraestructura hidroagrícola sustentable y sostenible, mediante obras de captación, conducción y distribución, así como la tecnificación del riego parcelario”, como lo indica el programa de Apoyo a la Infraestructura Hidroagrícola (S217) de Conagua, y en el cual se proyectan acciones para atender los sistemas de captación designados bordos y que favorecen la actividad agrícola (DOF, 2019). Estos proyectos tienen dos objetivos: rehabilitar los bordos ya existentes y ampliar los sistemas de captación.

La participación del Estado en la construcción de pequeñas obras de almacenamiento ha sido documentada por Mosse (1998), quien señala que en la India los cerca de 10,000 tanques de almacenamiento intensamente interconectados (captura fuertes escorrentías de la lluvia monzónica) son parte de instituciones comunitarias que han estado articuladas al gobierno colonial.

El gobierno no sólo aumentó el patrocinio para la reparación de tanques (constantemente se deterioraban los diques por las avenidas), sino que también insistió en su derecho primordial a poseer y controlar los recursos hídricos locales en interés público, de ahí el origen de la ley de riego en Madras. En ese momento también el acuerdo de ingresos de Ryotwari había convenido los comunes de riego en propiedad estatal (Mosse, 1998: 12).

Al respecto, Palerm (2005) indica que la propuesta de Mosse es limitada en cuanto a describir las características del funcionamiento del sistema de tanques de almacenamiento, pero por datos históricos que consulta le resultan fundamentales para criticar tanto el modelo de comunidad aldeana independiente y autogestiva como la incapacidad del Estado para intervenir eficazmente en el manejo de pequeños sistemas de almacenamiento (considerados como de fuerte demanda de personal administrativo y operativo), dando lugar a la continuidad de estudios con ofertas organizativas.

Los cambios al sistema de administración y propiedad de común a estatal o privada en el sistema de pequeños almacenamientos hídricos son los que marcan el interés de este capítulo por describir sus características e influencias políticas y económicas. Para tal efecto, es importante generar información para comprender la gestión en el almacenamiento hídrico, además de las situaciones específicas de los territorios que comprenden estos sistemas. Conocer las funciones productivas y en

algunos casos ambientales de dichos sistemas de captación hídrica demanda aproximaciones interdisciplinarias.

Carrera y de La Fuente (2003) señalan que para el desarrollo de políticas de manejo y conservación de las reservas hídricas es necesario contar con información actualizada a nivel regional y nacional. Esto se basa en la premisa de que no se puede conservar algo de lo que no se tiene conocimiento, ni se puede manejar algo de lo que se ignora cuánto se tiene.

Este estudio contribuye al conocimiento sobre los bordos en comunidades agrarias del municipio de Amealco, en el estado de Querétaro, que constituyen un sistema importante de captación y filtración hídrica alterna a la naturaleza hídrica. Dicho sistema es resultado de un largo proceso de apropiación y modificación del territorio, basado en el conocimiento que poseen sus habitantes sobre modificación de corrientes superficiales y conducción de aguas torrenciales, en conjunto con los tipos de suelo cuyas características impiden, en bajas condiciones, la filtración.

Los principios del método geográfico y de la antropología ambiental son los medios en los cuales se apoya la investigación. Del primero, interesa la localización, causalidad, evolución, conexión y caracterización del hecho, para finalmente llegar a la representación cartográfica de los bordos en las comunidades agrarias. Respecto a la segunda, interesa la descripción de la relación conocimientos-ambiente, específicamente las estrategias organizativas, vinculación institucional formal e informal, y sistemas de propiedad. Todo ello circunscrito a contextos de oscilaciones ambientales (precipitación pluvial y variabilidad climática) y modificaciones antrópicas.

El documento se divide en tres apartados: primero se aborda la gestión como un proceso de base comunitaria, como una característica de las comunidades agrarias, que poseen más de 70% de los bordos en el territorio, en el área de estudio. Asimismo, se examinan aspectos históricos que definen las formas de propiedad presentes y en torno a los recursos hídricos. En el segundo apartado se abordan aspectos espaciales y características territoriales de Amealco, reconociendo en este un importante sistema de captación hídrica, definido por condiciones biofísicas, sociales e históricas, para visualizar la distribución de los bordos y reconocer las formas de gestión y su dinámica socioproductiva.

En el tercer apartado se destaca la relación de las comunidades agrarias y como ésta da lugar a la modificación y configuración del espacio para el aprovechamiento hídrico. Posteriormente se profundiza en aspectos de la gestión de bordos en la voz de quienes llevan a cabo dicha

función. En el cuarto y último apartado se reconoce que la dinámica de los ecosistemas hídricos es parte de un sistema socioambiental más amplio, donde aspectos como la crisis hídrica comprometen su continuidad y la de los beneficios que proporcionan a las comunidades agrarias, así como algunas medidas de atención proyectadas institucionalmente y otras ya presentes en el territorio.

Metodología

Se trata de un estudio de carácter cualitativo guiado a partir de dos métodos primordiales: documental y etnográfico. El documental permitió la búsqueda de fuentes institucionales para el registro de datos disponibles sobre HA y el territorio estudiado. Algunas de estas fuentes fueron: el Registro Público de Derechos del Agua (Repda), la Comisión Nacional del Agua (Conagua), el Registro Agrario Nacional (RAN) y el Padrón Histórico de Núcleos Agrarios (PHINA), de las que se obtuvieron datos para su posterior digitalización a través de sistemas de información geográfica (QGIS). Esto permitió ubicar espacialmente la distribución de HA (con registro oficial) e identificar el tipo de propiedad.

El método etnográfico, que resulta adecuado para la descripción de los sistemas sociales (incluidas actitudes, opiniones y relaciones sociales), permitió el acercamiento a los procesos de gestión; mediante entrevistas semiestructuradas durante los meses de abril de 2019 a enero 2020 se realizó el muestreo de juicio o intencionado a autoridades locales (comisarios ejidales) en núcleos agrarios del municipio de Amealco. Esto se complementó con el uso de herramientas de aproximación socioterritorial como recorridos y cartografía social, para ubicar espacialmente a los HA en propiedad de las comunidades agrarias, así como para conocer aspectos asociados a la gestión de estos sistemas hídricos como: construcción, control, manejo y distribución, y características biofísicas de los HIA como: ubicación, tamaño, antigüedad, capacidad, fuentes de llenado y presencia de flora y fauna.

Gestión y organización de bordos desde la visión de lo comunitario

Los bordos se mantienen o son construidos a partir de procesos organizativos, mediante los cuales los grupos sociales gestionan los territorios para satisfacer diversas necesidades, entre ellas el acceso a tierra y agua.

Dichos procesos integran acciones administrativas, de participación, acuerdos internos, procesos de vinculación entre actores internos y externos, que en ocasiones se dirigen para la toma de decisiones en cuanto al manejo y uso de los recursos en un territorio dado.

Un territorio puede estar configurado a partir de formas de apropiación y estructura social (privada, ejidal y comunal), además de estar vinculado con los diversos elementos de la naturaleza, como el agua. La apropiación puede darse con base en medios instrumentales (como la tecnología) y sociales (como la cultura); de este modo, van de lo intelectual (Lévi-Strauss, 1964) a lo material y cultural (Rappaport, 1985; Harris, 1982). En esta apropiación, los factores ideológicos, culturales, económicos y políticos, además de interactuar constantemente, influyen en las acciones para la transformación y dominio del ambiente.

En ocasiones, estas acciones pueden caracterizarse por poseer una base comunitaria, de intercambio, retribución y alianza entre individuos (Pozas, 1964; Medina *et al.*, 2011). Albuquerque y Vasconcellos (2017) señalan que esta forma de organización integra aspectos que tienen que ver con la construcción del tejido social y las relaciones entre individuos, que dan lugar a procesos de articulación de prácticas, conocimientos e identidad compartidos; los cuales, en palabras de Stavenhagen (en Loza, 2002), pueden constituir un lazo unificador y agente movilizador por intereses compartidos, ya sea de reciprocidad, una historia o pasado compartido, y de reconocimiento entre individuos en sociedad para fines o un bien común (Medina *et al.*, 2011). Igualmente, estos procesos de articulación pueden estar influidos por una realidad o contexto actual, por ejemplo, las dinámicas de mercado o las realidades en un contexto de problemática y escasez hídrica. En ese sentido, pueden coexistir con diversas formas, acciones y herramientas entre diversos actores (internos y externos) para adquirir, proteger, demandar, controlar y administrar los recursos disponibles (Palerm y Martínez, 2009).

Dichas formas pueden variar considerablemente de un territorio a otro y responder a contextos distintos. Gentes (2004: 9) señala que es importante diferenciar las gestiones de base comunitaria, distinguiendo dos tipos: 1) las de largo tiempo y predominantes (por ejemplo, las comunidades indígena-campesinas históricas y ancestrales), y 2) las gestiones comunitarias creadas recientemente que tienden a depender más del apoyo institucional externo, es decir, que no se encuentran aisladas de un contexto de dinámicas de mercado.

Además, se reconoce que hay actividades de gestión hídrica, las cuales implican escenarios colectivos donde no es visible lo comunitario. En este sentido, interesa resaltar aquellos espacios que presentan los parámetros que Ostrom (2000) ha definido para explicar a los comunes: capacidad de autogestión u autogobierno, límites establecidos, conocimiento local para resolver problemas de operación (distribución del agua), organización del trabajo, resolución de conflicto y monitoreo o vigilancia de recursos naturales, organizaciones anidadas u otros aspectos que atañen a la comunidad. Nos enfocamos, como se ha mencionado, en las comunidades agrarias.⁵

La estructura social de la tierra en México del siglo XX incluye distintas formas con posesión desde las épocas prehispánica, colonial, de independencia y reforma. No es el objetivo de este trabajo resaltar la amplia tarea que dicho tema demanda, pero sí exponer una breve comprensión del significado, función y estructura de los sistemas de propiedad social desde la postura ambiental, formas de organización y gestión en los bordos. En este sentido, los nutridos documentos jurídicos, surgidos de la Ley Agraria (1915) elevada a rango constitucional en 1917, así como sus particulares reformas (1934, 1992) refieren constantemente al término *núcleos agrarios* (en adelante, NA) (DOF, 02 de febrero de 1992).

El término NA no se define en los estatutos legales y normativos, pero su uso es continuo en todo documento concerniente a la reforma agraria. De manera que “es un término genérico por el cual se identifica a los núcleos ejidales o comunales, que han sido beneficiados por una resolución presidencial dotatoria o sentencia de los Tribunales Agrarios, a través de la cual les fueron concedidas tierras, bosques y aguas” (Pérez, 2008: 109).

Las modalidades de NA fueron ejidos y comunidades (consideradas por algunos como comunidades agrarias o comunidades indígenas) (Morett y Cosío, 2017). Para Warman, el término *comunidad* se usa

⁵ Comunidad agraria: modalidad de propiedad de la tierra exclusiva del país y que es producto de la reforma agraria (1934 y 1992), una organización de una clase específica, el campesinado, por medio de la cual se realizan negociaciones colectivas con otras fuerzas de la sociedad, con el fin de obtener las condiciones para la subsistencia y reproducción de una colectividad y de cada una de las unidades que la forman. Comunidad como forma de tenencia de la tierra, es decir, aquellos núcleos de población agrarios cuyas tierras están formalmente reconocidas en una resolución presidencial de reconocimiento o confirmación y titulación de bienes comunales (RTBC y CTBC), así como por lo mencionado en el artículo 98 de la Ley Agraria (1992).

con múltiples significados; por tanto, desde el enfoque político es preferible dimensionar la diferencia entre comunidad y comunidad agraria. La primera está basada en un tipo de tenencia de tierra con complejas relaciones de intercambio, a propósito de la propiedad colectivizada e historia de despojo, y no siempre se enfoca en la producción agrícola. La comunidad agraria obedece a formas de producción campesinas orientadas a la producción agrícola, ganadera o forestal sin las condiciones formales de pertenencia a un tipo de propiedad, pero que “comparte un mismo espacio territorial, es decir, es una organización de clase, es la organización mínima del campesinado” (Warman, 1985: 10-11).

Para la segunda década del siglo XX, diversos pueblos, comunidades, rancherías, conduañazgos y congregaciones, que aún existían, hicieron solicitudes al gobierno federal para la petición o restitución de tierras y aguas. Manifestaban su malestar porque sus tierras de propiedad comunal o repartimiento, concedidas durante la Colonia, fueron fraccionadas o reducidas a propiedad privada con la ley del 25 de junio de 1856 (Fraser, 1972).

Los habitantes disfrutaban mancomunadamente de las aguas, tierras, pastos y montes, no sin presentar transgresiones por parte de hacendados; aunado a estos perniciosos actos, a mediados del siglo XIX hubo diversas formas de despojo de tierras de los mal llamados indios o de las denominadas “tierras baldías” (deslindes, permisos, ventas y regularización de la tierra). El sistema de gobierno de la Reforma trató de nulificar estas prácticas en unión con compañías deslindadoras, la Secretaría de Fomento y la Secretaría de Hacienda. Pese a ello, los bordos permanecen a pesar de la exclusión política, económica y social en que se encuentran.

En cuanto a la estructura, son órganos de los ejidos: I. La asamblea, II. El comisariado ejidal y III. El consejo de vigilancia (artículo 21 de la Ley Agraria 1992). Respecto a la comunidad: I. La asamblea, II. El comisariado de Bienes Comunales y III. El consejo de vigilancia (artículo 39 de la Ley Agraria 1992). Son sujetos agrarios, en el caso de ejidos y comunidades, los ejidatarios y los comuneros, respectivamente. Se distinguen, por tanto, dos tipos de titularidad de terrenos: los privados (ejidatarios y comuneros) y los colectivos (ejidos y comunidades), ambos circunscritos a estas formas de tenencia de tierra. Las tierras ejidales, por su destino, se dividen en: I. Tierras para el asentamiento humano, II. Tierras de uso común y III. Tierras parceladas (artículo 44) (DOF, 09 de julio de 1993).

En aspectos hídricos:

el uso y aprovechamiento de las aguas consideradas ejidales o comunales, les corresponderá a los propios núcleos de población cuando se trate de tierras de uso común. La distribución, servidumbres de uso y de paso, mantenimiento, contribuciones, tarifas, transmisiones de derechos y demás aspectos relativos al uso de volúmenes de agua de los ejidos estarán regidas por lo dispuesto en las leyes y normatividad de la materia (artículos 52 y 53).

Los núcleos de población ejidal beneficiados con aguas correspondientes a distritos de riego u otros sistemas de abastecimiento están obligados a cubrir las tarifas aplicables. Respecto al aprovechamiento de aguajes, en el artículo 54 se indica que aquellos ubicados dentro del ejido o comunidad, siempre que no hayan sido legalmente asignados de manera individual, serán de uso común, y su aprovechamiento se ajustará al reglamento interno o estatuto comunal, o a la costumbre del lugar, siempre que no se contravenga la normatividad de la materia (artículo 55). Respecto al aprovechamiento de aguas individualmente, corresponde a los ejidatarios en lo particular cuando se trate del agua de las tierras parceladas (artículo 52). Igualmente les corresponde de manera individual el aprovechamiento de los aguajes ubicados en las tierras ejidales que hayan sido asignados individualmente (artículo 55) (DOF, 09 de julio de 1993).

Con base en estos pronunciamientos se admite que los ejidatarios tenían derechos de acceso al agua en lo individual y lo colectivo.

Con dicha reforma a la Ley Agraria de 1915 (1992), en el artículo 27 se permite, por primera vez, la venta del suelo ejidal y comunal. La adopción de dominio pleno, único mecanismo mediante el cual la tierra de propiedad social se privatiza, aplica sólo a tierras parceladas del ejido y no a las tierras de uso común ni a las tierras de asentamiento humano. Esto ha sido una decisión que los ejidatarios toman individualmente, una vez concluido el Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos (Procede). Es una decisión de la Asamblea ejidal cuando se ha adoptado el dominio pleno, y los titulares del suelo pueden comerciarlo de manera directa (Olivera, 2005: 5).

En cuanto a la Ley de Aguas Nacionales (LAN), en el artículo 56 se indica:⁶

⁶ LAN de 1992. Reformado el artículo 56 en el decreto por el que se reforman,

La adopción del dominio pleno sobre las parcelas ejidales implica que el ejidatario o comunero explotará, usará o aprovechará las aguas como concesionario, por lo cual deberá contar con el título respectivo, en los términos de la presente Ley y sus reglamentos. Los ejidatarios que, conforme a la Ley Agraria, asuman el dominio pleno sobre sus parcelas conservarán los derechos a explotar, usar o aprovechar las aguas que venían usando. “La Autoridad del Agua” otorgará la concesión correspondiente a solicitud del interesado, sin más requisito que contar con la constancia oficial de la cancelación de la inscripción de la parcela de que se trate. Al otorgar la concesión al solicitante, “la Autoridad del Agua” restará del volumen de agua asentado en la dotación, restitución o accesión ejidales, el volumen que será amparado en la concesión solicitada. La concesión y la reducción del volumen referido se inscribirán en el Registro Público de Derechos de Agua (LAN, Decreto 2004).

Estas disposiciones legales habrían de repercutir en las instancias administradoras del agua. En suma, en caso de que los ejidatarios (en lo individual) elijan la adopción de dominio pleno, sus aguas dejan su condición agraria y pasan a la administración burocrática (ingresando en el Registro Público de Derechos de Agua); en el caso contrario, siguen siendo agrarias (comunicación personal, Dra. Jacinta Palerm, enero 2020).

Además del agua, otros recursos naturales se suscriben a dicha dinámica de propiedad y dominio. Los núcleos agrarios, como figura jurídica, son propietarios de más de la mitad (53.4%) del territorio mexicano, lo cual significa que la mayoría de los bosques, selvas, matorrales, superficie agrícola y cuerpos de agua pueden ser manejados por dichos núcleos (Morett y Cosio, 2016). No obstante, también son sujetos de presiones económicas y políticas que vulneran dicha propiedad, a través de procesos como el despojo o el acaparamiento. Sin embargo y frente a ello, en ocasiones mantienen formas características de organización.

En ese sentido, algunos núcleos agrarios se caracterizan por su capacidad de autoorganización para manejar sistemas hídricos y agrícolas. Considerados por algunos autores como empresas colectivas (González,

adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales, de 2004. Dicho artículo se refiere, por primera vez, al Repda. Las inscripciones en el Registro están sujetas a las disposiciones que establecen la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento; y serán elementos de prueba de la existencia de títulos de concesión, asignación, permisos o acto administrativo registrado y elemento de defensa de los derechos del título contra terceros. Podemos decir que es un instrumento legal y no organizativo, de carácter notarial.

2000; Anderson y Maass, 1985), en donde los procesos de cohesión social, trabajo colectivo en comunidad, poder coercitivo y control de los sistemas de riego al regular el acceso al agua se construyen a través de mecanismos de voluntad social, con base en sus principios de justicia e injusticia (Childe, 1996).

Atender el tema agrario en un municipio del estado de Querétaro se sustenta en la interpolación de presencia de organizaciones comunitarias y asociaciones, además de propietarios privados. Las primeras con fines claramente comunes, historia común de derechos de propiedad e instaurados mediante representantes “tradicionales”, las segundas para la defensa de intereses, productivos (deseando más allá de la subsistencia) y legalmente constituidas, bien por el Estado o por grupo de personas, y las terceras, desvinculadas de las anteriores. Las actividades comunitarias se relacionan en este documento con: propiedad colectiva de la tierra y autogestión del agua.

Amealco de Bonfil, interacciones ambientales y sociales en torno al sistema de captación hídrica

El municipio de Amealco de Bonfil se ubica en el estado de Querétaro, su nombre tiene un origen náhuatl refiriéndose a “lugar de manantiales” o “fuentes de agua”. Dicho municipio comprende parte de las regiones hidrológicas Pánuco y Lerma-Santiago (Conagua, 2016), con 68.7% y 31.3% de su territorio, respectivamente. Debido a ello, en Amealco existe un importante sistema de escurrimientos hídricos que históricamente han sido manejados y aprovechados por las poblaciones que habitan el lugar.

Amealco se ubica dentro del Eje Neovolcánico Transversal, en una zona considerada uno de los cinco centros silfícos, por la caldera de 11 km derivada de una erupción volcánica violenta ocurrida hace 4.6 millones de años (Ferriz y Mahood, 1986; Aguirre-Díaz, 1995). Por esta razón, la morfología actual del lugar se caracteriza por la presencia de estructuras lávicas (montañas) o sierras y suelos volcánicos. Dichos aspectos van a determinar las propiedades de los suelos que pueden o no favorecer la infiltración de agua y que son propicios para la construcción de HA como sistemas de almacenamiento de agua pluvial en sitios estratégicos, donde suelos ricos en silicio y aluminio, al conformar (naturalmente) estructuras laminares, impiden la infiltración de agua.

Los climas en el municipio son de tipo templado con verano cálido y lluvias en verano subhúmedos,⁷ y la temperatura promedio es de 14.8°C, con una precipitación de 856.06 mm anuales. La vegetación que predomina es bosque de encino (7531.149 ha), bosque de pino encino (1474.37) y pastizales inducidos (10989.61 ha) (Gaceta Municipal, 2018-2021).

Amealco constituye un amplio sistema de captación hídrica que se alimenta de ríos principales como Lerma-Santiago, San Juan, Las Cuijas, Tesquedó, El Apartadero y La Toma. El sistema de presas y bordos depende de ríos, arroyos y aguas pluviales; esto como parte de un complejo sistema hidrográfico, compuesto de cuencas, subcuencas, ríos y arroyos, que ha permitido la conformación del sistema de captación igualmente complejo como medio de acceso al agua y distribución mediante obras de almacenamiento y manejo de escorrentías, que posibilitan el desarrollo de la actividad agrícola y pecuaria en la región, considerando que la agricultura de temporal predomina en 65.2% del territorio en Amealco, donde el riego de punteo es una medida auxiliar y necesaria para el desarrollo de los cultivos.

Algunos aspectos históricos documentados con base en los testimonios de los entrevistados refieren que los primeros bordos en el territorio respondían a un interés por disponer del recurso para apoyar la agricultura de temporal, y fueron construidos por interés y beneficio de los hacendados (Hacienda la Muralla, San Nicolás de la Torre, Galindo, Galindillo, Blanca y El Batán), que con el reparto agrario quedaron en propiedad de ejidos y comunidades agrarias.

Posteriormente, en la década de 1970, el gobierno federal impulsó la construcción de bordos, como estrategia para afrontar los escasez hídrica⁸ en algunas partes del estado de Querétaro, entre ellos Amealco, donde las condiciones físicas dificultaban la producción agrícola.

⁷ Los climas templados con verano cálido y lluvias en verano, subhúmedos, se caracterizan por tener temperaturas entre 10° y 18° C y de 18° a 22°C, en algunas regiones pueden disminuir a menos de 10°C; registran precipitaciones de 600 a 1,000 mm en promedio durante el año. Los subtipos en la zona de estudio son: templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media C(w1), templado subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad C(w0), y templado subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad. El segundo tipo es el semi-frío subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad C(E)(w2) (Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Amealco, 2015-2018: 7).

⁸ Esta escasez hídrica pudo intensificarse a partir de un fuerte proceso de deforestación durante 1820 en que la instauración de un aserradero, por un grupo de españoles

En un estudio socioeconómico del municipio de Amealco (Anaya, 1976), se encontró que para la década de 1970 existían diversos manantiales como el Baño (Quilotillos), Agua dulce, el Capulín, Agua fría, El tule, Botija (El Rincón), utilizados como abrevaderos y para consumo humano, y algunas fuentes de abastecimiento de agua, contabilizando 34 bordos y seis presas.

Dadas las condiciones de su territorio, Amealco fue considerado un sitio estratégico para construir obras hidráulicas, para el aprovechamiento de escorrentías y aguas pluviales y su canalización a parcelas agrícolas principalmente. A través de instancias como la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), en la década de 1970, y después la Comisión de Aguas Nacionales (Conagua), en la década de 1980, se llevó a cabo un programa a nivel estatal, con el cual se apoyó a los ejidatarios para construir bordos comunitarios y particulares, a fin de mejorar las condiciones agrícolas y en beneficio de las comunidades:

un programa que diseñó el gobernador Rafael Camacho Guzmán⁹ en los ochenta, que dijo que se hagan bordos en Amealco y en todo el estado, y algunos que teníamos un espacio para hacer el bordo parcelado y luego siguieron más gobernadores con más programas de bordería era decisión del productor hubo algunos bordos muy buenos y otros que no retiene el agua, pero que dieron un beneficio al productor (Informante I.G, Jacal de la Piedad, enero de 2020).

Si bien hay antecedentes de que en el territorio que hoy comprende el municipio de Amealco ya existían bordos que apoyaban la vida y actividades productivas de las haciendas, entre ellas La Muralla, San Nicolás de la Torre, Molinos de Caballeros (esta última perteneciente a Michoacán), estos no abastecían las zonas de cultivo que se fueron conformando con la ocupación de los núcleos agrarios. Además de que algunos bordos fueron apropiados por particulares o abandonados por conflictos de ocupación, como sucedió con el bordo Laguna Seca, del ejido Chiteje de Garabato.

Parte del territorio parcelado se destinó a zonas de cultivo de temporal, aunque las condiciones no eran del todo favorables para llevar a cabo esta actividad; además, las presas que se construyeron en años posteriores no lograban abastecer las parcelas de temporal.

y franceses, inició la explotación maderera de pino, dejando al descubierto tierras para uso agrícola y pecuario y dando lugar a un proceso de deterioro.

⁹ Gobernador de Querétaro de 1979 a 1985.

En esos tiempos no teníamos... de aquí para arriba no era nada de regadío era todo seco o temporal pero ya cuando el gobierno y los que nos pusimos vivos ya se hicieron los bordos de allá... ahorita ya no queda ni un pedazo, este, sin regar, todo se cultiva y todo se riega... se regaba de aquí estas milpas con el capulín, para abajo para allá, si, ya entonces la presa del capulín nomás regaba de aquí para abajo ahí para La Torre, de Donica, Santiago todo hasta al río, y nosotros... nos quedábamos mirando los que estaban regando, los que estaban levantando cosecha y últimamente que hicieron esos bordos ya también cosechamos igual (Informante G.B, ejido San José Hito).

Ante la carencia de agua, los bordos fueron obras importantes que apoyaron las actividades agropecuarias. Actualmente son considerados como parte relevante y una estrategia productiva de la cual depende la vida en el campo.

La existencia de almacenamientos pequeños de agua favorece la producción de maíz, frijol, avena, jitomate, pastos, pepino y frutales. Los alimentos son destinados para autoconsumo, comercio y alimento para ganado (vacuno y bovino). Por tanto, son parte fundamental en la cadena productiva del municipio, así como para la alimentación y actividades en los núcleos familiares. Esto refleja la intención de mantener dichos sistemas, y la necesidad de construir más o restaurar aquellos que ya no están captando agua.

Por la necesidad... lo que se necesita es al agua, pues si no hay agua en todo afecta en el cultivo, en los animales, si no hay agua no hay vida... lo que buscamos o buscan las personas es tener agua para tener mejor cultivo, el ganado que no sufra de agua... porque eso de darle agua potable también incrementa el costo... y ya tener un bordo no les cuesta, nos cuesta en un principio, pero ya después no porque toda el agua de lluvia les cae al bordo y se almacena ahí, ahí se tiene para el tiempo de la sequía (Informante I, ejido Santiago Mexquititlán).

Dichos sistemas se han construido en diversas temporalidades, con preexistencia desde la etapa colonial. A finales del siglo XX se dio la intervención y apoyo del gobierno estatal y municipal, a través de la asignación de maquinaria, asesorías especializadas, estudios (para algunos casos) y apoyo económico que varió para cada ejido, en función de la cantidad de bordos construidos, tamaño y beneficiarios. En casi todos los casos los beneficiarios aportaban determinada cantidad de dinero y/o faenas.

Esta dinámica se mantuvo hasta el año 2000, cuando se dejaron de otorgar apoyos para la construcción de estos sistemas hídricos. Aún se desconocen las causas de dicha restricción; no obstante, las personas entrevistadas lo atribuyen a la intensificación de la escasez hídrica y a una medida institucional para controlar el acaparamiento del recurso y la sobreexplotación en las cuencas hidrológicas.

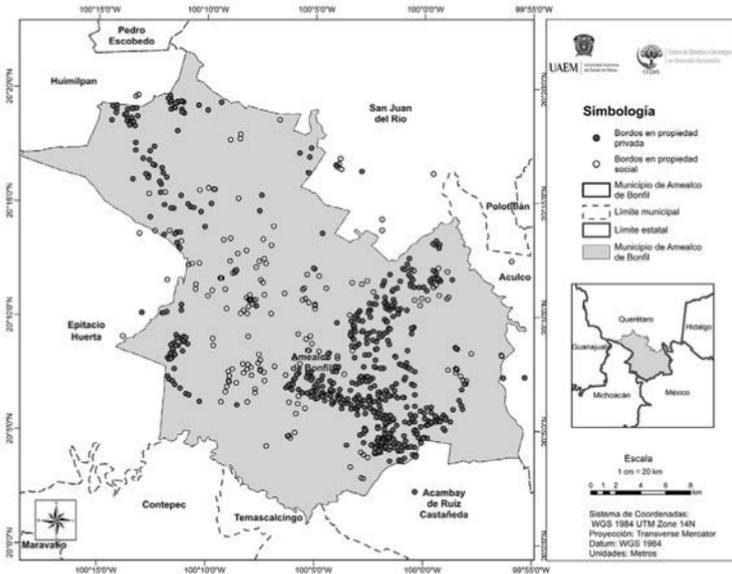
La construcción de estos sistemas hídricos siguió en aumento debido a la necesidad del líquido para la continuación, expansión y mejora de la actividad agrícola. Ello dio como resultado que una cantidad considerable de humedales artificiales se encuentren sin registro oficial o sin aparente reconocimiento por las autoridades encargadas de su regulación.

Actualmente, en el registro de derechos públicos del agua hay oficialmente 790 bordos para el municipio de Amealco (véase figura 1), los cuales captan cada año 22 729 939.97 m³ de agua, destinada para uso agrícola, pecuario y doméstico; el uso eminentemente agrícola representa un aproximado de 43%, y los usos múltiples, 57% (Repda, 2019).

Este volumen almacenado equivale a la recarga media anual del acuífero del Valle de Amealco (corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural, más la recarga inducida), y comprende una superficie aproximada de 304 km, o bien a un volumen de 19 684,007 m³. Hoy en día existe un aforo disponible de 2 015,993 m³ anuales para otorgar nuevas concesiones (CNA, 2018).

Cabe aclarar que el volumen registrado es una medida estimada del agua captada, que se basa en el registro de concesiones, pues no se han encontrado datos fehacientes del volumen real destinado para cada actividad.

Figura 1. Bordos por tipo de propiedad en Amealco de Bonfil



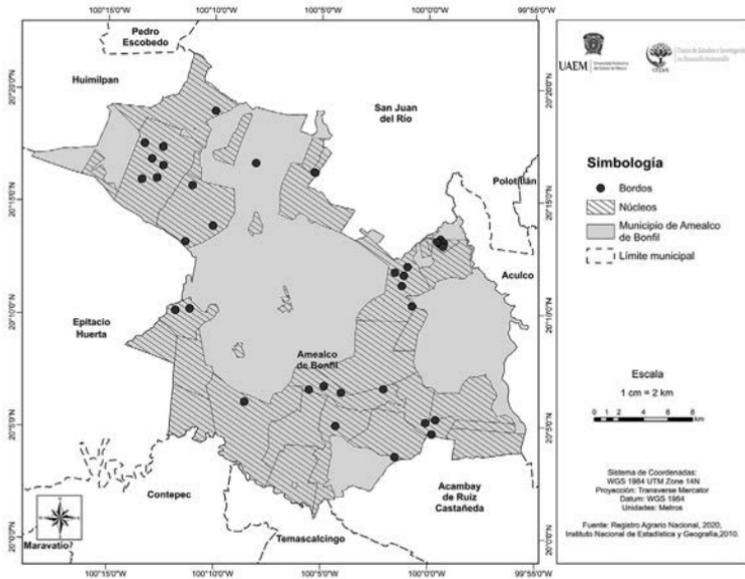
Fuente: Elaboración propia, con datos del Registro Agrario Nacional (2020), Inegi (2010) y Repda (2019).

Si bien los bordos están distribuidos en todo el territorio de Amealco, se concentran en mayor medida en el suroeste; la propiedad de estos corresponde a formas definidas por el tipo de tenencia de la tierra y, por lo tanto, su gestión se adhiere a ello. Con base en la revisión de plataformas oficiales y entrevistas, se encontró que los procesos de gestión en torno a los humedales artificiales se dan a partir de sistemas de organización local y a través de procesos organizativos de los pobladores, mediante comités ejidales y de riego, que en ocasiones se vinculan a dependencias gubernamentales como Conagua, Protección Civil y Semarnat, las cuales –aunque no tienen injerencia en la toma de decisiones– son el vínculo y enlace para asuntos concernientes a solicitudes, mantenimiento, reportes y diligencias en relación con los recursos hídricos.

Las diferentes figuras organizativas basadas en la tenencia del territorio permiten inferir que en Amealco existen procesos organizativos de base comunitaria para la gestión de los bordos, donde persisten formas históricas de gestión del territorio a partir de la toma de decisiones, organización, acuerdos y restricciones colectivas.

De acuerdo con los datos obtenidos del trabajo de campo, se registraron 31 bordos: 29 en ejidos y dos en una comunidad agraria (véase figura 2).

Figura 2. Bordos en núcleos agrarios de Amealco de Bonfil



Fuente: Elaboración propia, con datos del RAN (2020) e Inegi (2010).¹⁰

En este capítulo centramos la atención en los que se encuentran en NA, aunque se reconoce la presencia de otras formas organizativas¹¹ como figuras jurídicas sobre las cuales descansa el poder y los procesos de gestión de algunos de estos sistemas, como otras formas gestión que

¹⁰ Los bordos fueron identificados en trabajo de campo en 2019, mediante el uso de Global Positioning System (GPS).

¹¹ Unidades de riego cuyo objetivo es lograr que el suelo, el agua y sus recursos asociados disponibles se utilicen con eficiencia para obtener mayores ingresos económicos para los agricultores (Guillén *et al.*, 2016). Las asociaciones civiles –figuras jurídicas que pueden poseer tierras y explotaras– deben limitarse a la producción, transformación o comercialización de productos agrícolas, ganaderos o forestales. En tanto, las sociedades de producción rural –asociaciones de dos o más productores rurales (ejidatarios, comuneros, pequeños propietarios o personas sin tierra con actividad agropecuaria)– tienen el objetivo de realizar cualquier actividad relacionada con la producción rural (adquisición de insumos, la obtención de créditos y la comercialización de sus productos entre otros).

posiblemente dieron continuidad a las figuras comunitarias. Pero las nuevas legislaciones exigían su conformación para que el usufructo de estos sistemas tuviera fines productivos y mercantiles.

Esto se relaciona con la conformación de las organizaciones con fines productivos, donde diferentes actores, principalmente pequeños y medianos productores, crearon alianzas para tener mayores posibilidades de acceder a fuentes de financiamiento, apoyos y medios de comercialización de sus productos (Guillen *et al.*, 2016). En ocasiones fungen como organizaciones que gestionan el recurso hídrico en beneficio de un colectivo o comunidad y que se encuentra dentro de los ejidos y las comunidades agrarias. El total de ejidos de Amealco que cuenta con título de concesión de agua proveniente de bordos, en su mayoría para diferentes usos, es de 18; de ellos, hay ejidos con registro de un solo bordo; en cambio, el ejido de San José Itho tiene inscritos 108 bordos. De ahí que el número fluctúa entre 24 y 95. Respecto al sistema de propiedad comunal, es en la comunidad San Juan Dehedo donde se reconocen 13 bordos (Repda, 2019).

Las asociaciones civiles a las cuales pertenecen los bordos son: Unidad de riego bordo El Padre, Asociación de usuarios de la Unidad de riego Presa de Quiotillos, Unidad de riego La Charrasca, Bordo el Sagrado Corazón, Asociación de usuarios de bordo La Estancia, Unidad de riego bordo El Durazno. Respecto a la Sociedad de Responsabilidad Limitada, está la Unidad de riego Lagunilla Xajay. Los recursos hídricos de donde se conduce el agua para el almacenamiento de los bordos son los ríos: San Juan, Lerma Galindo y Pánuco, y los arroyos: San Carlos y Paso de los Bueyes (las características de las formas de gestión-organización por medio de ríos se documenta en la sección dos capítulos dos y tres).

Una vez mostrado quiénes poseen y gestionan estos importantes sistemas hídricos, corresponde aproximarnos a su dinámica, a aspectos generales que dan cuenta de la relación que las comunidades agrarias mantienen con su entorno y cómo el agua ha sido un articulador relevante. De esta manera, interesa conocer las estrategias organizativas que dan continuidad a estos sistemas, la interacción entre actores respecto a los HA y los factores de influencia, como la propiedad, en las formas de gestionar dichos sistemas.

Los sistemas de captación hídrica son un ejemplo de cómo las poblaciones, a partir del conocimiento y experiencia, logran adaptar y habitar el territorio; y también cómo las acciones en este territorio responden al medio natural, social, económico y político.

Cabe destacar que las acciones con base en el conocimiento sobre factores ambientales, como suelo, relieve, ciclo hidrológico y dinámica hidrográfica (de ríos, arroyos y escorrentías), influyen en la captación hídrica, capacidad y permeabilidad del bordo, y que han sido clave para la vinculación del sistema ambiental y productivo. De este modo, se construye una visión sistémica que otorga al bordo un lugar dentro de un sistema más amplio (un sistema productivo), cuya funcionalidad depende de una lectura del paisaje, de la acumulación de conocimientos empíricos y transmitidos por generaciones previas, y que en ocasiones se refleja en el manejo de ecosistemas para integrar dinámicas ecológicas, factores físicos del territorio y sistema de captación, además de las relaciones de poder y las formas de organización de quienes los construyen y gestionan.

Algunos bordos representan ejemplos en el manejo de ecosistemas, porque ilustran significativamente la relación entre sistemas hídricos, ecológicos y productivos. Este tipo de sistemas se encuentra en núcleos agrarios próximos a las principales elevaciones montañosas de la región, como Chitejé de Garabato, Chitejé de la Cruz, Santiago Mexquititlán, San Idelfonso Tultepec, El Rincón y El Batán.

Gestión social de bordos en propiedad ejidal (uso comunitario). Agua de escorrentías-arroyos

Se supone que los bordos ubicados en ejidos deberían contar con un manejo comunitario; sin embargo, a partir de entrevistas se identificó que en el caso de ejidos como San José Hito, Jacal de la Piedad, Santiago Mexquititlán y San Bartolomé del Pino, la organización y beneficio de forma comunitaria es para un número menor de bordos. Esto se debe a que se localizan en tierras parceladas y a que algunos han transitado hacia la propiedad privada (a propósito de la reforma al artículo 55 de la Ley Agraria).

En otros ejidos –como Chitejé de Garabato– que aunque no tienen un registro oficial debido a que no se les otorgó una concesión, pues ya poseían una correspondiente a pozos profundos, para cultivos de riego, existe un bordo, en propiedad de tierras de uso común, que tiene parcelas en zonas donde no se da abasto este sistema de riego; por lo tanto, ha surgido la necesidad de construir sistemas de captación hídrica, ya sea con apoyo del gobierno municipal, iniciativa propia, u otras instancias (municipio). De los bordos registrados, la mayoría es para uso del propio ejido, pero el de San Vicente beneficia al ejido La Muralla.

La función del almacenamiento de escorrentía con organización comunitaria ejidal

El primer trabajo comunitario consiste en elegir el lugar para construir el bordo. Al respecto se comenta:

Hay que ver en qué parte dónde poner el bordo, porque a veces es tepetate y tiene muchas grietas ahí se filtra el agua, de veces es tezontle que también se filtra el agua y se va... la tierra de veces también es tierra y también hay grietas, hay guillas y, se va el agua... pero si es tierra de barro se hace mejor... el de barro cuando está mojada está como chicle y cuando está seco está muy dura, está muy dura o a la vez este un terrón así... lo pones así en un lugar, se seca y éste... se cuartea. Es como chicle se compacta bien se sella y no pasa el agua... Hay tierra que si con el solo trabajo de sembrar luego, luego se siente en el trabajo, entonces se ve que es de barro o no es de barro o es tierra negra, nada más es tierra negra pero no es barro... la tierra negra es suelta cuando se trabaja se desmorona. La otra está chiclosa o se levanta mucho terrón... y el de barro no se suelta, se levanta en terrón, la tierra negra, tierra colorada cuando no es barro, solita se suelta suavemente entre las manos (Informante I., Ejido Santiago Mexquititlán, 31 de octubre de 2019).

Una vez definido el sitio donde se construirá el bordo, se utiliza maquinaria pesada que el comisariado ejidal solicita al municipio. Previa asamblea, hay un acta donde se definen los acuerdos sobre la ocupación de tierras comunales para el almacenamiento de agua, y el número de usuarios a beneficiar con dicha obra. Por lo general, también se establecen las modalidades de participación en cuanto a mano de obra y cooperaciones. El municipio proporciona la maquinaria, pero es obligación de los ejidatarios asumir el costo del diésel y el pago del maquinista.

Las comunidades agrarias se caracterizan por tener órganos definidos por la Ley Agraria de 1992 para la toma de decisiones, los cuales son: el comisariado ejidal, un consejo de vigilancia y un órgano supremo (la asamblea ejidal), que a través de reuniones periódicas comunican y acuerdan decisiones sobre aspectos concernientes al núcleo agrario, entre ellas: acciones conjuntas en torno a cuerpos hídricos en su propiedad.

En el caso de los bordos bajo la figura del núcleo agrario, el control y manejo de los cuerpos hídricos se definen por medio de procesos colectivos de toma de decisiones, mediante la elección de figuras representativas como comités ejidales y/ o comités de bordo, en caso de ser un bordo de manejo comunitario. Estos cuerpos funcionan como autoridades directas y en vinculación con autoridades municipales y

estatales para efectos administrativos, solicitudes de atención respecto a problemas y necesidades en torno a los humedales, como mantenimiento, restauración, solicitud de apoyo de maquinaria para construcción y registros periódicos de llenado.

En los ejidos abordados, dichos órganos se mantienen; entre las principales actividades o funciones de las autoridades se encuentran: el apoyo con los procesos de renovación de los títulos de concesión para uso de aguas superficiales, que se deben realizar cada diez años en Conagua. En la mayoría de los casos, la renovación de los títulos de concesión es muy importante, ya que sin ella pueden no ser acreedores a apoyos gubernamentales relacionados con la actividad agrícola y hortícola.

Para llevar a cabo la labor administrativa-financiera de control de cooperaciones económicas, los ejidatarios pueden opinar que sean recaudadas por las autoridades ejidales; en otros casos, se designa a un tesorero para apoyar con dicha labor. Este hecho es interesante, pues cuando se elige a alguna autoridad ejidal se da por sentado que ésta goza del respeto y la confianza de los ejidatarios, o bien no consideran que tenga la capacidad para facilitar la rendición de cuentas. Así es posible observar la oportunidad que otros ejidatarios tienen para sumarse a los cargos en el ejido. La obra puede demorar entre uno y dos años.

Durante este tiempo, las funciones de las autoridades se limitan a vigilar la obra y a examinar el territorio para buscar las fuentes alternativas de agua; se trata de los arroyos intermitentes que se desvían hacia el bordo para mantener su llenado. Una vez construidos los canales que alimentarán al bordo, se procura hacer una limpieza al año, antes de iniciar las lluvias, para mantener libre el flujo de agua. Esta tarea suele realizarla el productor que vive, relativamente, cerca del bordo, a quien el comisariado o un grupo de ejidatarios le encarga dicha labor.

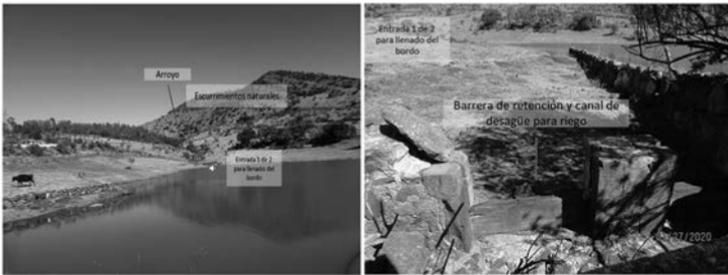
Las entradas del agua al bordo son sobre el suelo, no se requiere de ninguna estructura metálica o de bombeo; para eso sólo se puede hacer un boquete en alguna pared del bordo, o una de ellas se difumina hasta permitir que la gravedad de las fuentes irrumpa en ella. Para las salidas de agua, se dispone de un boquete que se cierra y abre mediante piedras o pasto para cumplir con las fechas de riego.

El riego de punteo generalmente se lleva a cabo durante los meses previos a la siembra (febrero, marzo y abril), en los cuales se da mantenimiento a los canales y se preparan las parcelas (barbecho). En ese sentido, el trabajo colectivo sigue siendo fundamental, tanto para realizar dichas actividades a través de faenas, como para los procesos

organizativos de la distribución del recurso hídrico, mediante acuerdos internos y mecanismos de distribución como tandeos y palas (tiempo y turno de riego bajo un orden acordado o solicitud a autoridades encargadas). El tiempo de riego puede variar para cada parcela por factores como: ubicación, tipo de cultivo, forma de riego (gravedad o bombeo).

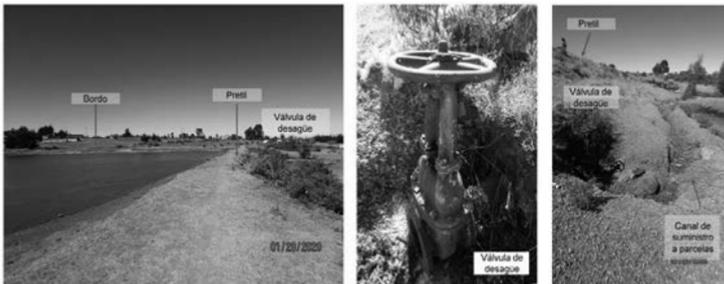
Cada usuario no puede disponer de mayor tiempo al establecido. Para ello existen acuerdos definidos para asignar los turnos y tiempos, una vez abiertos los canales de riego; en algunos casos, en fechas determinadas, se designa a una persona (zanjero) para vigilar el cumplimiento de dichos acuerdos y que no exista acaparamiento o desperdicio de agua; estas acciones también son vigiladas por el juez de agua o el presidente del comité de bordo. La distribución de agua no es ajena a conflictos, las formas de resolución van desde diálogos, llamados de atención hasta sanciones con limitaciones de uso de agua en el año posterior al cual se cometió su falta (véanse figuras 3 y 4).

Figuras 3 y 4. Sistema de llenado y desagüe de bordo comunitario



Fuente: Fotografías de Laura Millán Rojas (Ejido El Batán, municipio de Amealco, 2020).

Figura 5. Tecnología secuencial en el bordo



Fuente: Fotografías de Laura Millán Rojas (Ejido San Martín, Amealco, 2020).

Bordo con manejo de escorrentías pluviales de uso particular

También existen bordos que no necesariamente se encuentran sobre el curso de escorrentías o caudales, y aunque consideran aspectos como la pendiente (más en relación con la ubicación de las parcelas de cultivo), su llenado depende de la precipitación pluvial, siendo este un factor determinante previo a los meses de cultivo. Así se convierten en formas de almacenamiento de agua en tiempo de estiaje en aquellas zonas donde la precipitación y las fuentes de riego como ríos, pozos profundos y presas no están presentes o no se dan abasto para el riego de todos los cultivos, ya sea por la distancia o por la pendiente. Este escenario puede verse en ejidos como La Muralla, San Bartolomé del Pino y San José Hito.

En estos casos, la labor de mantenimiento está a cargo del propietario, quien conduce, almacena, distribuye y da mantenimiento al bordo (véase figura 6).

Figura 6. Diseño de almacenamiento hídrico con manejo individual



Fuente: Fotografías de Laura Millán Rojas (Ejido Chitejé, Amealco, 2020).

Como parte de los sistemas de riego, los bordos requieren de constantes tareas de mantenimiento para garantizar una óptima captación de agua. Una labor difícil de realizar por los propietarios privados, descuidando este importante ecosistema que ocasiona la disminución del volumen.

En ese sentido, el mantenimiento de estos cuerpos hídricos se convierte en una prioridad para los propietarios de los bordos, a pesar del trabajo que ello implica en cuanto a costos (maquinaria y mano de obra). Para dichas acciones, generalmente los dueños de los bordos privados se ayudan de las autoridades a nivel municipal, a través de búsquedas de apoyo para la renta de maquinaria; dichas autoridades privilegian el apoyo a la comunidad y no a particulares.

Los procesos vinculantes de los usuarios de propiedad privada con otros actores, en torno a los bordos, se limitan a cuestiones administrativas y de carácter institucional para trámites de renovación de concesiones, reportes trimestrales de llenado, solicitud de maquinaria para mantenimiento de bordos, rehabilitación de arroyos y ríos, monitoreo de llenado y prevención de desborde, y riesgos sociales asociados a prácticas de nado y pesca. Entre las instituciones a las cuales se dirigen dichos procesos se encuentran: Conagua (en oficinas municipales y estatales), la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (Sedea), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y Protección Civil de Amealco.

Si bien las acciones de vinculación y trámites burocráticos, como la solicitud de mantenimiento de los bordos, corren a cargo del o los propietarios, estos pueden aliarse con las organizaciones colectivas para disminuir costos o gestionar apoyos. En ese sentido, existen dos escenarios: uno donde los procesos de vinculación y participación entre comunidades y autoridades permiten llevar a cabo acciones conjuntas de cuidado y resguardo del bordo; y otro, donde los vínculos entre propietario privado y comunidad son débiles, lo cual puede llevar al asolvamiento y descuido de los reservorios.

Intervenciones ambientales en los bordos con organizaciones comunitarias

Otras acciones de vinculación y que interfieren en el sistema de captación hídrica son las realizadas con apoyo de dependencias de la iniciativa privada u organizaciones de la sociedad civil, y que han impulsado actividades de conservación de suelos (reforestación, presas de gavión, terrazas) en ejidos como El Batán. Aunque estas acciones no fueron planeadas para beneficio de los bordos, tienen una influencia positiva; sin embargo, no se les ha dado continuidad, por lo que el problema de azolve es común por la falta de cobertura vegetal y el arrastre continuo de suelos por los escurrimientos hídricos.

El problema del agua de los manantiales es que no se hacen obras de conservación, no se está apostando a conservar, se está deforestando y eso afecta porque los bordos se enzolvan, los hubo en algún momento, pero ya no hay, se deben cuidar los suelos porque se contaminan con herbicidas, aguas negras, basura y contaminante que sí llegan al bordo (entrevista a Z.G, Jacal de la Piedad).

En el Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) (2015-2018) se indica que “la cobertura vegetal es menor al 30%, de este porcentaje sólo el 10% está conservado. Es decir, de 71 756 hectáreas con vegetación sólo 7,000 de éstas se encuentran en buen Estado” (POEL, s/d: 20). Se infiere entonces que hay una serie de factores ambientales y antrópicos que influyen en la dinámica de los bordos y de los sistemas productivos que dependen de ellos. En ese sentido, es importante instigar proyectos locales e interinstitucionales que eviten la acelerada reducción de cubierta forestal.

Esto se suma a las variaciones estacionales que en el último año (2019) impiden el llenado de estos cuerpos hídricos por la falta de lluvias y cambios estacionales. Según datos proporcionados por el encargado de Protección Civil de Amealco, este año (2019) los bordos del municipio se llenaron sólo a 40%; no obstante, en algunos ejidos como en Jacal de la Piedad y San Miguel Deheti hay bordos con menos de 20% de su capacidad. Que el agua no sea suficiente para llevar a cabo el riego de punteo en la totalidad de las parcelas, que año con año se riegan, enfrenta a los campesinos con la incertidumbre: “habrán problemas de falta de agua este año, no va a ver ni para abrevadero, si no llueve de ahí a abril va a estar secos... no sabemos qué vamos hacer... es el primer año que pasa... de los años que tengo de vida es el primer año que se da esta situación” (Informante R.R., ejido San Bartolomé del Pino).

Este escenario lleva a los sistemas de organización local a buscar alternativas, y ello implica procesos de toma de decisiones que actualmente recaen en la figura de la asamblea general. Algunas estrategias que implementan frente a esta problemática y que involucran la participación y el consenso a nivel local, son los acuerdos internos para la redefinición y distribución de hectáreas para riego en función del agua disponible; es decir, si normalmente se regaba una hectárea por beneficiario, ahora se podrá disponer de agua para el riego de media hectárea; en otros casos, se distribuirá sólo a las parcelas que dé abasto el agua disponible.

Lo anterior ilustra la situación actual que se vive en la población, y el papel de los procesos de gestión para la toma de decisiones que beneficia a la mayoría. Implica la negociación constante entre los involucrados, dejando de lado cualquier tipo de intervención externa. Sin embargo, hay una exigencia compartida en que los diferentes órdenes de gobierno deben ofrecer alternativas o apoyos que disminuyan el impacto negativo que la falta de agua tiene sobre los sistemas productivos y la vida diaria.

Contexto ambiental, acciones y el papel circunscrito a los núcleos agrarios para la continuidad de bordos

La zona de estudio comprende dos importantes regiones hidrológicas: Pánuco y Lerma-Santiago (Conagua, 2018), con 68.7% y 31.3% de su territorio, respectivamente. Los ríos San Juan y Lerma son los principales afluentes que derivan de estas cuencas y que alimentan gran parte de los cuerpos de agua de la región, así que el sistema de bordos de Amealco complementa el aporte superficial y subterráneo de dicho sistema hidrológico.

El Lerma es considerado uno de los ríos más contaminados a nivel nacional; a esta situación se auna la presión y demanda de recursos hídricos de las zonas urbanas y de la continua explotación para actividades agroindustriales, que limita la disponibilidad de las aguas superficiales para aprovechamiento humano (IMTA, 2019, MADER, 2006). Esta problemática también está presente en la cuenca del Pánuco, donde la expansión de la agricultura y el crecimiento urbano de municipios como San Juan del Río y Tequisquiapan comprometen la calidad y disponibilidad del agua del río San Juan (Conagua, 2011).

En los núcleos agrarios es donde se emprenden acciones para el mantenimiento de los bordos como: aprovechamiento de afluentes, construcción de canales, desazolve, fortalecimiento de pretil; dichas acciones están orientadas al almacenamiento y continuidad de la actividad agrícola. Los sistemas de producción agraria indirectamente favorecen funciones ecosistémicas como captación e infiltración de agua o hábitats ecológicos, considerando que los entrevistados han reportado presencia de flora y fauna¹² acuática y silvestre en y en torno a algunos bordos.

Las acciones descritas dan cuenta del interés de los núcleos agrarios por mantener estos sistemas; aun así, se limitan a cuestiones de carácter funcional en relación con el sistema de riego para actividades agropecuarias, es decir, mantenimiento de canales, desazolve (sólo en algunos casos), gestión y vinculación para petición de apoyos a instituciones correspondientes. Son menos los casos donde se identifica la integración de acciones para mantenimiento y restauración del sistema de captación o en áreas de influencia de los HIA; por ejemplo:

¹² Aves (garzas, patos), peces (carpas, mojarra), anfibios (ajolotes, salamandras), crustáceos (acociles), tortugas y culebras. Árboles (encinos, sauces, mezquites y huizaches), arbustos (jarilla), tule.

restauración de suelos, regeneración de cobertura vegetal, limpieza y restauración de afluentes y arroyos.

De este modo, las acciones se limitan a la actuación de quienes reciben el beneficio directo por el uso del agua, es decir, a los regantes o ejidatarios que poseen derechos de agua reconocidos por la asamblea general. Por lo tanto, su involucramiento en acciones vinculadas con los bordos está en relación con la actividad agropecuaria y su continuidad, ya que existen casos donde si el beneficiario directo no siembra su parcela, no se involucra en las actividades en torno a él. Esto se relaciona con la distribución de costos y el trabajo colaborativo que generalmente se organiza entre el número de beneficiarios, que, en los últimos años, ha disminuido en algunos ejidos por diversas razones (fallecimiento de los titulares, interrupción de actividades agrícolas). Por eso, las actividades que contribuyen a su continuidad recaen en un menor número de personas, representando para ellas un mayor esfuerzo y costo.

Esto no necesariamente es una generalidad; sin embargo, lleva a pensar en una relación directa entre la actividad agropecuaria y la continuidad de dichos sistemas. Es esencial cuestionar escenarios presentes y futuros en temas de relevo generacional y la importancia para los jóvenes y el resto de la población. Aunque este estudio no profundiza en ello, queda pendiente ahondar y reflexionar respecto al futuro de estos sistemas y los futuros herederos de su gestión.

La conservación de almacenamientos hídricos, de los núcleos agrarios estudiados, prevalece a pesar de que sus estructuras son diseñadas por los campesinos, siendo una clara estrategia de manejo comunitario pese a la ausencia de diseños de planificación y programación hídrica.

Conclusiones

Los bordos en núcleos agrarios del municipio de Amealco deben ser analizados como sistemas ambientales y sociales, sobre los cuales las actividades agrarias y pecuarias se mantienen. Sus beneficios están centrados en la necesidad de trabajo colaborativo y cooperativo de reservas de agua y para mantener la productividad de los suelos. Así, los instrumentos de política hídrica pierden vigor en estos sistemas de propiedad social, no por la falta de intervención de sus autoridades técnicas y burocráticas, que es notoria, sino por la intensificación y continuidad de gestión comunitaria de al menos ochenta años, tomando como referencia la dotación de tierra y agua. Históricamente, la organización comunitaria

en los ejidos se ha fortalecido con el manejo de agua de escorrentías y arroyos intermitentes. La presencia de bordos también ha puesto en evidencia la capacidad de relevo generacional en las comunidades para con el trabajo humano que se demanda.

En el siglo XX, la problemática de requerimientos de agua se acrecentó en Amealco, generando el primer vínculo entre organizaciones comunitarias de riego con instituciones oficiales; no obstante, el esfuerzo fue técnico, descuidando el reconocimiento oficial de los representantes sociales y las estrategias de acceso, manejo, operación y distribución del recurso. Se busca, por tanto, que en los territorios con importante propiedad social, la experiencia de manejo social y ambiental en materia hídrica, de sistemas campesinos, influyan en la toma de decisiones a nivel de cuenca.

Referencias

- Anderson, R. I. y Maass, A. (1985), *Un modelo de simulación para sistemas de regadío*, España: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Botero, L. De la Ossa J., Espitia A., De la Ossa A. (2009), “Importancia de los jagüeyes en las sabanas del Caribe Colombiano”, en *Revista Colombiana. Cien. Anim.*, vol. 1, núm. 1.
- Carrera G., E. y de la Fuente L., G. (2003), *Inventario y Clasificación de Humedales en México*, México: Ducks Unlimited de México.
- Childe, G. (1996), *Los orígenes de la civilización*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Comisión Nacional del Agua (2018), *Actualización de la disponibilidad media anual del agua en el acuífero Valle de Amealco (2209)*, México: Estado de Querétaro/CNA.
- Custodio, E. (2011), “Relación entre aguas subterráneas y humedales”, en M.J. Viñals, D. Blasco, y M. Morant [eds.], *Los humedales mediterráneos: el contexto ambiental y social. Reflexiones para su estudio y gestión eficaz*, España: Universitat Politècnica de València.
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (2020), *Ley de Aguas Nacionales. Reforma publicada el 06 de enero*, México: Secretaría de Gobernación.
- De la Ossa, A. Herrera (2017), “Los jagüeyes comunitarios como un sistema ambiental antrópico y la importancia de su gestión”, en *Revista Colombiana Ciencia Animal*, vol. 9, núm. 1.
- Ferrer, J., Martín M. y Pérez J. M. (2011), “Contribución de la Confederación Hidrográfica del Júcar en la recuperación de humedales. El caso del Tancat de la Pipa (Parc Natural de l'Albufera, Valencia, España)”, en M. J. Viñals, D. Blasco, y M. Morant [eds.], *Los humedales mediterráneos: el contexto ambiental y social. Reflexiones para su estudio y gestión eficaz*, España: Universitat Politècnica València.
- González, A. (2000), “Notas sobre las concepciones de Ángel Palerm acerca del ambiente y la agricultura”, en *Ciencia Ergo Sum*, vol. 7, núm. 2.
- Harris, M. (1982), *El materialismo cultural*, Madrid: Alianza.
- Hoz, E. (2001), *Los jagüeyes, reservorios de agua del noreste de México*. Recuperado de: <https://www.jornada.com.mx/2001/07/30/eco-c.html>
- Lévi-Strauss, C. (1964), *El pensamiento salvaje*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Loza, J. (2018), “Stavenhagen and the Nation: Ethnicity, Community”, en *Political Project. Latin American Perspectives*, vol. 45, núm. 2.

- Morant M., Molina F. (2011), "Directrices internacionales y participación de las comunidades locales en la gestión de los humedales", en M.J. Viñals, D. Blasco, y M. Morant [eds.], *Los humedales mediterráneos: el contexto ambiental y social. Reflexiones para su estudio y gestión eficaz*, España: Universitat Politècnica de València.
- Mosse, D. (1998), "Creando e interpretando erróneamente la comunidad en el riego de tanques del sur de India", en Draft Paper to be presented at Crossing Boundaries, Conference of the International Association for the Study of Common Property, Vancouver, junio 10-14.
- Ostrom, E. (2000), *El Gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Olivera, L. G. (2005), "La reforma al artículo 27 constitucional y la incorporación de las tierras ejidales al mercado legal de suelo urbano en México", en *Scripta Nova*, vol. 194, núm. 33. Recuperado de: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-194-33.htm>.
- Palerm, A. y Wolf, E. (1972), *Agricultura y civilización en Mesoamérica*, México: Secretaría de Educación Pública.
- Palerm, J., Martínez, T., Escobedo, F. (2000), "Modelo de investigación: organización social de sistemas de riego en México", en Palerm, J. y Martínez, T. [eds.], *Antología sobre pequeño riego*, vol. 2, México: Colegio de Postgraduados/Plaza y Valdés.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Municipio de Amealco de Bonfil (POEL 2015-2018) Resumen ejecutivo, Querétaro. Recuperado de: <http://www.amealco.gob.mx/transparencia/httpdocs/PDF/toda%20informacion%20de%20utilidad/RESUMEN%20POEL.pdf>
- Pozas, R. (1964), *El desarrollo de la comunidad*, México: Universidad Autónoma de México.
- Rappaport, R. (1985), *Naturaleza, cultura y antropología ecológica*, Uruguay: Red Latinoamericana y Caribeña de Ecología Social. Recuperado de: <http://www.ecologiasocial.com/biblioteca/RappaportNaturalezaCultura.pdf> [consulta 01 diciembre 2018].
- Rojas, T., Martínez, J. L. y Murillo D. (2009), *Cultura hidráulica y simbolismo mesoamericano del agua en el México Prehispánico*, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
- Sandoval M., A., Günther, M. (2013), "La gestión comunitaria del agua en México y Ecuador: otros acercamientos a la sustentabilidad", en *Ra Ximhai*, vol. 9, núm. 2.
- Secretaría de la Convención de Ramsar (2013), *Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 6ª edición*, Suiza: Secretaría de la Convención de Ramsar.
- Viñals, D. Blasco, y M. Morant (Eds.) (2011), *Los humedales mediterráneos: el contexto ambiental y social. Reflexiones para su estudio y gestión eficaz*, España: Universitat Politècnica de València.
- Viñals, M. J. (Coord.) (2002), *El patrimonio cultural de los humedales*, España: Ministerio de Medio Ambiente.

CAPÍTULO III

LOS XAGÜEYES: ¿UN PATRIMONIO EN RIESGO DE OLVIDO?

María Alicia de los Ángeles Guzmán Puente¹

El escurrimiento natural se vaciaba en el xagüey, el agua solita buscaba su cauce, había caminitos, se llenaban y hasta se desparramaban y se escurrían en otros caminitos (Ramírez, 2005).

Poder reconstruir los xagüeyes, actualizados con las técnicas de geomembranas, y reconocer lo que de antaño los antiguos respetaban del apante y el derecho del agua, nos da la posibilidad de autonomía en el manejo del agua (Liévanos, 2020).

Introducción

Los xagüeyes son embalses que captan agua de lluvia y sirven para su almacenamiento, conservación, distribución y contención. Se trata de receptáculos, la mayoría redondos o semicirculares, que captan las escorrentías y se basan por lo general en sistemas comunicantes que almacenan la lluvia en el temporal. En Morelos, estos se sitúan en los cerros y generalmente son construidos en serie; se comienza con la parte alta, continuando hasta la parte baja, y se termina con la que se encuentra cerca de los asentamientos humanos.

Se han construido como oclusión de alguna forma natural de captación del cerro; basado en su conocimiento topográfico y la observación donde se acumula el agua de lluvia, se procede al cierre de la obra con piedras y materiales locales para formar el embalse. En su mayoría tienen entre cinco y 12 metros de diámetro, y de dos a cinco metros de profundidad (Guzmán y Palerm, 2005: 24). Están hechos con procedimientos que denotan los saberes locales y la práctica comunitaria, lo cual resulta ser una tecnología propia y autóctona (Guzmán, 2006: 164).

En Morelos se parte del conocimiento local, generado por la observación del escurrimiento del agua en su temporada, desde tiempos de antaño. Se trata de técnicas ancestrales para captar el agua de lluvia,

¹ Profesora-investigadora de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de Estudios Sociales Temixco. angelesg@uaem.mx

que han mantenido con éxito su función de captación de escurrimiento subterráneo, en relación con la función de un trabajo conjunto para la cuneta de captación pluvial, es decir, la microcuenca.

Los pueblos de la parte alta de la microcuenca de Yautepec no tienen agua a pesar de contar con altos índices de precipitación pluvial. Los habitantes han desarrollado técnicas para mantener el agua de la temporada de lluvias; es toda una infraestructura hidráulica en desuso. En los estudios de 2001, que van desde los primeros años de trabajo empírico de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos hasta el último acercamiento de 2017, se encontraron ya dos xagüeyes rellenos.

En este trabajo se le da seguimiento a los resultados de 2017 y se intenta interactuar con gente de la zona para proponer programas de cuidado y de reconocimiento territorial, por sus aportaciones culturales e hidrogeográficas. Es un hecho que estos sistemas de captación han sido relegados y olvidados debido a los avances de la ingeniería en la dotación de agua a pueblos y ciudades.

Metodología

La investigación se basó en trabajo de gabinete, estudios comparativos, recopilación bibliográfica, taller interactivo y entrevista a profundidad.

Con base en un taller que se llevó a cabo sobre el tema del cambio climático y estrategias de adaptación, se recopilaron datos del manejo comunitario del agua en 2016; al año siguiente se dio seguimiento en un grupo de trabajo, y se finalizó con la entrevista a profundidad de un actor clave, quien durante 2019 aportó datos sobre el riesgo del olvido en la parte alta de la microcuenca.

En los estudios comparativos se recopiló información ya publicada en varios artículos de años anteriores que tienen datos de la zona. Se recomendó llevar a cabo la referencia de la microcuenca en todo el sistema de captación de la zona, por lo que el enfoque es más de los 45 pueblos que forman la parte alta de la microcuenca de Yautepec.

Con base en la presentación en 2015 en un congreso de historia y cultura en Morelos, se trabajó en un seminario breve de discusión de primeros resultados, correlacionando los avances de la M.C. Gisela Hernández Ponce, quien actualizó información de 2016 a 2018; los resultados fueron presentados en un congreso internacional en 2018.

Las visitas empíricas a la microrregión le dan consistencia a la constante observación de campo, encontrando que los receptáculos están

casi como adorno o recuerdo de lo que en algunos casos era antes vital para la vida cotidiana; y aunque no se utilicen, sirven para la recarga de mantos freáticos cercanos a la zona. La mayoría está relacionado con el uso agrícola, pero el crecimiento urbano ha hecho que algunos de ellos estén en proceso de relleno.

Consideramos que actualmente un importante patrimonio está en riesgo de caer en el olvido. Al retomar los resultados del taller de 2015 y los publicados por Guzmán (2017) en la revista *Inventio*, surgieron nuevas preguntas como punto de partida para el acercamiento de 2018. ¿Cómo harías para compartir los hallazgos encontrados respecto a los xagüeyes y que lleguen en información útil a la gente de la microrregión? ¿Cómo evitar el sesgo que se da en cada municipio de creer que son sólo de administración municipal? ¿Cómo difundir los nombres en náhuatl sabiendo que hay gente que solamente los conoce por el lugar en donde están, como el de la secundaria o el de la cancha de fútbol? ¿Cómo asegurar que los avances de los académicos puedan servir a los pobladores de la microrregión?

Manejo comunitario de los xagüeyes

Como seguimiento de la investigación sobre el manejo comunitario de la infraestructura hidráulica local, se retoma lo sugerido en las conclusiones del último trabajo publicado sobre los xagüeyes: “Jagüeyes, un patrimonio morelense para la sustentabilidad” (Guzmán, 2017: 37), en donde se expone que “el enfoque referencial del trabajo retoma la historia, identidad y la cultura regional: la dimensión de la técnica hidrográfica y la histórico-social, que articuladas potencian la posibilidad de trabajarse en una visión integral de la microcuenca”.

Además, “resaltar el papel del sistema de los xagüeyes en la parte alta de una microcuenca tiene una doble ventaja, es darle importancia al sistema de microcuenca relacionado con la geohidrología y ver el papel que desde antaño los embalses han logrado en la zona alta de Morelos relacionado con la historia, identidad y cultura” (Guzmán, 2010: 17).

Para la parte histórica y cultural se encontró un documento de archivo de 1561, que se refiere al xagüey como a una infraestructura con más de cuatro siglos de antigüedad (Guzmán, 2006: 165); también se localizó una solicitud al virrey para que permitiera usar el agua comunal de los xagüeyes, que se habían ido convirtiendo en mercedes reales, mencionados como un pleito de 1592 (Guzmán y Palerm, 2005: 23), un

desacuerdo con las nuevas costumbres del agua, con fecha de reclamo de la propiedad del agua común.²

También se refieren a ellos por los mitos, como el xagüey de la doncella, y el que se denomina en náhuatl *huehue*. A los datos históricos se suman los avances sobre investigación en Morelos, en su mayoría respecto a la historia oral preferentemente de los adultos mayores.

Los xagüeyes que datan del siglo XVI han tenido nuevos apropiadores a lo largo del tiempo; los locatarios le solicitaron al virrey que vuelva a ser de uso común el xagüey que ahora pertenecía por merced real a un sólo propietario;³ asimismo, durante el reparto agrario pasaron a otras manos. En algunos casos, las tierras que estaban dotadas o repartidas incluían estos depósitos de agua pluvial, los cuales pertenecían a alguna hacienda, por ejemplo, y pasaron a manos de los pueblos y ejidos, trayendo consigo un cambio de usuarios (Hernández, 2015). Con el crecimiento de los pueblos y el desarrollo urbano, algunos no sólo dejaron de ser de uso común, sino que fueron rellenados para nuevos lugares de construcción, y otros se incluyeron en los sistemas de drenaje de las nuevas obras urbanas.

Ahora los usos ya no son recreativos ni para limpieza:

Las señoras acostumbraban a ir a lavar al jagüey y los niños, porque yo era una niña en ese entonces, íbamos a nadar. Recuerdo una infancia muy bonita porque nadábamos en el agua limpia de los jagüeyes. Todas esas cosas que se ven en el cerro no existían, y nuestra diversión era ir a nadar, ahora ya no nadan los niños. Los barrios tenían sus pozas, aquí en el barrio de Santana hay una poza que se llama La Concha (Guzmán y Palerm, 2005).

En la región más al norte de Tlayacapan, en Totolapan, se ha encontrado lo que la gente ha denominado xagüeyes, en referencia a su localización como es la de la plaza de toros o la de las manzanas o la de la entrada al pueblo “Tepetlixpita”.

Desde una perspectiva técnica y geohidrológica, se tiene claro que estos embalses de agua o xagüeyes fueron relevantes como dotación de agua para la región de los altos centrales de Morelos por más de dos siglos (De la Peña, 1980), pues detenían el agua en el subsuelo y en ocasiones generaban un sistema de riego.

² Archivo General de la Nación, Ramo Indios, vol. 6, exp. 309, f. 83 vta.

³ Archivo General de la Nación (en adelante AGN), Ramo Indios, vol. 6, exp. 309, f. 82 vta.

La región de captación, de la parte alta de la cuenca, la cual mide entre 1,500 y 2,000 metros sobre el nivel del mar, y es donde se localizan los embalses que aprovechan las condiciones topográficas de la microregión al hacer un cerramiento de captación pluvial. Históricamente, la disponibilidad de agua ha sido distinta en la microcuenca: los pueblos de la parte media y baja tienen agua, pero los pueblos de la parte alta padecen escasez. Los xagüeyes constituyen una tecnología tradicional autóctona, al ser hechos con procedimientos locales y basados en la organización comunitaria (Guzmán, 2017; Hernández, 2015; De la Peña, 1980).

Existen diferentes formas de llenado, por ejemplo, en Morelos se hace con agua de escurrimiento y canales que aportan las aguas de lluvias, al igual que en el estado de Hidalgo (Galindo, Palerm y Rodarte, 2008). En otros lugares, como el Estado de México, se llenan con aguas broncas (Aguirre, Montes y Palerm, 2013) y los que van aunados a un sistema de riego (Montes de Oca, Palerm y Chávez, 2012). Los xagüeyes han servido para dotar de agua potable a poblaciones de Hidalgo, Puebla y Morelos, y para el riego en sistemas productivos agrícolas de varias regiones del país, como las del Estado de México y Tlaxcala.

Entre las actividades que contribuyen a postergar el cuidado de los xagüeyes están: la distribución de la red de agua potable, la apertura de nuevos caminos, la perforación de pozos para obtener agua, el asentamiento de nuevos fraccionamientos. Después de todo, sí hay un cuidado que se relaciona con la actividad agropecuaria, el cuidado de los animales y con el aumento de la producción agrícola.

El desarrollo de actividades agrícolas de temporal requiere del agua de los xagüeyes, para fumigar en el caso del nopal, y para el medio riego y la introducción de árboles de aguacate en Totolapan. El medio riego consiste en sembrar hortalizas antes del temporal con ayuda de los xagüeyes; se manejan en almácigos acarreado agua de los xagüeyes, entre los meses de abril y junio, para posteriormente importar las plantas a los campos en el periodo de temporal.

Tal como apunta un habitante de Totolapan, respecto al uso que se le da al agua de los xagüeyes para el cultivo del jitomate:

con ese crecimiento (previo de la planta) la cosecha va a ser un mes antes o dos meses antes cuando los precios van a estar en mejores condiciones, para eso es que se utiliza ese medio riego; la planta la puedes sembrar en abril, y con apoyo del agua de los xagüeyes la vas haciendo crecer (Sr. Javier Libera, comunicación personal, 26 de febrero de 2015).

La organización comunitaria generó algunas normas de uso y se vigiló el cumplimiento en las obras de cuidados de los embalses a partir de las faenas de trabajo. Las tareas se realizaban previo a la temporada de lluvia, como desazolvar el embalse, apisonar, hacer las obras de cierre; también hay la obligación de colaborar en las obras de reparación del xagüey y de sus acequias distribuidoras. Las normas daban el derecho a utilizar el agua, siempre y cuando los miembros de la comunidad hubieran hecho sus actividades de limpieza. Las figuras 1, 2 y 3 muestran algunos xagüeyes que están apartados de la zona, como el de San José de los Laureles; los otros, el de San Agustín y San Marcos, presentan descuidos por ser abrevaderos.

Figura 1. Xagüey de San José de los Laureles



Fuente: Fotografía de Gisela Hernández Ponce (San José de los Laureles, 2015).

Entre 1940 y 1960, este xagüey se ocupó para uso recreativo, y para ello se pagaba un boleto al encargado de éste, según señala la señora Epifania Flores (comunicación personal, 12 de marzo de 2016).

Figura 2. Xagüey San Marcos, Totolapan



Fuente: Fotografía de Gisela Hernández Ponce (San Marcos Totolapan, 2015).

Se reporta como un xagüey pegado a una escuela, que se ha ocupado como abrevadero de animales; la ayudante está consciente de que no debe ser abrevadero y reporta problemas en el manejo del embalse. En entrevista, un locatario mencionó “recuerdo ir con mi papá al xagüey para acarrear agua; en nuestros hombros poníamos un palo que llamamos aguantador. Por cada extremo, del palo, le atábamos un bote de hoja de lámina de 20 litros. Actualmente, los locatarios continúan usando el aguantador” (Mario Liévanos, comunicación personal, 26 de febrero de 2015).

Figura 3. Xagüey de San Agustín



Fuente: Fotografía de Gisela Hernández Ponce (San Agustín, Totolapan, 2015).

El ayudante municipal señaló que no debe usarse así, por lo que existen problemas de manejo de dicho embalse, y pretende arreglarlo (Hernández, 2015).

Los xagüeyes al menos el grandísimo de Atlatlauhcan ya se tapó, al igual que varios en Totolapan de los que se acostumbraba a desazolver antes del temporal, y los dejaron varios años, hasta que se fueron azolvando solitos, y en la temporada de lluvia ya no reciben agua. Los pocos que quedan ya no los usamos, pues porque ya no está limpia el agua, ya meten animales y si es que traen vacas y antes no por eso se cuidaba y nomás era para cargar para la casa no era para los animales. Pues, los tiempos van cambiando, abandonaron ese trabajo de ir a limpiar, porque le digo que se limpiaba y se sacaba la tierra, para que cuando llovía le cayera esa agua, no sé qué le pasaría, se abandonó ya eso (Sánchez, comunicación personal, 12 de junio de 2017).

Hace algunas décadas, la gente de la microrregión de Tlayacapan caminaba hacia las lomas para encontrar agua y llevarla a su espacio doméstico, a veces con animales de carga. Se utilizaban pequeños depósitos móviles, transportados por estos animales. En los años sesenta

y setenta, cuando los pobladores recurrían a los xagüeyes caminaban más de dos horas para llegar a estos depósitos, los cuales abastecían el agua que consumían los habitantes. Flores (comunicación personal, 2003) mencionó que las personas del lado sur de Tlayacapan hallaban además pozas y veneros; las del lado norte caminaban hasta Oaxtepec para acudir a los manantiales que también denominaban ojos de agua (Guzmán, 2006: 167).

La traían de por allá, mire, de por esas lomas, de por allá, hasta acá con cuatro bunques, en un animal y eso cuando llovía, o sea que cuando estaban los jagüeyes con el agua, después que se acababan esos jagüeyes por si íbamos hasta allá, después íbamos hasta Texcalpan, aquí a un lado (Flores y Sánchez, comunicación personal, 12 de junio de 2017).

El trabajo comunitario demandado para el manejo del xagüey no culmina con los apoyos locales para dirigir el agua; las relaciones sociales y los vínculos entre personas transpasan las fronteras provinciales. Son varios los testimonios de los pueblos donde sus habitantes pueden relatar cómo en una microrregión la organización se estructura con administración pública, autoridades auxiliares y autoridades de las comunidades. Se aconseja atender la parte alta de la microcuenca para recuperar algunas de las obras de agua en la zona y tratar de impulsar un programa de manejo local y de rescate histórico de los xagüeyes. Para ello se tienen programadas reuniones con gente del cabildo de los municipios que abarcan toda la región, y se espera lograr algún trabajo colectivo para rescatar la tecnología de los embalses.

La microrregión de los Altos Centrales de Morelos

La microrregión pertenece a la región integrada por cuatro municipios con amplia población rural, cuya disímil situación de acceso a fuentes de agua superficiales se ha documentado como sigue:

Los altos centrales de Morelos abarcan un área aproximada de 347,463 km², se desarrolla la vida de 45 pueblos distribuidos en cuatro municipios divididos en Atlatlahucan 18, Tlayacapan 13, Tlalnepantla más grande en superficie tan sólo con 5 y Totolapan con 12, el área total se caracteriza por ser una paradoja, llueve mucho 1400 mm anuales, pero no tienen agua superficial. Esta microrregión se le denomina cabecera de la microcuenca Yautepec, los lugareños comparten una serie de comportamientos sociales y espacios donde configuran dinámicas económicas, políticas y ambientales que, a su vez, construyen y mantienen una identidad cultural regional (Flores y Guzmán, 2011: 1-3).

Se cuenta con los índices de escasez de agua más altos del estado de Morelos, con poca disponibilidad para los pueblos que lo conforman; la lluvia se infiltra por el tipo de suelo poroso, que forma en el subsuelo mantos y escurrimientos de infiltraciones en la zona media y baja de la cuenca. No se retiene, se escurre y brota más abajo en el valle de Yautepec y Cuauhnáhuac, donde están los campos deportivos, áreas de riego y balnearios turísticos de Morelos. De esta manera, históricamente los pueblos que forman la cuenca del río Yautepec cuentan con un manejo muy diferente del agua, entre los Altos con escasez, y los medios y bajos con abundancia.

En trabajos anteriores, Guzmán (2006) resalta que la habilidad de los pueblos de los Altos de Morelos, en un modo austero y óptimo del manejo de agua, fomentado desde hace mucho tiempo, técnicamente puede mejorar las condiciones de mantenimiento y servicio con la organización comunitaria. Los habitantes han paliado la escasez que se ha caracterizado como parte de la identidad y cultura del manejo del agua en la microrregión de los Altos Centrales de Morelos.

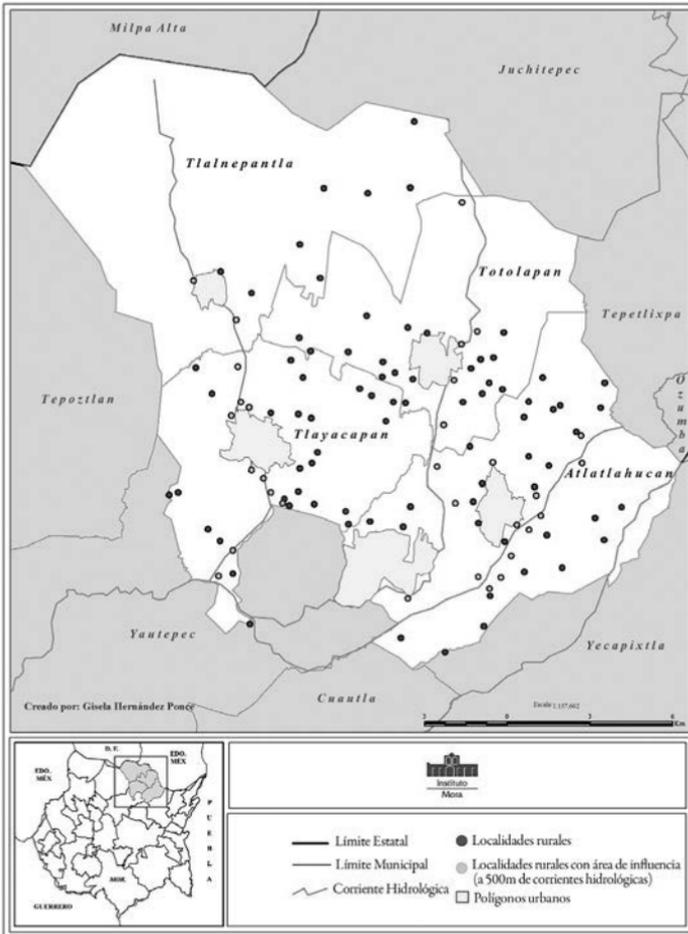
Se trata de una región donde se han encontrado más de 20 xagüeyes (Liévanos, comunicación personal, 2020). Los Altos Centrales forman parte del Corredor Biológico Chichinautzin (COBIO), un Área Nacional Protegida (ANP). Este corredor integra, por decreto presidencial, a los parques nacionales Lagunas de Zempoala y El Tepozteco, estipulados como tales en 1936 y 1937, respectivamente. Así, en 1988, año del decreto, ambos parques quedaron unidos por el Área de Protección de Flora y Fauna, sumando un territorio total de 65,722 hectáreas.

Al estar la región de estudio rodeada por una reserva natural adquiere una gran importancia para la regulación del balance hidrológico en el estado de Morelos: por su extensión y su copiosa precipitación de 1,400 mm anuales, altitud 3,450 msnm y un elevado índice de infiltración de 70-80% (Hernández, 2015: 65). De ahí la relevancia hidrográfica de los Altos Centrales de Morelos en un sentido integral de microcuenca, ya que Atlalahucan, Totolapan, Tlanepantla, Tepoztlán y Tlayacapan, así como los manantiales El Bosque, Oaxtepec, Izamatitlán, El Recreo y Las Estacas conforman la cabecera hidrológica de la microcuenca del Yautepec, el río perenne más grande del estado.

La ventaja de ver a la microrregión como base territorial de la cultura se resalta cuando los pobladores relatan acciones pertenecientes a toda la zona, como las actividades culturales; por ejemplo, Juana menciona: “Nací en Atlalahucan y ahí pasé parte de mi vida... cuando me casé, me

fui para Amatlipac, mis costumbres no las perdí, son lo mismo, pues todos tenemos las mismas raíces en la región” (Juana, 2017). Asimismo, Favier (2004: 257) expone que “los ritos de los barrios se van articulando y retornan al centro para festejar allí los grandes acontecimientos que atañen a todo el pueblo, y la microrregión”. Así se teje la historia, la identidad y la cultura, con el manejo austero del agua en esta zona de los Altos de Morelos, que tanto ha aportado en la historia del manejo de los xagüeyes (véase figura 4).

Figura 4. Altos Centrales de Morelos



Fuente: Hernández (2015).

Posterior al recuento de 21 xagüeyes en la zona (Guzmán, 2008: 165), los recientes acercamientos empíricos documentan que el uso del agua de los xagüeyes ha ido cambiando. En las partes altas de los pueblos son indispensables para sostener la producción agrícola, su actividad básica; en las comunidades de la parte más baja de los Altos Centrales de Morelos se encuentran abandonados, azolvados, llenos de lirio acuático, y cerca de Atlatlahucan taparon varios xagüeyes.

Como se constató en las entrevistas a la gente de mayor edad (Guzmán, 2007), los seis xagüeyes que se encuentran en Tlayacapan tienen su nombre autóctono: Chauzacatla, Zuchititla, Atenexapa, Xamilpa, Tránsito y Chihuaco; todos cuentan con una forma semicircular, con tierra apisonada y algo de mampostería. Los xagüeyes denominados en náhuatl no se reconocen así, es común que las personas los nombren de acuerdo con el lugar en donde están ubicados: por ejemplo, el “de la colonia El Plan”, o el “de la secundaria”, lo cual es parte de los riesgos de olvidar el patrimonio cultural, reflejándose en la identidad y lenguaje del pueblo.

Estos seis xagüeyes forman parte de un conjunto mayor en el estado de Morelos (véase tabla 1).

Tabla 1. Funcionamiento de xagüeyes en el estado de Morelos, 2018

Xagüey	Municipio	Utilidad	Propiedad	Uso del agua	Usuarios	Material de construcción	Zona de captación	Canal de conducción para el llenado
Cuatizen	Tlalnepantla	En uso	Pueblo	Agrícola	500	Piedra y cemento	COBIO ¹	Barranca y tubería
Chauzacatla	Tlayacapan	En uso	Comunal	Agropecuario	30	Tierra	COBIO	Apantle
Zuchititla	Tlayacapan	En uso	Comunal	Agropecuario	s/d	Tierra	COBIO	Apantle
Chihuaco	Tlayacapan	En uso	Comunal	Agropecuario	10	Tierra	COBIO	Apantle y tubería
Tránsito	Tlayacapan	En uso	Comunal	Agropecuario	s/d	Tierra	COBIO	Apantle
Xamilpa	Tlayacapan	En uso	Comunal	Agropecuario	20	Tierra	COBIO	Apantle
Atenexapa	Tlayacapan	En uso	Comunal	Agropecuario	35	Tierra	COBIO	Apantle
Viejo	Totalapan	En uso	s/d	Agropecuario	10	Piedra y tierra	Cerro Santa Bárbara	Apantle

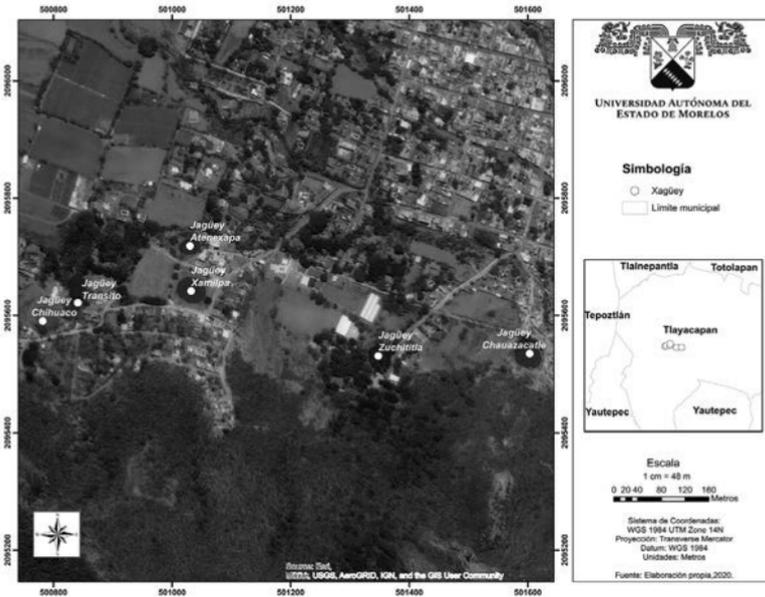
Juchí	Totolapan	En uso	s/d	Agropecu- uario	35	Piedra y tierra	Cerro El Llanito	Apantle
Guadalupe	Totolapan	En uso	s/d	Agropecu- uario	35	Piedra y tierra	Cerro El Llanito	Apantle
Barrio la Asunción	Atlatla- hucan	En desuso	Ayunta- miento	Ambien- tal	s/d	Tierra	Barranca	Tubería
Barrio San Antonio	Atlatla- hucan	En desuso	Pueblo	Ambien- tal	s/d	Tierra	Barranca	Apantle

Fuente: Hernández (2015).

Mapas sobre el patrimonio hidráulico en relación con los xagüeyes

En Tlayacapan, los seis xagüeyes tradicionales se encuentran al sur y sureste del poblado, a las faldas del COBIO (véase figura 5).

Figura 5. Xagüeyes tradicionales en Tlayacapan, Morelos



Fuente: Elaboración propia con datos del Inegi (2000).

Los apantles señalados también se conocen como canales y son poco anchos y solo de temporada. Los xagüeyes Chauzacatla y Zuchititla se ubican en la colonia 3 de Mayo, mientras que el resto se halla en la

colonia El Plan. Ambas se encuentran en propiedad comunal y son de reciente creación. De acuerdo con los datos aportados por el ayudante municipal: “platican los viejitos que todo esto era cerro, era monte y potrero para los animales. No estaba habitado. Ahora está habitado porque ha crecido la población. No existían las colonias” (Salazar, comunicación personal, 26 de mayo de 2015).

Sin embargo, a pesar del crecimiento de la población, y de que típicamente la tendencia habría sido tapan los embalses, hay un mejor manejo al cuidar el COBIO como área natural protegida. Gracias a esto último, contamos ahora con datos cartográficos que nos permiten ubicar a los xagüeyes dentro del mapa.

En este sentido, los xagüeyes forman parte de un sistema que los vincula entre sí, de tal manera que cuando el primer xagüey se llena por medio de la gravedad, vierte el exceso de agua hacia un segundo xagüey, y así sucesivamente (véase figura 6) (Guzmán, 2006: 164).

Figura 6. Xagüey Zuchititla



Fuente: Fotografía tomada de Google (2020).

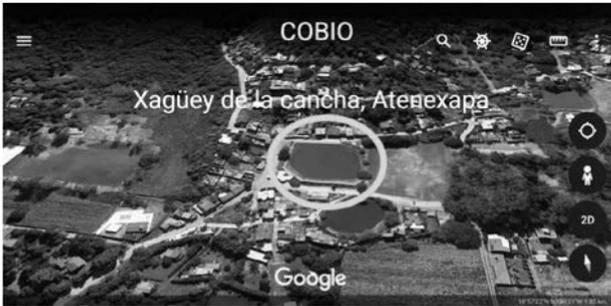
Como se aprecia en la figura, este embalse está muy cercano a una zona poblada de árboles, donde afloran muchos manantiales y se canaliza para el llenado de dicho xagüey Zuchititla. Es uno de los pocos que se mantiene separado de un sistema de captación.

En 2015 se aplicaron 50 encuestas a los estudiantes de la secundaria; los datos arrojados se incluyeron en el artículo “Jagüeyes, un patrimonio morelense hacia la sustentabilidad”, donde se menciona que se ha intensificado el interés, dada la formación técnica agropecuaria, teniendo una visión sustentable, y por la enseñanza en torno a la producción de flora y fauna (Guzmán, 2017: 36). Los alumnos de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, quienes levantaron las

entrevistas y realizaron un taller con los niños del kinder y la primaria, permanecieron con un sesgo metodológico, y su impresión fue que la venta de tierra en Tlayacapan impide el cuidado y conservación de los embalses, a diferencia del xagüey que se encuentra dentro de la institución educativa.

En las figuras 7 y 8 se marca una tendencia con sesgo metodológico, al estudiar como caso separado cada uno de los embalses; no obstante, en la figura 7 se alcanzan a apreciar los xagüeyes, lo cual le da un manejo más orientado hacia la situación hidrogeográfica de la parte alta de la microcuenca de Yautepec.

Figura 7. Xagüey Atenexapa



Fuente: Fotografía tomada de Google (2020).

Figura 8. Xagüey Chihuaco



Fuente: Fotografía tomada de Google (2020).

La fragmentación en los estudios de caso de xagüeyes, con trabajos de intervención en el área, puede generar una dimensión diferente en términos de manejo comunitario del agua. Es importante recuperar

el enfoque de microcuencas, en un manejo regional. Por ello, en la última parte de este trabajo se hará referencia a dicho enfoque, y en concreto a la de Yautepec, una de las cinco microcuencas del estado de Morelos, y la que tiene 25% del territorio, además de contar con el río más grande, el Yautepec (Guzmán y Flores, 2007). La parte alta de la microcuenca representa una paradoja: abundancia en precipitación y escasez en retención, al ser la mayor microcuenca del estado, dado que tiene –como hemos mencionado– suelo poroso que filtra la lluvia y brota en la parte media y baja, donde está la industria turística y las mayores parcelas agrícolas, además de los múltiples fraccionamientos que sirven de descanso al turismo proveniente de otros estados.

El enfoque de microcuenca para un futuro manejo de no olvido de los xagüeyes

El trabajo en la microcuenca de Yautepec como escenario de acción, se basa en la ventaja de darle valor a la dimensión local, como la idónea para analizar situaciones complejas, ya que es donde se conjuntan condiciones geográficas, sociales y económicas, vinculadas a complejos escenarios espacio-temporales respecto al recurso agua en microcuencas [...] se pueden examinar problemáticas regionales como un ejercicio, sin el cual no es posible aproximarse a los grandes desafíos que enfrenta actualmente el ser humano en relación al uso y manejo del agua (Flores y Guzmán, 2011: 1-2).

Las “microcuencas”, que son territorios hídricos inmersos en diversas categorías, siguen siendo el lugar e identidad de muchos pueblos que las habitan; sus historias y experiencias han sido recogidas en las entrevistas como datos que aportan a los escritos y notas de investigación. Desde tiempos inmemoriales, esta microrregión carece de agua, y entreteje las condiciones socioculturales y técnicas de los xagüeyes, como herramientas autóctonas útiles en la época de estiaje (Liévanos, comunicación personal, 2020).

El xagüey no se puede concebir como depósito de agua, unitario; en los cerros está articulado con estos elementos: receptáculo, apancles y canales que conducían el agua de lluvia, sosteniéndose por la participación grupal en el cuidado y mantenimiento. La comunidad, con su organización tradicional, mantiene el sistema. La institución comunitaria que toma decisiones es la asamblea, la cual dirigía y administraba las operaciones de manejo. Los Altos Centrales de Morelos han sido suficientemente abundantes como para llenar hasta el tope todos los

xagüeyes de la zona, e incluso abastecer a través de las filtraciones al subsuelo, los manantiales y cuerpos de agua del centro y sur del estado (Liévanos, comunicación personal, 2020).

Es necesario señalar al respecto que en la actualidad, merced a las alteraciones ocasionadas por el cambio climático, este elemento del sistema de los xagüeyes –considerado uno de los más seguros– enfrenta ya modificaciones en sus tiempos, formas y cantidades; por lo tanto, es esencial considerarlas en todo intento por recuperar esta técnica en riesgo de perderse (Olivares, comunicación personal, 2017).

Se ha indicado que:

la cultura comunitaria y tradicional se ha venido minando por los ocupantes del poder en turno, impacto que se dio por la invasión española, afortunadamente, se reconoce como fundamento, en nuestra estructura social. De modo que la recuperación de técnicas ancestrales fortalece nuestra cultura estableciendo círculos virtuosos, con los que se puede imaginar y proponer la recuperación de la grandeza de nuestros pueblos (Liévanos, comunicación personal, 2020).

En investigaciones recientes, Hernández (2015) propone que los xagüeyes pueden denominarse recursos de uso común por la forma de organización –basada en lo señalado de la estructura social y comunitaria del párrafo anterior–. En estudios de más de una década se veía con claridad la participación de la comunidad y la inclusión de la organización comunitaria en su mantenimiento y cuidado.

Prueba de la actualización de nuevas técnicas están los beneficios para la agricultura, al reconstruir nuevos xagüeyes como los que están programados en el proyecto de producción del aguacate que se les da un 50% del costo de materiales, y los agricultores ponen el otro 50% y la mano de obra, lo que queda son embalses protegidos con geomembrana plástica, colocada cubriendo el suelo de la excavación, quedan receptáculos de un diámetro entre 7 y 15 mts, con más de 2 mts. Integrando lo que somos desde un pasado, vemos toda esta propuesta de recuperación de técnicas ancestrales, adaptarse a las condiciones actuales, incluyendo la tecnología de nuestros tiempos, pero siempre basándose en la cultura que dio origen a las técnicas como la de los xagüeyes (Liévanos, mayo de 2020).

Dicho esto por pobladores de la microrregión, se ve al sujeto agua ser visto, oído y escuchado en sus propuestas de manejo, tanto por la sabiduría ancestral que tiene como por la estructura organizativa que representa, y por el futuro promisorio que nos ofrece en este momento de análisis del futuro del agua (Agarwall y Narain, en Guzmán, 2007).

Esto también es señalado como la construcción de la democracia desde la organización local del manejo del agua (Guzmán, 2017: 32).

Conclusiones

Retornar al trabajo de microcuenca facilitó el manejo del encuadre referencial, en el cual se articula el trabajo histórico, cultural y simbólico con el de geo-posiciones y factores hidrogeológicos. Ahí se puede ubicar al sujeto del agua y manejar con más facilidad la interacción y la acción participativa, como se dio en los talleres de devolución (2009), con las nuevas ideas que pronostican un mejor manejo de los xagüeyes, interactuando con los actores claves de la organización comunitaria en los 45 pueblos que conforman la microrregión de los Altos Centrales de Morelos.

Cuando se examinan los xagüeyes de forma separada puede haber una tendencia a generar errores en todo el manejo regional de los sistemas de xagüeyes que existen en nuestros estudios, desde 2001, y encontrados cuando se trabaja a nivel del sistema de información geográfica. Esto ha provocado algunos errores metodológicos, hallados sobre todo en el último análisis, que tomó la percepción de los niños y jóvenes en Tlayacapan para corregirlo, y será enfocado nuevamente como punto de partida en talleres similares a lo largo de la microrregión.

Podemos afirmar que los xagüeyes constituyen técnicas hidráulicas locales para mejorar las condiciones de vida y de trabajo de la población, y son un legado rico y diverso. Se sabe que han sido relegados por la llegada de agua potable en red a los pueblos o por sustitución en la agricultura por otras técnicas más eficientes y sencillas de riego; no obstante, han sido incluidos en programas de riego de aguacate en 2019 y 2020. Esto tiene un beneficio para el riego, el cual tendrá que ser incluido en la divulgación de la riqueza histórica y cultural de siglos anteriores; por lo tanto, se propone su documentación en pósters locales o en un video donde se publicó el rico pasado de captación de agua con este sistema autóctono.

Los resultados de los talleres de devolución en la zona, donde se devuelve conocimiento a los actores locales –como el taller 2009 (2016 Cecadesu) y el taller interactivo (2017)–, demuestran que hay un interés muy claro en retomar el tema; muchas veces se proponen algunas ideas que deberán ser retomadas en acciones, por ejemplo, nombrar en náhuatl las calles que acercan a los xagüeyes.

La ventaja de sugerir a los xagüeyes como el patrimonio de una micro-región que es ecológica y geográficamente apta para el almacenamiento de aguas torrenciales, se puede determinar por su sistema hídrico; por ejemplo, la escorrentía superficial. El sistema de escurrimiento inicia en el pie de monte y continúa hasta la planicie; en su cometido va alimentando de manera directa a algunos xagüeyes, los cuales, a su vez, alimentan a otros más, siendo visible la inmersión de los estancamientos de agua en la periferia e interior de los núcleos de población. La eventual cercanía de los hogares con el agua represada permite que los habitantes de Tlayacapan participen en su captación, conducción y conservación. El tema aplazado en la conservación de estos cuerpos de agua es que los actores políticos municipales reconozcan a los legendarios xagüeyes como espacios históricos y valiosos de la población local.

Referencias

- AGN Archivo General de la Nación, Ramo Indios.
- Aguirre, N., Montes, R. y Palerm, J. (2012), "Historia del manejo social del agua en la subcuenca del río Tejalpa, Estado de México", en J. Palerm y T. Martínez [eds.], *Antología sobre riego*, México: Biblioteca Básica de Agricultura, Colegio de posgraduados.
- De la Peña, G. (1980), *Herederos de promesas. Agricultura, política y ritual en los altos de Morelos*, México: CISINAH y Ediciones de la Casa Chata.
- Favier O. C. (2004), *Ruinas de utopía, San Juan de Tlayacapan (Espacio y tiempo en el encuentro de dos culturas)*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Flores, R., Del Conde, O. y Guzmán, M. (2011), "Río Digno Yauztepec, participación social en los programas de Saneamiento de la Cuenca del Río Yauztepec", en *Mapping*, núm. 2.
- Galindo, E. J., Palerm, J. y Rodarte, R. (2008), "Organización social en la gestión de una fuente de agua: los jagüeyes", en *Agrociencia*, vol. 42, núm. 2.
- Guzmán, P. M. y Palerm, J. (2005), "Los jagüeyes en la región de los altos centrales de Morelos", en *Boletín Archivo Histórico del Agua, Nueva Época*, vol. 10, núm. 29.
- Guzmán, P. M. (2006), "Xagüeyes en la microcuenca del río Yauztepec: Un acercamiento a los procesos comunitarios para el manejo del agua", en Sergio Vargas, Denise Soares y Nohora Betariz Guzmán [eds.], *La gestión del agua en la cuenca del Amacuzac; diagnósticos, reflexiones y desafíos*, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Guzmán, P. M. (2010), *Participación Comunitaria y Prácticas Alternativas: Hacia el Manejo Integral de Cuencas*, México: Plaza y Valdés.
- Guzmán, P. M. (2017), "Jagüeyes, patrimonio morelense para la sustentabilidad", en *Inventio*, vol. 13, núm. 90.
- Hernández, P. G. (2015), "Jagüeyes: técnicas tradicionales de recolección de agua de lluvia en Los Altos Centrales de Morelos, 1970-2010" (tesis de maestría), México: Instituto Mora.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) (2010), *Cartografía Geoestadística*. Recuperado de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825591830>.
- Montes de Oca, H. A., Palerm, J. y Chávez, M. C. (2012), "El Sistema de Riego Tepetitlán, México: mejoras en la distribución del agua a partir de la transferencia", en *Tecnología y Ciencias del Agua*, vol. 1, núm. 3.

Entrevistas

Javier Libera Nolasco. Asesor de la Dirección de Desarrollo Agropecuario, en el municipio de Tlalnepantla. Realizada por Gisela Hernández Ponce. Tlalnepantla, Morelos, jueves 26 de febrero de 2015.

Ignacio Rojas. Ex ayudante municipal, realizada por María Alicia de los Ángeles Guzmán, 2004, San Agustín Amatlipac.

Martín Salazar Rivera. Ayudante municipal de la Col. 3 de mayo, en Tlayacapan, Morelos (3er año). Realizada por Gisela Hernández Ponce. Tlayacapan, Morelos, martes 26 de mayo de 2015.

Gisela Sánchez. Ciudadana activa, informante clave desde el trabajo de campo de 2001. Realizada por María Alicia de los Ángeles Guzmán Puente, San Agustín Amatlipac, 12 de junio de 2017.

Epifanía Flores. Realizada por María Alicia de los Ángeles Guzmán Puente, San Agustín. Amatlipac, Morelos; entrevistas 12 de junio de 2017.

Juventino Olivares. Encargado del sistema de agua en San Agustín Amatlipac, julio de 2017.

Mario Liévanos. Ciudadano activo en organizaciones internas de la comunidad de Totolapan, mayo de 2020.

PARTE 2

**COMUNIDADES
ORGANIZADAS**

CAPÍTULO IV

EL BENJAMÍN DE LOS HUMEDALES: LOS JAGÜEYES, UN PATRIMONIO REGIONAL

*Emmanuel Galindo Escamilla*¹
*Rosa Josefina Bárcenas Argüello*²

Introducción

El objetivo de esta contribución es destacar la importancia de los jagüeyes como reservorios de agua de lluvia y explorar opciones para preservarlos como un patrimonio hidráulico regional. Se parte del supuesto de que uno de los principales mecanismos es considerarlos humedales artificiales, al igual que a las grandes represas.

Abordar esta técnica vernácula para captar, conducir y almacenar escorrentía en jagüeyes se justifica, porque contribuye al conocimiento del que quizás sea el más pequeño de los cuerpos de aguas superficiales a cielo abierto utilizados en México. Y porque la presencia de dichas obras hidráulicas parece ser bastante significativa en las zonas áridas y semiáridas, no obstante la oferta de nuevas opciones para el abasto de agua, así como la expansión agropecuaria o urbana sobre los espacios que éstas ocupan (Velazco, 1995; Guzmán y Palerm, 2005; Galindo *et al.*, 2008; Quiroz y Díaz, 2009; Aldama *et al.*, 2011; Montes de Oca y Palerm, 2012; Terregrosa y Kloster, 2014).

En los siguientes apartados se bosqueja la importancia de las pequeñas obras hidráulicas y su distribución espacial, al tiempo que se reconoce el uso de cuerpos de agua parecidos a los jagüeyes en otros países del continente americano. Sin embargo, una mayor comprensión del tema nos obliga a tomar un caso específico: los pequeños reservorios localizados en los Llanos de Apan, una región al noreste de la cuenca de México.

Esta cuenca se sitúa en la parte central del territorio mexicano, la conforman cuatro valles (México, Cuautitlán, Apan y Tizayuca), pertenece a la región hidrológica número 26 Pánuco y a la región administrativa XIII Valle de México y sistema Cutzamala. Desde la administración política, esta cuenca abarca de manera parcial las

¹ Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, emmanuel_galindo6175@uaeh.edu.mx

² Investigadora independiente, rosajosefinabarcenasarguello@yahoo.com.mx

siguiente entidades federativas: Estado de México, Ciudad de México, Hidalgo, Tlaxcala y Puebla (Conagua, 2004: 6-15).

Analizar el caso de los Llanos de Apan se justifica porque dicha región cuenta con recursos lénticos y lóticos de tipo perene o estacional, los cuales se forman a partir de una precipitación anual que oscila entre 600 y 700 milímetros anuales, y que sirven de hábitat a especies vegetales y animales (Alvares *et al.*, 2005; CONABIO, 2017). También se justifica porque el uso de dichos cuerpos de agua, lo mismo que el aprovechamiento de la flora y fauna asociada, tiene una larga tradición que se remonta al periodo anterior a la Conquista española (Musset, 1984; Ballesteros, 2005; Barceló, 2010; Dávila, 2012).

Sobre esta última idea, sólo basta mencionar que los estudios arqueológicos de la cuenca de México registran para el sitio Zohapilco –ubicado en la rivera de lo que fue el lago de Chalco– que entre 6000 y 750 a. de C. sus habitantes contaban con una serie de recursos alimenticios, entre los que destacaban: aves migratorias, tortugas de agua dulce, peces, anfibios como el ajolote, insectos y gusanos (Rojas, 1997: 19). También se registró, para la etapa posterior conocida como formativo tardío, que los pobladores del sitio Terremote –en lo que fue el lago de Xochimilco– tenían como principal actividad de subsistencia la explotación de la flora y fauna lacustre, de las cuales dependía tanto su alimentación como la materia prima para manufacturas. Sobre el intercambio con otros centros de población, se ha documentado que aportaban peces, aves acuáticas, canastas, petates, bolsas y cuerdas (Serra, 1988: 128 y 145).

Pequeñas obras y su impacto regional. Experiencias en Asia y América

Desde la década de 1980 se ha abordado la pertinencia de construir grandes represas, principalmente al comparar sus impactos ecológicos y sociales frente a las pequeñas obras dispersas por el territorio. Sobre este punto en particular, la Comisión Mundial de Represas (CMR, 2000: 149) señaló que a principios de este siglo aún se preservaban centenares de miles de pequeños embalses o tanques de agua en todo el mundo, los cuales además de ayudar a la irrigación desempeñaban un papel importante en el control de inundaciones, la erosión de suelos y la recarga de aguas subterráneas.

La India es un referente obligatorio en este debate por su legado histórico de técnicas tradicionales, y porque a principios de siglo se discutió de manera acalorada sobre la viabilidad de los pequeños embalses. Agarwal y Narain (1997: IV) documentaron que a raíz de la escasez de agua y las protestas por la construcción de grandes y costosas obras, un grupo de investigadores se preguntaron si eran posibles otras opciones de sistemas hidráulicos para cubrir las necesidades de la población; en concreto, se preguntaron sobre la posibilidad de que los pequeños sistemas de captación de agua de lluvia representaran una buena alternativa.

Como respuesta a esas interrogantes, en el subcontinente se documentaron y reconocieron las amplias ventajas de los pequeños reservorios frente a las grandes represas, principalmente en su construcción y manejo, así como su aporte a la ecología local. También se dijo, de manera contundente, que en la India los sistemas de captación de lluvia a escala comunitaria tenían la capacidad de proporcionar mucha más agua que las medianas o grandes represas, y que esta última opción significaba una creación extremadamente costosa e ineficaz para suministrar el agua necesaria en regiones secas (Agarwal, Narain y Khurana, 2003: XVIII). También se señaló que en todas las áreas susceptibles de sequía y donde el agua es escasa, 10 minúsculas presas con un área de captación de una hectárea (cada una) tenían la posibilidad de captar mucha más agua que una presa grande con un área de captación de 10 hectáreas (Agarwal, Narain y Khurana, 2003: XIX).

Respecto al continente americano, la vigencia de técnicas similares a los jagüeyes mexicanos se ha documentado en Perú y Colombia. En la sierra peruana se tiene el registro de las denominadas *gochas*, que son depósitos o reservorios de agua construidos por los pobladores locales con el fin de captar y almacenar agua de lluvia para su uso en la temporada de escasez (Kendall y Rodríguez, 2002; Valer y Pérez, 2014). En cuanto al Caribe colombiano, se puede decir que los denominados jagüeyes son pequeñas lagunas de origen antrópico construidos como abrevaderos, pero que tienen un valor especial toda vez que, como humedales, permiten la reproducción de lagartos o tortugas continentales (Botero *et al.*, 2009; De la Ossa *et al.*, 2009 y 2017).

Para México, son pocos los casos documentados sobre el uso contemporáneo de técnicas tradicionales para captar agua de lluvia; entre ellos sobresalen los trabajos dedicados al estudio de pequeñas obras hidráulicas para la producción agrícola o el consumo humano (Barkin, 1998; Palerm, 2002; Fortaneli *et al.*, 2008; Rivas, 2008; Galindo *et al.*, 2016).

En cuanto al uso de jagüeyes en localidades rurales con caseríos dispersos, se ha dicho que este tipo de técnica es común en zonas con poca precipitación y ausencia de corrientes superficiales, lo mismo que en aquellas donde si bien la precipitación es considerable, la porosidad del suelo impide la formación de acuíferos subterráneos (Guzmán y Palerm, 2005). Respecto al relieve de las zonas con jagüeyes, se ha mencionado que se caracteriza por la presencia de pequeños cerros o lomeríos con pendientes suaves que sirven como área de captación de la escorrentía, y desde donde ésta fluye hacia las partes más bajas siguiendo la pendiente natural del terreno (Galindo, 2007; Asteinza y Jiménez, 2008).

En referencia a la importancia de las técnicas para el abasto de agua en la zonas áridas y semiáridas de México, Velazco (1995) alude a las siguientes: represas de tierra, aljibes, ollas de agua, papalotes o molinos de viento, bombas reciprocantes de pistón, pozos ademados y equipados con bomba; además del transporte de agua en camiones cisterna.

Para Velazco (1995: 427):

los jagüeyes, también conocidos como estanques o represas de tierra, es el más primitivo de los sistemas recolectores de agua de lluvia, pero también el más común de todos los dispositivos usados para este propósito, que por lo menos se tenía un estanque en cada núcleo de población ejidal de la zona árida-semiárida del país y que en algunos casos era posible encontrar más de 15.

De acuerdo con lo anterior, podemos afirmar que los pequeños reservorios en cuestión tienen vigencia en distintas regiones naturales de México, y que son una respuesta tecnológica para el abasto de agua en pequeños centros de población. Finalmente, es posible suponer –a la luz de los aportes de la Comisión Mundial de Represas– que el uso prolongado de los jagüeyes en la zona de estudio puede influir tanto en la recarga de acuíferos subterráneos, como a la disminución de riesgos por inundaciones, lo mismo que en el equilibrio de la ecología local al conformar hábitats de plantas y animales (CMR, 2000).

Del patrimonio natural y cultural al patrimonio hidráulico

Desde 1972, la Unesco definió dos tipos básicos de patrimonio: cultural y natural. De acuerdo con la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural, tales categorías contienen elementos para considerar a los jagüeyes como sujetos de declaración patrimonial.

A decir de Querol (2012: 11), existe una diferencia importante entre el patrimonio cultural o histórico y el patrimonio natural. Toda

vez que el primero se concibe como el conjunto de bienes que han sido creados por los grupos humanos a lo largo de su historia, que han sobrevivido y deseamos proteger; en tanto, Querol (2012) define al segundo como el conjunto de bienes medioambientales que no han sido creados, alterados ni manipulados por la mano humana, sino que son producto de la naturaleza.

En el fondo, retomamos lo dispuesto en el artículo primero de la citada convención de la Unesco (1972: 2), donde se considera como patrimonio cultural a los conjuntos o grupos de construcciones, aisladas o reunidas, cuya arquitectura, unidad e integración en el paisaje les da un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, el arte o la ciencia. El mismo artículo señala que dicha categoría también se aplica a los lugares u obras del hombre, a las obras conjuntas del hombre y la naturaleza, y a las zonas incluidas en los sitios arqueológicos con un valor universal excepcional desde el punto de vista histórico, estético, etnológico o antropológico (Unesco, 1972: 2).

Para el caso del patrimonio natural, en su artículo segundo, se señala que bajo esta definición están las formaciones geológicas y fisiográficas, así como las zonas estrictamente delimitadas que constituyan el hábitat de especies amenazadas, animales o vegetales, y que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico (Unesco, 1972: 2).

Antes de finalizar este apartado abordamos una aproximación al patrimonio hídrico, concepto que en México utiliza Perló (2013: 53), quien lo define como el conjunto de los recursos naturales, las obras de infraestructura que se construyen a lo largo de los siglos, así como la cultura, los saberes y las tradiciones asociadas a un pasado común. Cabe destacar que el caso concreto analizado por este autor es el de Iztapalapa, una delegación política del oriente de la capital mexicana, donde, a decir de Perló (2013), en siglos pasados fue un territorio lacustre surcado por canales de navegación o de riego, y en el cual también abundaban manantiales y pequeños riachuelos.

Otra definición de este tipo de patrimonio –quizá más precisa para el caso aquí analizado– es la que proporciona la Comisión Hidrológica del Jucar (CHJ, 2011: 84-85), al señalar una tipología para definir los elementos patrimoniales de lo que llaman la arquitectura del agua a partir de las obras hidráulicas y su función, a saber: captación, almacenamiento, transporte, distribución y uso del agua. A lo cual agrega otras modalidades de patrimonios que la utilización continua del agua y la infraestructura generan, tales como los paisajes y las tradiciones orales.

Resulta pertinente considerar a los jagüeyes de los Llanos de Apan desde su importancia cultural, al ser las prácticas culturales unas actividades enfocadas al control y almacenamiento de escorrentías. Asimismo, se propone reconocer a los embalses como bienes patrimoniales de y para los pobladores locales, quienes los han creado y heredado con base en un pasado histórico común.

Captación de lluvia y hábitat acuático. Los jagüeyes como humedales y zonas de protección

Desde 1950, el concepto para definir a los humedales se ha ampliado de manera considerable, por lo que ahora disponemos de cuando menos cincuenta definiciones para describir dichos sistemas acuático-terrestres (Rangel y Riemann, 2015).

Para los especialistas, un humedal es una zona de transición entre ecosistemas acuáticos y terrestres, que requieren suelos con dificultades de drenaje donde se formen cuerpos de aguas superficiales, los cuales incrementan sus dimensiones en la temporada de lluvias (Dungan, 1992; Berlanga y Ruiz, 2004; González, 2008; González y Velasco, 2015).

Para el caso mexicano, a partir de los criterios de la Convención Ramsar,³ los humedales se agrupan en tres grandes categorías: marinos-costeros, continentales y artificiales. En la primera se ubican marismas, manglares, arrecifes coralinos, praderas de pastos marinos, playas de arena y sistemas cársticos. En la segunda, lagos, ríos permanentes o estacionales, pantanos, turberas y manantiales. En la tercera, están las represas, los estanques de acuicultura y las zonas de explotación salina (González, 2008).

Si bien se ha resaltado la importancia de los humedales porque contribuyen a mantener una gran diversidad de comunidades vegetales o animales, y cumplen funciones de recarga de mantos acuíferos, la situación actual de algunos de ellos es crítica al observarse una tendencia a su desaparición, principalmente por la expansión agroganadera, la urbanización y la industrialización (González, 2008: 13-14).

En el caso de los jagüeyes, con apego a la tipología propuesta por la Convención Ramsar, podemos decir que en México estamos ante los cuerpos de agua a cielo abierto más pequeños; y específicamente,

³ Véase la página de Ramsar en: <http://www.ramsar.org>

ante los humedales artificiales más pequeños de los cuales se tiene noticias desde la época prehispánica, a través de los vocablos *amanalli*, *atecochtli* o *ataactli*.⁴

Además de la escala, comparados por ejemplo con los sistemas lacustres, otra particularidad que distingue a este tipo de reservorios es que son construidos por el trabajo humano; es decir, son estructuras artificiales cuya permanencia requiere de cierta organización social tanto para su preservación como para uso y manejo (Guzmán y Palerm, 2005; Galindo *et al.*, 2008).

El territorio mexicano alberga 142 sitios declarados como humedales de importancia internacional de acuerdo con los criterios Ramsar. Llama la atención que en la lista se incluya sólo el conocido como Jagüey de Buenavista de Peñuelas, en el estado de Aguascalientes, el cual recibió tal distinción porque alberga a ocho especies de anfibios (cuatro de ellas endémicas de México) y a cinco especies de invertebrados endémicos, además de la única población reproductora viable actualmente conocida en todo el mundo de la especie en peligro *Smilisca dentata* (*Upland madriguera dominicensis*).⁵

Con base en lo anterior, resulta pertinente cuestionarse si los pequeños reservorios que se forman con la captación y almacenamiento de escorrentía en jagüeyes pueden clasificarse como humedales, o si estos cumplen la función de aquellos. Sobre este último punto conviene mencionar que un trabajo publicado recientemente muestra evidencias,

⁴ Rojas (2009: 25-31) clasificó un conjunto de obras hidráulicas mesoamericanas por el tipo de fuente de agua y por el uso que se le daba. En específico, sobre el uso de los jagüeyes, señala que la distribución geográfica de estas obras hidráulicas durante el periodo prehispánico no se conoce; pero la información recabada hasta ahora apunta a que los jagüeyes se utilizaron en la mayoría de las zonas áridas y semiáridas del centro y sur del país. Bohem y Pereyra (1974: 34) indican que jagüey o estanque eran denominados de tres maneras: *amanalli*, *atecochtli* o *ataactli*. La primera de ellas se traduce como “alberca” o “estanque”, porque su raíz: *mana*, se interpreta como “detener”, “poner” o “colocar”; y las segundas tienen su raíz en: *tecochtli*, que hace referencia a “sepultura”, “foso”, “hoyo”, “cavidad”, “barranca”, y *tataca* se interpreta como “rascar o cavar la tierra”. Bohem y Pereyra (1974) especifican que tales vocablos sugieren una represa construida mediante una excavación sobre un curso de agua (permanente o temporal) y no a un dique; también aclaran que la función de tales obras sería exclusivamente almacenar agua y más probablemente de lluvia. Sobre el mismo punto, Rojas (2009: 29) señala que la palabra *jagüey*, según una versión contenida en el *Diccionario de Mejicanismos* de Santamaría, es maya, pero de acuerdo con otra versión es tahina (Cuba, Antillas) y fue empleada desde los primeros años de la Colonia por los españoles para describir los depósitos pluviales a cielo abierto que encontraron en diversas regiones del centro y sur de la Nueva España.

⁵ Véase esta información en la página oficial de Ramsar: <https://rsis.ramsar.org/ris/1972>.

para un caso específico, de que los pequeños cuerpos de agua en cuestión cumplen con la función de un humedal para una especie de ave acuática conocida popularmente como zambullidor menor.⁶

En este sentido, cabe la posibilidad de que otros jagüeyes dispersos por el territorio mexicano sean declarados humedales, precisamente por conformar cuerpos de agua útiles para comunidades vegetales o animales. Para terminar este apartado, sólo mencionaremos que la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (DOF/04/02/2012) puede ser otra vía para la salvaguarda de estos ecosistemas, sobre todo a partir de tres modalidades: áreas de protección de recursos naturales, zonas de conservación ecológica municipales, y áreas destinadas voluntariamente a la conservación.

Esto es posible porque en el artículo 44 de dicha ley se especifica que el establecimiento de áreas naturales protegidas tiene por objeto generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías, tradicionales o nuevas, que permitan la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional; además de proteger los entornos naturales de zonas, monumentos y vestigios arqueológicos, históricos y artísticos, así como zonas turísticas y otras áreas de importancia para la recreación, cultura e identidad nacionales y de los pueblos indígenas.

En suma, el marco jurídico vigente proporciona al menos tres vías para proteger la técnica vernácula conocida como jagüey, su reconocimiento como humedal artificial, la declaratoria de patrimonio hídrico regional, o como áreas destinadas voluntariamente a la conservación.

⁶ Ortega (2013) documentó la presencia de dos ejemplares adultos y otros dos ejemplares jóvenes del zambullidor menor (*achybaptus dominicus*) en jagüeyes construidos en el municipio de Valle de Bravo, Estado de México. En su publicación argumenta que se trata de un ave acuática de las regiones tropicales y subtropicales de las Américas, que habita en estanques protegidos y márgenes de lagos con vegetación flotante que se extiende desde el sur de Texas hasta el norte de Argentina, y que en México se reproduce durante todo el año en las zonas costeras desde el nivel del mar hasta los 1,500 metros en la vertiente del Pacífico y del Atlántico. Todo ello para aclarar que no obstante la distribución espacial de dicha ave, rara vez se ha observado en los cuerpos de agua dulce del centro de México, y que si bien las migraciones a gran escala no se han registrado, se sospecha de exhibir movimientos locales. Finalmente, Ortega (2013) reconoce que la construcción de jagüeyes ha sido promovida como estrategia para el suministro de agua dulce en las actividades agrícolas, pero que, en general, en su diseño no se considera la incorporación de vegetación, lo cual es necesario para ofrecer recursos atractivos para la fauna, entre ella a las aves acuáticas. Por tanto concluye que aunque jagüeyes y otros cuerpos de agua creados por los seres humanos no podrían reemplazar a los hábitats originales, sí podrían ofrecer las alternativas para pensar la degradación de los ecosistemas naturales.

Ecología, paisaje y jagüeyes. El medio físico y su aprovechamiento

A una porción de la parte oriental de la cuenca de México se le conoce como Llanos de Apan o altiplanicie pulquera; esto último por su larga tradición y especialización productiva en la elaboración de pulque (Ramírez, 2000).

Dicha región comprende ocho municipios del estado de Hidalgo: Almoloya, Apan, Emiliano Zapata, Epazoyucan, Singuilucan, Tlanalapa, Tepeapulco y Zempoala; así como a Calpulalpan, en Tlaxcala; Otumba, en el Estado de México; y a Chignahuapan, en Puebla. La superficie denominada abarca 2,184.83 km², y según la cartografía topográfica oficial disponible, en dicho espacio subsisten aproximadamente 500 pequeños cuerpos de agua clasificados como jagüeyes, lo cual da como resultado una densidad de un reservorio de este tipo por cada cinco kilómetros cuadrados (Galindo, 2007). Como se puede corroborar en varios recorridos de campo, tal cantidad de pequeñas obras hidráulicas, así como su dispersión regional, muestra una estrecha correlación entre la ecología, el paisaje local y este tipo de sistema tradicional para almacenar agua de escorrentía.

La región indicada se delimita por ocho macizos montañosos, y el relieve en esta parte del altiplano central mexicano se compone por un número considerable de pequeños lomeríos dispersos y elevaciones aisladas, entre las que sobresalen: El Tecajete, La Paila, El Jihuingo, El Cerro Viejo de Tultengo, El Santana y El Chulco, porque rebasan los 2,900 metros sobre el nivel del mar. Por tanto, es posible identificar y delimitar pequeñas cuencas y microcuencas sobre las cuales se facilita el manejo del agua de escorrentía siguiendo la pendiente natural del terreno.

En toda la zona, el cuerpo de agua superficial con mayor tamaño es la laguna de Tecocomulco, y por su tamaño le siguen en importancia otros cuatro denominados: San Antonio Atocha, El Muerto, San Fernando y Llanos de Apan (Galindo, 2007: 47). Así, lagunas, jagüeyes y arroyos intermitentes forman un sistema hidrológico cuyas demasías son drenadas de la zona de estudio por el arroyo Tecocomulco a la altura de Tepeyahualco. En tal punto, al arroyo mencionado se le unen los cauces de El Salto y El Papalote, para finalmente desembocar en el embalse conocido como Laguna de Zumpango, a través del cauce del Río de las Avenidas, de Pachuca.

Otra componente del paisaje local es su especialización productiva. Durante la Colonia y hasta bien entrado el siglo XX dominaba el cultivo de maguey pulquero, y del último cuarto del siglo pasado a la fecha la producción de cebada maltera para insumo de la industria cervecera (Ramírez, 2000; Ramírez, 2015). Tal especialización regional permite observar considerables extensiones de tierra sembradas con cebada e incluso laderas de pequeños lomeríos cubiertas total o parcialmente con este tipo de cultivo (figura 1).

Figura 1. Paisaje característico de los Llanos de Apan



Fuente: Fotografía de Emmanuel Galindo (Valle de Apan, 2007).

Vinculada en su totalidad a la producción del cereal, otra imagen característica de la región es el pastoreo de ganado menor sobre los esquilmos de las parcelas una vez que se ha levantado la cosecha. Para facilitar tal actividad, resulta de primera necesidad la presencia y dispersión de los pequeños cuerpos de agua superficiales conformados por los jagüeyes, en los cuales abrevan los hatos de ovejas y cabras durante el continuo ir y venir desde la vivienda de sus dueños hasta las parcelas que se encuentran bajo pastoreo (figura 2).

Figura 2. Ganado menor abrevando en un jagüey



Fuente: Fotografía de Emmanuel Galindo (Valle de Apan, 2007).

agua de lluvia es una opción generalizada en toda la región, no menos importantes fueron las norias, los aljibes o las pequeñas represas de cal y canto.

Noticias contemporáneas respecto a la presencia y uso de pequeños cuerpos de agua superficiales se registran en las monografías de los municipios que conforman la zona de estudio. Asimismo, fuentes históricas del siglo XVI, como el llamado *Lienzo de Zempoala* o las *Relaciones Geográficas*, dan cuenta del uso prolongado tanto de acueductos como de los pequeños embalses objeto de estudio (Acuña, 1985; Ballesteros, 2005).

Respecto al uso de los jagüeyes, la *Relación de Tepeapulco*, redactada en 1580, indica que del pueblo de Tepeapulco al de Apan hay dos leguas de distancia, una legua de sierra con subidas y bajadas, y la otra legua de tierra llana que en los tiempos de aguas se formaban muchas lagunas (Acuña, 1985). La *Relación de Cempoala*, que data de las mismas fechas, señala que los pueblos de Cempoala, Tlaquilpan, Tzacuala y Tecpilpan se congregaron para estar juntos a la doctrina y por causa del agua, la cual tenían únicamente en jagüeyes. Sobre la conducción del agua de manantiales, en la misma relación se lee que los pueblos de la congregación traían el agua por unos arcos de cal y canto desde el pie de un cerro que llaman Tlecaxtitlán, hasta una fuente ubicada en medio de la plaza de esos cuatro pueblos y que corría por todas las calles (Acuña, 1985).

En la *Relación de Epazoyucan* se destaca que el asiento del pueblo de Epazoyuca se sitúa en la falda del cerro Tláloc, que es tierra seca. También se dice que se trajo el agua que manaba de unos cerros altísimos denominados Itztli, los cuales están distantes a tres leguas (Acuña, 1985).

Con referencia a Tepeapulco, el mismo documento señala que el agua con la cual se abastecía este pueblo fue traída por los naturales de un ojo de agua llamado Ozumba, ubicado a cuatro leguas (Acuña, 1985).

Otra fuente de información que hace referencia a la tecnología aquí analizada es un documento citado por Musset (1984), titulado “Información hecha por D. Luís de Velasco Virrey de España, sobre lo tocante al agua que se lleva al pueblo de Otumba”. Fechado en 1562, tal documento se refiere a la cabecera municipal de Otumba e indica que el agua que utilizaban las poblaciones indígenas para beber, antes de la construcción del acueducto, era principalmente la de lluvia recogida en los tradicionales jagüeyes.

También se menciona que al parecer esos jagüeyes no tenían techo, y como lo señaló el padre Tembleque, el ganado español podía beber ahí sin dificultad, por lo que los bueyes y las vacas contaminaban el agua hasta entonces reservada a los hombres (Musset, 1984).

Sobre el uso contemporáneo de tal técnica para el abasto de agua, en la monografía de Zempoala se menciona que en dicho municipio la hidrografía está constituida por jagüeyes, aljibes, pozos de agua y pequeñas presas, que frecuentemente se utilizan como abrevadero, y algunas veces, cuando tiene agua suficiente, para el regadío. Por su parte, en la monografía de Epazoyucan se detalla que en el municipio hay dos presas y más de una docena de jagüeyes, y que de estos sólo cuatro tienen agua todo el año. La monografía de Singuilucan refiere que en el municipio existen dos manantiales, y se especifica que aunque son pequeños siempre tienen agua; además se destaca que hay otros 21 cuerpos de agua de donde se extrae el líquido para diferentes usos (INAFED, 2017).

La monografía de Emiliano Zapata menciona únicamente la existencia de algunos pozos, manantiales y presas. Para Tlanalapa, las referencias a la presencia de cuerpos de agua superficiales señalan que hay algunos riachuelos, uno que otro depósito en zonas áridas y un arroyo grande que cruza el municipio. Respecto a Tepeapulco, en su monografía se indica que cuentan con el río Tezontepec y las lagunas Tuchac y Tecocomulco; también se mencionan otras cuatro corrientes de agua denominadas: canal Papalotes-Acopinalco, El Jihuingo, El Arroyo Grande y el Canal Tecocomulco y Cuatlaco (INAFED, 2017). Para Apan, su monografía señala que se cuenta con el río Tezontepec y las lagunas Tuchac y Tecocomulco, además de siete corrientes de agua cuyos nombres son: Cuatlaco, El Muerto, La Leona, Encinos, Sol, Magdalena y Tinajas (INAFED, 2017).

En la monografía de Calpulalpan se indica que los recursos hidrográficos son escasos y sólo se menciona el arroyo Amaxac de caudal perenne y otros arroyos intermitentes, cuya importancia es mínima. Por último, sobre Chignahuapan, en su monografía se señala que se cuenta con varias lagunas y bordos, entre estos destacan: El Rodeo, La Primavera, El Lagarto, San Francisco y Cruz Colorada (INAFED, 2017).

De acuerdo con lo anterior, podemos afirmar que entre los actuales pobladores de la zona de estudio existe un conocimiento de larga duración tanto para la captación de escorrentía y su almacenamiento en jagüeyes, como para el mantenimiento y rehabilitación de las obras

hidráulicas destinadas a ello. Muestra de esto último es una de las ilustraciones del llamado *Lienzo de Zempoala*, donde se puede apreciar tanto el paisaje como las obras hídras usadas hacia el año en que se elaboró la pintura (figura 4).

Figura 4. Fragmento del *Lienzo de Zempoala*



Fuente: Tomado de <http://bdmx.mx/documento/mapas-relaciones-geograficas-empoala-epazoyuca-tetlitzaca> (18 de junio de 2018).

Como se puede observar, en la imagen se ilustra de manera clara las distintas fuentes de agua y su almacenamiento. El pequeño círculo que está dibujado justo al centro de la imagen representa un jagüey, junto al cual se puede leer la leyenda *ueitlalpa amanalli*; el otro corresponde a un manantial con su respectiva conducción hacia una arquería, lo mismo que a una fuente ubicada en el centro del pueblo, para lo cual se incluye la leyenda *tianquiztli*.

Los especialistas que han estudiado la pintura señalan que hacia el centro de ésta se encuentra la representación de un jagüey, mediante un círculo de agua rodeado de arena. Dichos especialistas indican que los vocablos en náhuatl donde se lee *ueitlalpa amanalli* se traducen al español como el “jagüey de la llanura”; de manera específica, mencionan que la ubicación del cuerpo de agua está entre los cerros Metepec y Las Tetillas, y que tal punto en la actualidad se corresponde con uno cercano a la hacienda La Trinidad (Ballesteros, 2005: 67).

Con los argumentos presentados se tienen elementos suficientes para sugerir que en la zona de estudio hay una cultura hídrica de larga

duración, y que hoy en día ésta responde a la necesidad de tener fuentes de agua dispersas por el territorio para que abreve el ganado. Por tanto, también es posible afirmar que la respuesta tecnológica de almacenar escorrentía en los jagüeyes ha sido una opción eficiente tanto para los pobladores actuales como para los de épocas pasadas.

El sistema contemporáneo y las acciones necesarias para su permanencia

Con información obtenida mediante recorridos de campo, elaboración de croquis, entrevistas informales a algunos habitantes de la parte norte de los Llanos de Apan y la revisión de publicaciones sobre la temática (Galindo, 2007), podemos asegurar que las obras hidráulicas para almacenar escorrentía se construyen sobre lechos de arroyos secos, con el objeto de retener y almacenar la precipitación que escurre al presentarse una lluvia torrencial. Asimismo, el agua almacenada de este modo se utiliza en el transcurso del año, tanto para que abreve el ganado como para quehaceres domésticos cuando falta la del sistema de tubería en red.

Es necesario aclarar que por sí sola la obra de almacenamiento no puede captar una cantidad de escurrimiento considerable, al menos en los Llanos de Apan, donde la precipitación oscila entre 500 y 700 milímetros por año; por lo tanto, un jagüey en regiones de poca precipitación requiere de un espacio denominado área de captación. Y dado que la obra de almacenamiento y el área de captación se localizan en lugares separados o contiguos, pero no traslapados, resulta necesario transportar la escorrentía desde el área de captación hasta la obra de almacenamiento, situación que hace esencial la presencia de las llamadas obras de conducción.

A continuación describimos cada uno de los componentes del sistema para entender el manejo que hacen los pobladores locales para almacenar agua de lluvia, así como las tareas cotidianas que garantizan la permanencia de este y que forman parte de un amplio repertorio de conocimientos locales transmitidos de una generación a otra.

Zona de captación: se integra por laderas de cerros y lomeríos cubiertas por la vegetación característica de la región o que han sido abiertas al cultivo de cebada, y por parcelas localizadas en planicies con pendientes suaves que al saturarse de agua drenan los sobrantes hacia otras parcelas o hacia las obras de conducción (véase figura 5).

Figura 5. Zona de captación y obra de conducción

Fuente: Fotografía de Emmanuel Galindo (Valle de Apan, 2018).

Obras de conducción: son de dos tipos: las naturales o lechos de arroyos secos, y las artificiales o atarjeas que son construidas por los pobladores locales.⁷

En la zona de estudio, la atarjea es un canal que se excava entre la ladera de un lomerío y la primera parcela cerro abajo o entre parcelas. Su construcción tiene dos finalidades: la primera es concentrar y transportar la escorrentía hacia un solo punto, el cual en la mayoría de los casos es un arroyo seco o la obra de almacenamiento; y la segunda es evitar que la escorrentía se introduzca en las parcelas y arrastre consigo el suelo. De acuerdo con Galindo (2007), dicha excavación se hace de manera manual con pala y zapapico, sus dimensiones oscilan entre 1.0 y 1.5 metros de ancho por 0.30 y 1.0 metros de profundidad. Su longitud es variable, depende de la distancia entre los lugares donde se concentrará el escurrimiento y hacia donde se desea conducir el agua al momento de caer una lluvia torrencial.

Como también refiere Galindo (2007), es común que algunas secciones de lechos de arroyos secos que se encuentran en zonas con poca pendiente se utilicen como caminos para el paso de personas, ganado, autos y camiones. Dado que los arroyos forman parte de las obras de conducción, no sorprende que en la temporada de lluvias algunas partes del trayecto de estos lechos de arroyos secos, que son usados como caminos, se encuentren enlagnadas o deterioradas por la fuerza de la escorrentía que pasa sobre ellas.

⁷ *Atarjea:* “del haberisco, tarja, conducto de agua; f. caja de ladrillo con que se visten las cañerías; conducto por donde las aguas van al sumidero; depósito de agua de una ciudad” (*Diccionario de la Real Academia Española*).

Obra de almacenamiento: como ya se dijo, la totalidad de jagüeyes estudiados se localiza sobre lechos de arroyos secos para impedir el paso de la escorrentía que se dirige aguas abajo. La forma de la obra de almacenamiento, los materiales de construcción y el tamaño son muy variables de un jagüey a otro. Algunos tienen una construcción entre el vaso de almacenamiento y la obra de conducción; a dicha estructura se le conoce en el lenguaje técnico como trampa de sedimentos o desarenador, y en la zona de estudio como *cedazo* (véase figura 6).

Figura 6. Lecho de arroyo seco con desarenador



Fuente: Fotografía de Emmanuel Galindo (Valle de Apan, 2018).

Esto es así porque impide que el azolve arrastrado por la escorrentía se sedimente en el interior del jagüey. Otra función del desarenador es disminuir la velocidad de la escorrentía y aligerar el impacto de ésta sobre la cortina que impide su paso (Galindo, 2007). Los jagüeyes estudiados también cuentan con un vertedor de demasías o sangría, el cual permite que una vez alcanzada la capacidad de almacenamiento se descargue o desaloje los excedentes de escorrentía. La presencia del vertedor es importante, pues también evita la presión del agua sobre el centro de la cortina que la retiene.

Finalmente, durante el trabajo de campo se pudo observar que los principales usos del agua almacenada son tres: para que abreve el ganado, para quehaceres domésticos, y para rancherías y viviendas dispersas que no cuentan con el servicio de agua entubada, y donde el suministro bajo esta última modalidad es deficiente (véanse figuras 7 y 8).

Figura 7. Interior de un jagüey con agua almacenada para abrevadero y riego



Fuente: Fotografía de Emmanuel Galindo (Valle de Apan, 2018).

Otra de las funciones del humedal es la ambiental (véase figura 8).

Figura 8. Interior de un jagüey con flora y fauna acuática



Fuente: Fotografía de Emmanuel Galindo (Valle de Apan, 2018).

En épocas de periodo de estiaje, el jagüey disminuye su capacidad hasta en 70% (véase figura 9).

Figura 9. Interior de un jagüey con poca agua almacenada



Fuente: Fotografía de Emmanuel Galindo (Valle de Apan, 2018).

El jagüey constituye una oportunidad para que las familias se proveen del agua doméstica requerida, siendo los niños quienes realizan esta labor (véase figura 10).

Figura 10. Niño acarreado agua para uso doméstico



Fuente: Fotografía de Emmanuel Galindo (Valle de Apan, 2018).

Conclusiones

Las razones aquí expuestas respecto a los jagüeyes y el conocimiento tradicional para almacenar agua de lluvia permiten afirmar que es viable impulsar propuestas para su protección. Su declaratoria como patrimonio hídrico regional es una de las primeras opciones para el reconocimiento de una cultura hidráulica, propia de los Llanos de Apan, la cual ha hecho posible mantener estos pequeños humedales en la cuenca de México hasta nuestros días.

Como también se puso de manifiesto, otra opción es buscar la declaratoria como zona de humedales de importancia internacional, para ello resulta de primer orden estudiar el hábitat particular que se genera en los jagüeyes y determinar si las poblaciones animales y vegetales que los habitan son endémicas o migratorias en el primer caso. Para eso se recomienda poner especial atención en las aves, ya que al ser parte de la zona de influencia de la laguna de Tecocomulco es posible que ciertas especies utilicen de manera parcial estos pequeños cuerpos de agua.

Cabe señalar también que durante el trabajo de campo se detectaron algunas amenazas para la continuidad del sistema estudiado. La principal es el abandono, debido a la introducción del sistema de tubería en red y abasto de agua en las viviendas; la segunda es porque los pobladores locales pretenden utilizarlos como áreas deportivas; y la tercera es porque los dueños de las parcelas por donde pasan las obras

de conducción han migrado y no hacen el mantenimiento necesario, o en caso extremo impiden el paso de dichas obras.

Por tanto, se concluye que si bien persiste una cultura hídrica de larga duración en torno a los jagüeyes, ésta enfrenta amenazas. Una primera línea de acción es poner en marcha programas de concientización y políticas públicas a nivel municipal que incluyan la participación de los pobladores locales, la administración pública y la academia, para posteriormente considerar posibles modalidades de protección a través de esquemas como: los humedales artificiales de importancia internacional, el patrimonio hidráulico o las áreas destinadas voluntariamente a la protección.

Referencias

- Anaya Garduño, M. (1976), *Sistemas de capacitación de agua de lluvia para uso doméstico en América Latina y el Caribe. Manual técnico*. Recuperado de: <http://repiica.iica.int/docs/B1218c/B1218c.pdf>
- Acuña, R. (ed.) (1985), *Relaciones Geográficas del siglo XVI*, vol. 6-8, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Agarwal, A. & Narain, S. (1997), *Dying Wisdom: Rise, fall and potential of India's traditional water harvesting systems*, India: Centre for Science and Environ.
- Agarwal, A., Narain, S. & Khurana, I. (2001), *Making water everybody's business: practice and policy of water harvesting*, India: Centre for Science and Environ.
- Aldama, G., Ponce, J., Arredondo, J.L., Madrigal, D., Ruiz, A., Soto, E. & Meza, E. (2011), "Caracterización socioeconómica y técnica de la pesca en micro presas del trópico seco del Sur de México", en *Zootecnia Tropical*, vol. 29, núm. 2. Recuperado de: http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692011000200006.
- Alvares, R., Fernández, E. & López, C. (eds.) (2005), *La laguna de Tecocomulco. Geo-ecología de un desastre*, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Asteinzá, G. y Jiménez, M. (2008), "Límites técnico-constructivas, socioeconómicas, culturales y políticas en la construcción de bordos en tres comunidades del río Temascatio, estado de Guanajuato", en *Boletín del Archivo Histórico del Agua*, núm. 13.
- Ballesteros, V. (2005), *La pintura de la relación de Zempoala de 1580*, México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Barceló, R. (2010), "Los testimonios alimentarios recopilados por Fray Bernardino de Sahagún: alimentos de dioses y hombres", en M. Morales [coord.], *Tepeapulco. Región en perspectiva*, México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Barkin, D. (1998), "La producción de agua en México: aportación campesina al desarrollo mexicano", en *Ecología Política*, núm. 16. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/cjemplar/15294>.
- Berlanga, C. & Ruiz, A. (2004), *Análisis comparativo del sistema clasificatorio de humedales*, México: Instituto Nacional de Ecología.
- Bohem, B. y Pereyra, A. (1974), *Terminología agrobhidráulica prehispánica nahua*, México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Botero, L., De La Ossa, J., Espitia, A. & De La Ossa, A. (2009), "Importancia de los jagüeyes en la sabana del caribe colombiano", en *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, vol. 1, núm. 1. Recuperado de <https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/view/413>

PARTE 2. COMUNIDADES ORGANIZADAS

- Comisión Mundial de Represas (2000), *Represas y desarrollo: un nuevo marco para la toma de decisiones (El reporte final de la Comisión Mundial de Represas)*, Comisión Mundial de Represas.
- Comisión Hidrológica del Jucar (2011), *El patrimonio hidráulico histórico en el ámbito territorial de la Comisión Hidrológica del Jucar*, España: Comisión Hidrológica del Jucar.
- Comisión Nacional del Agua (2004), *Compendio del agua, 2004, región XII*, México: Comisión Nacional del Agua.
- Dávila, J. (2012), "Aprovechamiento de las aves acuáticas silvestres para la comunidad de San Miguel Allende, Tepeapulco, Hgo" (tesis de Licenciatura en Biología), México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- De La Ossa, J. y De La Ossa, A. (2013), "Ocupación de jagüeyes por la babilla, *Caiman crocodilus fuscus* (Cope, 1868) en el Caribe colombiano", en *Biota Colombiana*, vol. 14, núm. 2.
- De La Ossa, J., Ardila, M. & De La Ossa, A. (2017), "Jagüeyes y su papel potencial en la conservación de tortugas continentales en el golfo de Morosquillo, Sucre, Caribe colombiano", en *Biota Colombiana*, vol. 18, núm. 1.
- Diario Oficial de la Federación (DOF), *Ley general de equilibrio ecológico y la protección al ambiente*, México: Secretaría de Gobernación, 04 de junio.
- Dungan, P. (ed.) (1992), *Conservación de humedales. Un análisis de temas de actualidad y acciones necesarias*, Suiza: Unión Mundial para la Naturaleza.
- Fortanelli, J., Loza, J., Carlin, F., y Aguirre, J. R. (2007), *Jardines en el desierto. Agricultura de riego, tradicional y moderna, en el altiplano potosino*, México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Galindo, E. (2007), "Organización social para el uso y manejo de jagüeyes: el caso de la zona norte de los Llanos de Apan" (tesis de maestría), México: Colegio de Postgraduados.
- Galindo, E., Palerm, J., Tovar, J., y Rodarte, R. (2008), "Tecnología hidráulica y acciones comunitarias para captar agua de lluvia en jagüeyes", en *Boletín del Archivo Histórico del Agua*, año 13.
- Galindo, E., Serrano, T., Rodarte, R., Hernández, T. & Manetta, A. (2016), "Small Non-Conventional Irrigation Dams with Open and Elongated Fields", en *Journal of Water Resource and Protection*, núm. 8.
- González, A. (2008), *Humedales en el suroeste de Tlaxcala: agua y agricultura en el siglo XX*, México: Universidad Iberoamericana.
- González, A. y Velasco, J. (2015), *La muerte de un humedal. Ambiente y cultura en la cuenca alta del río Lerma*, México: Alpe.
- Guzmán, M. y Palerm, J. (2005), "Los jagüeyes en la región de los altos centrales de Morelos", en *Boletín del Archivo Histórico del Agua*, núm. 29.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) (2017), *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México, versión digital*. Recuperado de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/index.html>.
- Kendall, A. & Rodríguez, A. (2002), "Las chochas andinas: una solución para mitigar el riesgo agropecuario y doméstico en la sierra del Perú", en Palerm; Jacinta [ed.], *Antología sobre pequeño riego. Volumen III Sistema de riego no convencionales*, México: Colegio de Postgraduados.
- Montes de Oca, A. y Palerm, J. (2012), "Los reservorios secundarios (jagüeyes) en el sistema de riego Tepetitlán: el control local", en Memorias del Segundo Congreso de la Red de Investigadores Sociales sobre Agua, México.
- Musset, A. (1984), "El acueducto de Zempoala: las respuestas de fray Francisco de Tembleque", en *Historias*, núm. 19.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (1972), *Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural*, UNESCO. Recuperado de: <http://whc.unesco.org/archive/convention-es.pdf>.
- Ortega, R. (2013), "Least Grebe (*Tachybaptus dominicus*) Breeding Outside its Range: Importance of Artificial Habitats for a Species of Waterbird", en *The Southwestern Naturalist*, vol. 58, núm. 3.

- Palerm, J. (2002), *Antología sobre pequeño riego. Volumen III Sistema de riego no convencionales*, México: Colegio de Postgraduados.
- Pelro, M. (2013), "En busca del patrimonio hidrico perdido", en *Ciudades*, vol. 99.
- Querol, M. (2012), *Manual de gestión del patrimonio cultural*, España: Akal.
- Quiroz, H. & Díaz, M. (2009), "Los bordos y su aprovechamiento en Morelos", en *Inventio*, vol. 12, núm. 6.
- Ramírez, M. (2000), *Ignacio Torres Adalid y la industria pulquera*, México: Plaza y Valdez.
- Ramírez, R. (2015), "La transformación de la región pulquera en los llanos de Apan (1910-1950)", en Salas, H. y Toscana, A. [coords.], *Campeños y procesos rurales. Volumen VII Territorios y regiones*, México: Asociación Mexicana de Estudios Rurales.
- Rangel, N. y Riemann, H. (2015), "Los humedales en la región Camalú-El Rosario: de las misiones a la agricultura de San Quintín", en Riemann, H. [coord.], *El agua en la región agrícola Camalú-El Rosario, Baja California. Un recurso sobreexplotado con repercusiones sociales y ambientales*, México: Red Nacional de Investigación Urbana.
- Real Academia Española (RAE) (2019), *Diccionario de la lengua española*. Recuperado de: <https://dle.rae.es/atarjea?m=form>.
- Rivas, M. (2008), "El sistema de jollas una técnica de riego no convencional en la Mixteca", en *Boletín del Archivo Histórico del Agua*, año 13, Número especial Captación de agua de lluvia, México: Archivo Histórico del Agua-Comisión Nacional del Agua.
- Rojas, T. (2009), "El agua en la antigua Mesoamérica: usos y tecnología", en T. Rojas, J. L. Martínez y D. Murillo, *Cultura hídrica y simbolismo mesoamericano del agua en el México prehispánico*, México: CIESAS-IMTA.
- Rojas, T. (1997), *La cosecha del agua en la Cuenca de México*, México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
- Serra, M. C. (1988), *Los recursos lacustres de la Cuenca de México durante el formativo*, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Terregrosa, M. L. y Karina K. (2014), "La reproducción de una tecnología basada en conocimiento tradicional", en Memorias del Tercer Congreso de la Red de Investigadores Sociales Sobre Agua, Salvatierra, Guanajuato, México.
- Velazco, H. (1995), "Fuentes de agua de consumo humano en el medio rural de los semidesiertos mexicanos", en *Terra*, vol. 4, núm. 13.
- Valer, F. y Pérez, J. (2014), *Manual técnico N° 1. Las qochas rústicas*, Perú: PAAC.

CAPÍTULO V

PAISAJES Y MOVIMIENTOS SOCIALES DEL AGUA

Acela Montes de Oca Hernández¹

Introducción

Los estanques de agua conocidos localmente con el nombre de bordos se han incorporado a los paisajes naturales, y como construcción social han sido adecuados para la captación de escurrimientos, en especial en épocas de lluvias. El estudio de los almacenamientos hídricos que predominan en el centro de México está relacionado preponderantemente con las actividades agrícolas, ganaderas, pesqueras, turísticas y de recolección y elaboración de artesanías. El objetivo es describir y analizar la diversidad de almacenamientos rurales, así como generar una propuesta de su tipificación por fuentes de llenado.

La necesidad de agua de las sociedades para suplir la demanda doméstica, agrícola y sólo después la ganadera fue y es imperante. La existencia de amplios territorios dominados por la agricultura y ganadería demandó obras con tecnología precaria, necesarias para captar el agua de lluvia, ríos, arroyos² y manantiales que perduran hoy en día. Algunas de dichas obras están resguardadas en tierras con propiedad social, otras en tierras de propiedad privada y las menos en manos de municipios, proporcionándoles diversos modelados de paisajes.

Referirse a paisajes incluye la combinación de elementos físicos, sociales, culturales, tecnológicos e institucionales. Pero el orden en que se determinan las intervenciones nos enfrenta con tres problemas. Uno de ellos advierte la identificación armónica que suele aludir a criterios de belleza (naturales u obras); el segundo concierne a las acciones de la población para con sus recursos; y el tercero se refiere al esfuerzo requerido para su administración, conservación y mantenimiento (Añón, 2012).

La diferencia de criterios empleados para la clasificación del paisaje tiene sin duda relación con las condiciones físicas del territorio, las

¹ Profesora-investigadora del Centro de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad Autónoma del Estado de México. acela_cicsyh@yahoo.com.mx

² La diferencia con un río es que tienen menor caudal; de hecho, son los tributarios de este y pueden, en épocas de sequía, perder toda su capacidad. Técnicamente, los arroyos son conocidos como ríos de primer y segundo orden. Son relativamente pequeños en términos de su área de drenaje, descarga y longitud (Segnini, 2014).

modificaciones de las actividades propias o adyacentes a los mismos y las administraciones comprometidas con la gestión de recursos naturales, humanos, financieros y tecnológicos. El panorama que integra entramados culturales es parcialmente abandonado por las ciencias naturales, pues la transformación de sus elementos visibiliza valores y sentimientos que no se pueden experimentar (Nogué, 2007).

Cabe recordar que las facultades y perspectivas humanas –en cuanto a creatividad y herencia transmitida de manera oral– buscan representar con los paisajes culturales lo indisoluble que puede ser la estrecha asociación de estructuras, para exhibir prácticas tradicionales de manejo de recursos naturales. Por ejemplo, al observar la construcción de un canal de riego podemos percatarnos de préstamos culturales en la canalización del agua.

El horizonte del concepto de paisaje no siempre se define por fronteras naturales, debe ser analizado en sus extensas dimensiones no sólo de provisión de servicios contemporáneos, sino también de los impactos históricos y culturales que denotan. Las inventivas tecnológicas para la construcción de obra, así como los intereses económicos y políticos, plantean ideas para convertir amplias zonas de bosques en zonas productoras de cereales y ganado (Urteaga, 2014).

La semiología del paisaje cambia a partir del control del agua. Los esteros truecan su vitalismo en pro de su uso instrumental como recurso amoldable según las necesidades de las poblaciones. Constantemente estos cursos fueron desviados [...] las identidades se anclan en el paisaje y el agua aparece como la matriz natural que moldea la autopercepción y la relación con los otros grupos que habitan los paisajes (Skewes *et al.*, 2012: 307).

Pero al ser el agua el sostén de los ecosistemas, su disposición y manejo se organiza en vertientes que demandan en las poblaciones el derecho a poseerla hasta su conservación. La respuesta antrópica difiere por los procesos de producción; sin embargo, la tensión más frecuente han sido las pugnas desde principios del siglo XX, porque la política del Estado se dedicó a almacenar grandes cantidades de agua para uso energético, agrícola, doméstico o industrial. Este proyecto denominado por algunos ingenieros (Oribe, 1960) de la época como de gran envergadura no entendió el papel crucial de áreas de riqueza biológica y pluralidad cultural.

Ríos, arroyos, manantiales y acuíferos se han visto amenazados, porque los recursos naturales están siendo limitados a un ritmo alarmante

(en menos de medio siglo 70% de los acuíferos está sobreexplotado, y 100% de los ríos presenta algún tipo de contaminación) (CNA, 2010).

La amenaza ambiental al ciclo del agua no ha detenido la capacidad de grupos humanos para abastecerse sin depender de la ingeniería hidráulica, de ahí que no se acote el tema del agua a las condiciones físicas de cualquier espacio. Algunas investigaciones proponen atender a factores perceptivos del paisaje hídrico mediante la sistematización de la información en tres grandes temas que lo configuran: Waterscape, Paisaje Antrópico y Escena Urbana (Del Castillo y Castillo, 2016).

Por lo tanto, el paisaje hídrico reconoce el componente urbano considerando tres principios: ordenación matricial de los elementos y componentes tangibles e intangibles y las condiciones sociales (Del Castillo y Castillo, 2016). Se trata de resignificar la relación de la ciudad con el recurso agua; desde un imaginario de recuperación ambiental se alude ópticamente a paisajes hídricos (plantas y pastos plastificados).

La mecánica de los paisajes visibiliza las alternativas e influencias que tienen las poblaciones frente a las exigencias del mercado o bien sobre las propias. Ante principios de agotamientos hídricos y la lucha por su control, surgen escenarios de disputa. Para Gama y Ochoa (2004), el criterio que permite un acercamiento a la relación agua y ser humano son los territorios hídricos.

Así como los paisajes, los territorios hídricos se construyen en relación con los ciclos hidrosociales. La implicación de fronteras y los límites políticos impuestos por el Estado redefinen contextos de luchas por el poder económico alcanzando a los recursos naturales. A partir de esto, el territorio hidrosocial se define como la articulación de tres espacios territoriales: a) espacios físicos de cuenca, incluyendo infraestructura; b) espacios sociales, definidos a partir de los usos y manejos materiales y simbólicos que los actores sociales hacen del agua; y c) los espacios político-administrativos, generados en los discursos de desarrollo territorial y de la institucionalidad de regulación hídrica. Esta coyuntura se produce en el contexto de interacciones sociopolíticas (Damonte, 2015: 115).

En este tenor, examinamos, en materia hídrica, las obras de captación desarrolladas al margen de la política de Estado. A diferentes pisos altitudinales la hidráulica tradicional es capaz de transformar las condiciones de sequía de los suelos. Un efecto sustantivo de la presencia de HA, además de los atributos biofísicos, son las propiedades estructurales, las cuales comprenden un microrrelieve que va definiendo los espacios de

producción. La alternativa a la actividad agrícola, en lugares con escasez hídrica, ha sido la reutilización de aguas domésticas e industriales; el elevado contenido de nutrientes y materia orgánica, se piensa, favorece la producción y mejora los suelos (Véliz, 2009). Asimismo, el patrón de utilización local del recurso hídrico está vinculado a un sistema de provisión, que pone en duda su calidad; existen aquellos caudales considerados de propiedad común que han resultado ser favorables debido a particularidades de baja exclusión, pero alta rivalidad en su uso (Griffin, 2006).

El capítulo se integra por los siguientes apartados: el primero aborda el complejo sistema de bordos del siglo XX y los jagüeyes; el segundo alude a la tipología de paisajes hídricos, manejos sociales, presencia de especies y ambiente; el tercero completa el reconocimiento y caracteres del paisaje hídrico provisto por los almacenamientos; el cuarto se refiere a las fuentes de llenado y, por último, a algunos casos de estudio.

Metodología

Los métodos de investigación fueron el histórico y el etnográfico. Del método histórico destaca la información documental resguardado en el Archivo Histórico del Agua (en adelante, AHA) y del Archivo Histórico del Estado de México (en adelante AHEM), así como las estadísticas del Registro Público de Derechos del Agua (en adelante, Repda), contrastados con cartas hidrológicas y trabajo de campo.

De un total de 1,974 documentos referidos al uso agrícola del agua en el periodo de 1930 a 1960, en la agricultura en los estados de Querétaro y México, 979 aluden a la construcción y existencia de bordos, especialmente en ejidos y pueblos. Estos datos reflejan la importancia de la actividad primaria campesina, a pesar del apoyo e inversiones a la creciente industrialización de esta región. Los temas se ordenaron en tres rubros: infraestructura hidráulica, ambiente y organización social. Con soporte de fotografías, imágenes de Google Earth y cartografía a escala 1:10,000, se localizaron zonas de paisaje de pequeños almacenamientos por su fuente de llenado. La sobreposición de mapas temáticos (hidrología, sistemas de propiedad social, usos del suelo) ayudó a ubicar los lugares para llevar a cabo el trabajo de campo.

Respecto al método etnográfico, la fase de campo fue de tres años, en periodos intersemestrales y vacacionales. El primero (primavera 2016) consistió en el recorrido de área para identificar a la población y sistemas de propiedad y uso de los almacenamientos; la segunda fase

(verano 2016 e invierno 2017) fue de recolección de datos físicos (tipo de suelo, flora, fauna, geomorfología, altitud y coordenadas geográficas) con apoyo de tomas fotográficas. La tercera etapa (primavera 2018 y 2019), incluyó la identificación de población y autoridades relacionadas con la construcción, uso y manejo del paisaje para la aplicación de entrevistas semiestructuradas a autoridades ejidales y algunos usuarios. Por último, se procesó la información y analizaron los datos con ayuda del software QGIS3 y el programa Excel.

Los paisajes resultantes del complejo de bordos del siglo XX

Las referencias al origen de los bordos, localizados en varios documentos del AHM, respecto a su construcción, ampliación, rehabilitación y conservación se remontan a “tiempos inmemoriales”, finales del siglo XIX y a lo largo del siglo XX. La riqueza histórica muestra que las extensiones o superficies que ocupaban algunas reservas de agua permanecían en contacto con los campos de cultivo; de manera que comprender su función era inminente para el desarrollo de praderas, hidrófitas y cultivos bajo riego.

Por otra parte, durante la reforma agraria y con el nuevo trazo de las tierras de cultivo hubo adjudicaciones de la totalidad del almacenamiento a los nacientes ejidos, pasando del uso privado al colectivo. En el caso de solicitud y entrega de dotaciones por accesión, por ejemplo, en el ejido de San Francisco Calixtlahuaca, municipio de Toluca, en 1940 le fueron entregadas aguas sobrantes del bordo Garambullo y San Diego (antiguos propietarios de los ranchos San Isidro y San Diego) para riego de 400 hectáreas (AHM, Fondo Fomento, serie aguas, vol. 18, exp.11).

En estos casos se añaden al paisaje hídrico las construcciones y trazo de calles que más tarde darían lugar a los pueblos, y el ecosistema quedó aledaño a las casas-habitación, sin perder su uso agrícola y generando uno recreativo. Son variadas las referencias en cuanto a solicitudes de autoridades que representan a pueblos y ejidos, y de hacendados y propietarios privados que recurren a instituciones federales, estatales y municipales para solicitar material con el fin de extender las zonas de riego o ampliar la capacidad de almacenamiento de los bordos.

El aprovechamiento de las aguas no reconocidas o protegidas como propiedad del Estado (pequeños arroyos, escurrimientos pluviales, pequeños manantiales), en el siglo XX mantiene latente, hoy en día, un manejo y control hídrico en las comunidades.

La huella de las comunidades organizadas para con los almacenamientos se evidencia también en constantes conflictos. En otros, se esperaba la declaratoria de propiedad nacional de algunos bordos y/o la confirmación de derechos de uso de aguas superficiales, ya que los antiguos usuarios (hacendados) impedían el uso de agua a los nuevos usuarios (ejidatarios). Por ejemplo, el Ministerio de Comunicaciones señaló que la Comisión Hidrográfica tuvo que mandar quitar una presa (bordo) que los vecinos de San Pablo de las Salinas pusieron en el canal de desagüe (AHEM, Fondo Aguas, vol. 2, exp. 29, f. 34). También se indicaron casos de conflictos como el siguiente:

Solicitud de legalización de derechos para seguir utilizando las aguas del arroyo La Coraza, almacenadas en el bordo san Román. Plano de la fracción número 2 del rancho San Román, propiedad del usuario. Escrito del usuario denunciando a los ejidatarios de San Pablo Oxtotipan de vender el agua del bordo San Román y de impedirle el uso de las aguas. Oficio de la dirección general de distritos de riego manifestando que la solicitud de legalización no afecta ningún distrito de riego. Oficio de la Secretaría comunicando al usuario que debe remitir documento para acreditar la propiedad del terreno que irriga (AHA, Fondo Aguas Nacionales, caja 666, exp. 7596, leg. 1, f. 22).

La queja es de José Moreno González, en representación de los aparceros de Montenegro, contra el dueño del predio Montenegro, quien tira el agua del bordo La Chata, perjudicando el aprovechamiento de usos domésticos y abrevadero de ganado (AHA, Fondo Aguas Nacionales, caja 1776, exp. 24965, leg. 1, f. 2).

A finales del siglo XX la ingeniería hidráulica planea transformaciones en los paisajes hídricos de la parte norte del Estado de México. La Comisión Nacional del Agua, a través de informes y proyectos, remite a problemas de baja eficiencia en el regadío, señalando que la pérdida de agua por infiltración y evaporación se debe a que los almacenamientos pequeños están contruidos en tierra, así como sus canales de riego (AHEM, Anaquel 9, Entrepaño A, Estudio 1). Estos pronunciamientos de ingeniería “moderna” limitan la comprensión de la importancia de los bordos, que ayudan a retener los cursos de flujos torrenciales, bajo un proceso de acumulación relativamente parsimoniosa (dependiendo del grado de pendiente, precipitación pluvial y procesos de desertificación aguas arriba), evitando los deterioros físicos que causan. La figura 1 resalta el complejo sistema de captación de agua de los almacenamientos que en Ecuador les nombran “albarradas”.

Figura 1. Mecánica de recarga de acuíferos mediante albardadas



Fuente: Marcos y Bazurco (2006).

La técnica hidráulica sigue la misma dinámica que los sistemas del centro de México tratados en los diversos capítulos de este libro.

Además de estos recuentos históricos del conocimiento ancestral de gestión y manejo de corrientes de aguas superficiales y torrenciales, se incorpora la identificación de problemáticas actuales como: cambio de uso de suelo, modificación de las actividades primarias por las secundarias o terciarias, pérdida de memoria colectiva, contaminación de las fuentes superficiales e irrisorio compromiso del Estado para reconocer las funciones de obras hidráulicas de pequeñas dimensiones. A pesar de ello, los agricultores que conservan estos almacenamientos están convencidos de que son fuente de vida y de que sin ellos las actividades que les dan sustento los conducen a la escasez alimentaria (véase tabla 1).

Tabla 1. Semblantes generales de algunos pequeños almacenamientos del siglo XX

Humedal artificial/ llenado metros cúbicos m ³	Sistema de captación de agua	Técnica de llenado	Estado/ Comunidad o propietario privado	Autoridades	Cultivos principales
Bordo San Dionisio	Escurrimientos pluviales	Conducción por dos canales de tierra	Estado de Hidalgo/ San Dionisio	Delegado y comisariado ejidal	Maíz Avena
Bordo Cuendo, 248,832 m ³ de diciembre a mayo de cada año. El Bordo Manantial la Venta	Manantial La Venta	Canal de tierra	Estado de México/Santa María Citandaje, Jocotitlán	Comité particular	Maíz criollo Avena Trigo
Bordo San Ramón y San Isidro con 271.700 m ³ Bordo San Pedro 21,740 m ³	Río Almoloya de Juárez	Un canal de tierra	Estado de México/San Lorenzo Toxico, Ixtlahuaca	Comité Agrario	Maíz criollo Avena Haba Calabaza

Bordo Las Ánimas 30,835 m ³	Escurrimientos pluviales de los cerros Las Palomas, Los Gallos y el Tune	Varios canales de tierra		Pueblo	Maíz criollo Avena Haba Frijol
Bordo La Cruz 12,200 m ³					
Bordo La Manga 24,000 m ³					
Bordo el Muerto 25,000 m ³					
Bordos Los Sauces, los Carrizos, Don Cundo, Bordo Nuevo y Derramadero	Presas Huapango	Canal de riego encementado	Estado de México/ Ranchería San Nicolás de los Cerritos	Ejido	Maíz criollo Alfalfa Trigo
Bordos El Guarda, El Picacho y Totoltepec	Agua de tres manantiales	Tres canaletas de tierra	Estado de México/ Rancherías	Vecinos de rancherías El Picacho y Totoltepec en Joquicingo	Maíz
Bordo de Herlindo Santana	Escurrimientos pluviales	Canal de tierra	Estado de México/Chapa de Mota	Sr. Herlindo Santana	Maíz
Jagüey Ocotchco	Escurrimientos pluviales	Canal de tierra	Estado de México/Pueblo de San Miguel Tlaxiapan, Texcoco		Maíz
Jagüey	Escurrimientos pluviales	Canal de tierra	Estado de México/ Tequixquiác/ Barrio San Miguel	José Martínez y Julio González, vecinos del Barrio de San Miguel, municipio de Tequixquiác	Maíz
Bordos El Espejo y San Carlos	Escurrimientos pluviales	Canal de tierra	Estado de México/ Exhacienda de Polotitlán,	Nicasio Jasso	Maíz
Jagüey Ocotchco	Escurrimientos pluviales	Canal de tierra	Estado de México/ Texcoco/ San Miguel Tlaxiapan	Pueblo	Maíz
Bordo San Román	Arroyo la Coraza	Sobre el arroyo	Estado de Hidalgo/ Chapantongo/ localidad San Ramón	Rancho San Román y ejidatarios de San Pablo Oxtotilpan	Maíz Avena

Fuente: AHAM, Fondo Aguas, vol. 15, exp. 16. AHAM, Fondo Aguas, vol. 16, exp. 25. AHAM, Fondo Aguas, vol. 16, exp. 31. AHAM, Fondo Aguas, vol. 16, exp. 84. AHAM, Fondo Aguas, vol. 18, exp. 11. AHAM, Fondo Aguas, vol. 19, exp. 1. AHAM, Fondo Aguas, vol. 21, exp. 14 y 15.

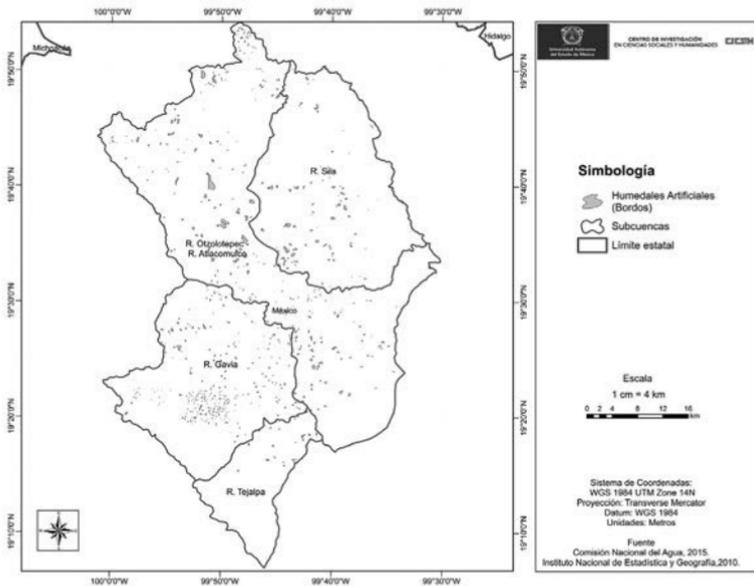
Los bordos construidos con recursos privados y/o comunitarios se relacionan con la eficiencia humana para captar los recursos que la naturaleza provee, pero también por las reglas que se definen para determinar su uso y conservación. El aprendizaje cultural que conlleva tiene implícitas tecnologías tradicionales que se transmiten de manera oral; así los locatarios comentan:

Desde que era mi papá un niño este bordo ya estaba, me cuenta que la tierra se sacó con pico y pala y con unos costales, que cargaban en la espalda, se acarrea la tierra... me imagino que es un trabajo muy duro, porque ahora veo cómo lo limpian con la máquina y es mucha la tierra que sacan... también me acuerdo que veníamos con mis hermanos a nadar y a veces tomábamos de esta agua, nadie nos decía nada, podíamos pescar (Entrevista a Sr. Rubén García, la Muralla, 21 de marzo de 2018).

Tipificación de pequeños almacenamientos por fuentes de llenado

La distribución espacial de la oferta hídrica de estudio se representa a nivel de cuatro subcuencas ubicadas en el centro del Estado de México (véase figura 2).

Figura 2. Localización de bordos en subcuencas del Estado de México



Fuente: Elaboración propia, con datos de la Comisión Nacional del Agua (2015).

La subcuenca del río Tejalpa (RH12Aj), ubicada en la parte sur, cuenta con un área total de 217.33 km² y un perímetro de 79.60 metros. La subcuenca del río Otzolotepec-Atacomulco (RH12Ab) se localiza al norte y tiene un área de 1135.15 km² y un perímetro de 263.40 metros. La subcuenca del río la Gavia (RH12Ai) se ubica al oeste y cuenta con un área de 579.87 km² y un perímetro de 119.92 metros. Por último, la RH12Am río Sila se sitúa al este y conserva un área de 638.65 km², con un perímetro de 126.71 metros. El total de la superficie donde se localizan los HA es de 2,571 km². Es visible la continuidad de humedales en la zona centro del Estado de México y que prosigue hacia el norte por los estados de Querétaro y San Luis Potosí. En este sentido, el llenado de los bordos depende en gran medida de los ríos que descienden por la parte sur, donde se ubica el Nevado de Toluca, y también por la parte este de los numerosos afluentes del río Lerma que emergen de la Sierra de las Cruces, así como sus manantiales.

Conexión con una obra de captación mayor

La construcción o rehabilitación de presas por parte del gobierno mexicano (de 1926 a 2019) propaga una extracción de millones de metros cúbicos de agua, aunado a la disminución de tierras o espacios de bosque que sirven como zonas de recarga natural. La promesa de ingeniería hidráulica en México ha sido incrementar la producción agrícola con la apertura de nuevas tierras de cultivo, con manifiestas consecuencias ambientales. En cambio, la construcción de múltiples bordos conlleva obra de menor tamaño con sus respectivas compuertas y canales de riego. En ellas perviven los espacios de campos agrícolas abiertos que dan libertad para movilizar y dirigir el agua a diversas parcelas (véase figura 3).

Figura 3. Dinámica de llenado de bordos con agua de presa a través de canal, 2019

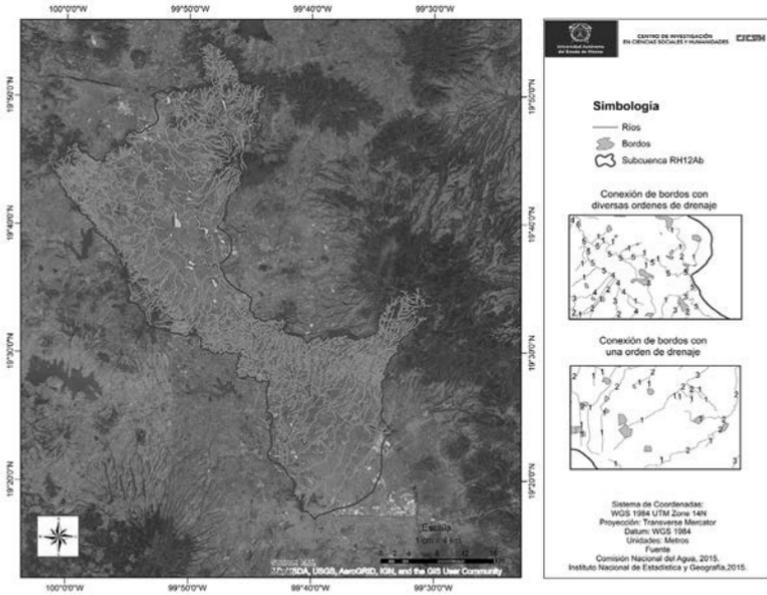


Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth (2020) y trabajo de campo, periodos primavera-verano 2019.

Desconexión vía obra hidráulica tecnificada

La prominencia de bordos que se alimentan en un 100% con el movimiento del cauce de ríos, depende de los órdenes de drenaje (río). En ellos son preponderantes los de orden 1 y 2. Las condiciones favorables del suelo para retener el agua permiten la acuacultura, y dado que todo el año tiene agua, pueden gestarse plantas hidrófilas. Entre vegetación de tulares y juncos, las aves encuentran el lugar idóneo para anidar y franquear la época invernal. La figura 4 constituye un acercamiento a la emergencia de cauces menores y mayores (órdenes de drenaje 1, 2 y 3).

Figura 4. Conexión de bordos con órdenes de drenaje



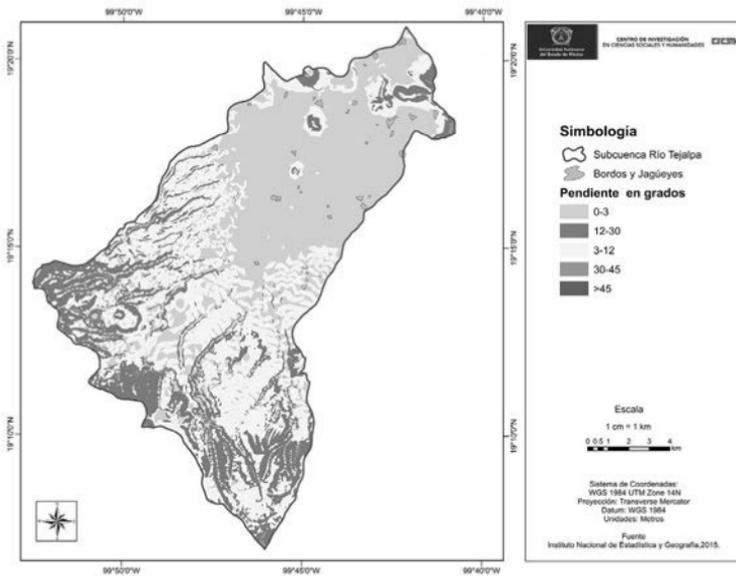
Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del Agua (2015).

Nótese que los cauces, de salida, de los bordos que se ubican en la parte inferior izquierda de la figura, se unen a otros bordos o reciben el aporte de unos nuevos, lo cual da lugar a ríos de tercer orden.

Relacionados con la pendiente

Los ríos son el principal elemento del paisaje que permite alterar su flujo mediante la desviación de una parte de su curso. La siguiente figura corresponde a la subcuenca del río Tejalpa, cuyo relieve del sur inicia en los 2894 m.s.n.m. y al norte en los 2609 m.s.n.m. En la parte centro, lugar donde se ubica la mayor parte de los humedales, la altitud es de 2585 m.s.n.m (véase figura 5) (Inegi, 2010).

Figura 5. Relieve de subcuenca del río Tejalpa



Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (2015).

El tipo de pendiente de 0 a 3 indica que las rectas de sur a norte y de norte a sur tienen una inclinación plana y ligeramente suave.

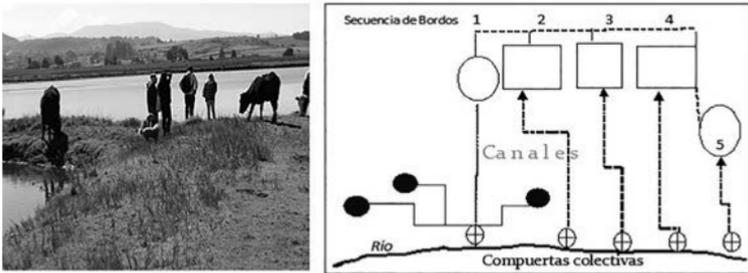
La diferencia de altitud entre el lugar donde emergen los ríos (que descienden lentamente en épocas de sequías, y en épocas de lluvias de forma torrencial) y los bordos va de 250 metros (en la parte sur) a 300 metros (en la parte norte), lo cual posibilita el llenado por gravedad de los almacenamientos del Valle de Toluca. La ligera inclinación del relieve, en la parte del valle, es virtuosa en tanto el arrastre de sedimentos no se

acelera con la velocidad del agua (sólo en épocas de sequía). También se destaca que las tomas de agua sobre el río, direccionadas a los bordos, disminuyen su cauce en diversos puntos, lo cual pudiera contrarrestar la erosión hídrica; sin embargo, habría que documentarlo en otro momento, ya que no es parte del objetivo de este trabajo.

La existencia de agua permanente, así como el grado de contaminación, no impiden que además de usarse para la actividad agrícola y para abrevadero, se destine a la piscicultura, con especies que logran soportar ciertos grados de contaminación (Tilapia). La presencia de plantas hidrófitas promueve también la actividad artesanal de la cestería. Con la planta del tule *Tythpa latifoliada* se elaboran diversas artesanías de uso elemental en los hogares; por ejemplo, petates (especies de alfombras de diversos tamaños), bolsas para guardar y transportar productos pequeños, sombreros, figuras de animales, abanicos, soporte de sillas, entre otras.

Interconectados con otros HA

Figuras 6 y 7. Bordos adyacentes del ejido de Sebastián Lerdo de Tejada, Toluca, Estado de México, 2018



Fuente: Fotografía de Acela Montes de Oca (Valle de Toluca, 2018).

En los tipos de llenado, cada bordo recibe agua directamente del río, aunque es habitual que se complemente su capacidad entre ellos. Cuando existe el escalonamiento entre bordos surgen los arreglos extralocales. Parte de las negociaciones entre las autoridades es organizarse en grupo para evitar que usuarios aguas arriba disminuyan el volumen que les corresponde y llevar a cabo trabajo de faenas de limpia de canales.

El paisaje de bordos con distanciamiento menor a cinco metros permite comprender que las aguas torrenciales, provenientes de las

regiones de montaña o serranía, dan la oportunidad de llenar varios de ellos. El funcionamiento de escalonamiento en el llenado de almacenamientos provee el recurso suficiente para irrigar amplias zonas de cultivo y para contener los conflictos por el acceso al agua o restricciones en la producción campesina.

La forma de los almacenamientos va desde rectangulares hasta circulares. En los casos de construcción del humedal sobre pendiente ligeramente inclinada, la forma es de herradura, parábola o elipse para aprovechar al máximo los escurrimientos. Por lo general, los humedales poseen una forma irregular. El trabajo demanda una eminente conexión entre la defensa y protección del agua, y el mantenimiento de la diversidad biológica que de él se sustenta.

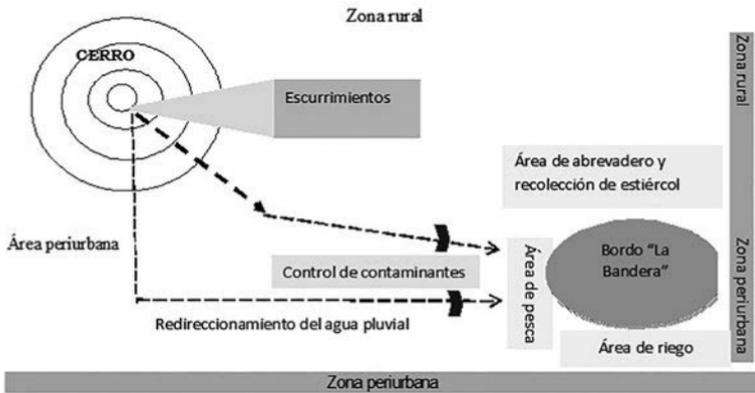
El agua almacenada, en algunos casos, no requiere de gastos o trabajo humano para conducirla, pues se construye sobre la fuente. Como ejemplo consideramos el caso de la localidad de San Dionisio, en el municipio de Acatlán, estado de Hidalgo. Para tener acceso a esta agua, los interesados deben contribuir con un pago a la comunidad de 800 pesos al año, lo cual les da derecho a ser socios del sistema, además de realizar los trabajos de limpieza.

Dependiendo del tamaño del humedal se generan acuerdos para restringir su uso; habitualmente la organización se integra con 20 socios. En este caso, el número de personas permitidas les obliga a restringir el uso, por lo cual se vuelve un sistema cerrado. Esta agua se ocupa para diversos usos, el más importante es el agrícola. Dada la condición de clima semiseco, la presencia de lluvias no es segura, de manera que la poca agua que llegan a acumular es celosamente resguardada.

Dependen totalmente de escurrimientos pluviales que se originan en cerros

Estos humedales se nutren con escurrimientos de agua de lluvia. Al no contar con un filtro o desarenador en los canales de conducción de las aguas, el arrastre de sedimentos promueve su asolvamiento. Por eso, es habitual que los usuarios o dueños del ecosistema realicen trabajos de desazolve al menos cada cinco años. Para los productores rurales es un riesgo desconocer la cantidad de suelo que deben remover del humedal, pues al limpiarlo podrían eliminar la capa permeable y volver ineficiente el almacenamiento.

Figura 8. Bordos que se llenan totalmente con agua pluvial, zona rural, 2017



Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo y entrevistas, periodos verano-otoño 2018 y 2019.

Es uno de los humedales más frágiles, pues su existencia depende por completo de la precipitación pluvial y del cuidado de las zonas de escurremientos; por lo tanto, en temporada de secas pueden quedar totalmente vacíos. En ocasiones, cuando la sequía es latente, los propietarios recurren al servicio de pipas para llenarlo. Dada su condición de llenado estacional, la presencia de flora y fauna es mínima, permitiendo sólo aquella capaz de soportar sequías como las plantas de la familia de las cactáceas.

Reconocimiento y atributos de los bordos

Una revisión mediante observación directa de poco más de 450 bordos en diferentes municipios de los estados de México, Hidalgo y Querétaro, permite referir un agregado de componentes vinculados a su existencia. Se aporta un corpus práctico de paisajes hídricos relacionados con la diversificación de actividades y presencia de biodiversidad. Se han reconocido características de pequeños almacenamientos hídricos que se agrupan en seis clases, considerando las fuentes de llenado (véase tabla 2).

Tabla 2. Caracterización de humedales artificiales (bordos, jagüeyes) por fuente de llenado, 2019

Tipo	Fuente de llenado	Elementos observables
A	Ríos perennes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Régimen hídrico con inundación permanente.¹ 2. Se utilizan tablas² sobre el río, para elevar el nivel del agua y conducirla a los canales de tierra de 30 a 70 cm de ancho (dependiendo del caudal del río).³ 3. Casi completo de agua todo el año.⁴ 4. Interconectados. Sistemas abiertos que permiten el llenado de otros humedales. 5. Susceptibles a contaminantes por transporte de sedimentos por uso agropecuario, descargas directas de industrias, uso doméstico y urbano. 6. Sistemas de producción agropecuaria y pesquera. Algunos enfocados a empresas agrícolas. 7. Intervención multicomunitaria, privada, mixta y del Estado. 8. Presencia de vegetación flotante (<i>Eichhornia crassipes</i>, <i>Lemna gibba</i> y <i>Spirodela polyrrhiza</i>), vegetación sumergida (<i>Typha latifolia</i>) y vegetación herbácea subacuática.⁵
B	Escurrimientos pluviales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Régimen hídrico con inundación temporal. Suelen quedar totalmente secos o en 20% de su llenado en épocas de sequía. 2. Se apoya el llenado mediante dos o tres canales de tierra de 5 a 10 cm de ancho que conducen las escorrentías. Por lo general, siguiendo el perímetro de los campos de cultivo. Se construyen líneas de escurrimiento pluvial que son dirigidas al bordo. 3. Al agua de lluvia, directa, favorece su llenado en meses de alta precipitación pluvial, encontrándose llenos al finalizar las lluvias. 4. Transitoriamente completo de agua. 5. Sistemas semiabiertos, pueden o no estar conectados con otros humedales. Su conexión obedece a las pendientes, casi cada 300 a 500 metros se va depositando el agua para aprovecharla al máximo. 6. Poco susceptibles a contaminantes por transporte de sedimentos, principalmente de la industria.

¹ Para el llenado del bordo.

² Éstas han sido modificadas por otro tipo de material, pues las tablas eran hurtadas por las noches. Ahora se utilizan pencas de maguey y ramas de árboles caídos.

³ Los usuarios y sus autoridades recorren entre 500 metros y dos kilómetros para ir por el agua, a veces la distancia es mayor. Los canales distribuyen el agua a diversos bordos, conectan nuevamente con el canal, arroyos u otros bordos a través de sus canales de desagüe.

⁴ Depende del tipo de suelo donde esté construido. Si es arcilloso sutura el suelo y permanece el agua con llenado completo.

⁵ "La mayor diversidad de plantas acuáticas se localiza en los charcos temporales [bordos] de Amealco y Huimilpan, donde conviven hasta 31 especies en un charco [bordo], una riqueza florística mucho mayor que la que presentan varios lagos de montaña en México. Por ejemplo, de los seis lagos cráteres en Puebla, el más diverso registra siete especies y todos en conjunto apenas reúnen 14 especies" (Martínez y García, 2001: 13).

	<ol style="list-style-type: none"> 7. Sistemas de producción agrícola, pecuaria⁶ y doméstico. 8. Intervención comunitaria y privada. No se buscan peones o requiere de trabajo arduo para recorrer entre 500 metros y dos kilómetros para ir en busca del agua de ríos y arroyos, y canalizarlos. En las partes más altas se construye un bordo de mayores dimensiones, por ejemplo, 7,000 m³ para que el canal de desagüe llene bordos de menores dimensiones, como de 3,000³ a 1500³. Es un sistema de escalonamiento. 9. Vegetación de cactáceas alrededor del humedal, de pasto y vegetación herbácea subacuática, que ayuda a evitar la erosión de sus paredes.
<p style="text-align: center;">C</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Manantiales</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Régimen hídrico con inundación permanente. 2. Se apertura un boquete de 20 cm de diámetro en una de sus paredes, para conducirla por un canal de tierra. 3. Completamente llenado. 4. Sistemas que pueden ser cerrados e interconectados, depende el volumen. Aportan aguas sobrantes a ríos y arroyos. 5. Susceptibles a contaminantes por aspectos antropogénicos. 6. Sistemas de producción relacionada con la agricultura, pesca y turismo. 7. Adheridos a proyectos de desarrollo rural o local. 8. Áreas verdes alrededor del humedal. 9. Valor paisajístico y turístico. 10. Intervención privada y comunitaria y de organización religiosa (católica). 11. Aporte de agua para usos agroganaderos y domésticos en época de sequía. 12. Vegetación arbórea (<i>Poaceae</i>, <i>Juncaceae</i> y <i>Apiaceae</i>), Aile (brinda importante servicio ambiental para la captura de carbono) y subacuática.
<p style="text-align: center;">D</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Canales de riego</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Régimen hídrico con inundación semipermanente. Después de la actividad de riego puede quedar vacío por dos meses (mayo y junio). Esperan lluvias torrenciales para llenarse nuevamente y completarse con la apertura de riego de la presa. 2. La infraestructura suele ser una compuerta de herrería sobre el canal de riego y de ahí desciende por un canal de tierra. O bien se abre un boquete sobre la pared del canal y se dirige el flujo de agua por un canal de tierra hasta donde se ubica el bordo. 3. Completo en temporada de sequía (de octubre a enero). Pierde entre 50 y 70% de su agua durante la punta de riego (febrero, marzo y abril). 4. Sistemas semicerrados. 5. Susceptibles a contaminantes por transporte de sedimentos de fertilizantes, plaguicidas y descargas directas de agua doméstica o industrial. 6. Intervención de políticas hídricas a nivel federal. 7. Poca o nulas especies de peces plantados. 8. Vegetación flotante (<i>Eichhornia crassipes</i>, <i>Lemna gibba</i> y <i>Spirodela polyrrhiza</i>), vegetación sumergida (<i>Typha latifolia</i>, <i>Eleocharis palustris</i>). 9. Vegetación arbórea y arbustiva. 10. Intervención multicomunitaria.

⁶ Son presumiblemente unos de los más pequeños en tamaño, de entre esta tipología de humedales, y se ubican en zonas rurales de difícil acceso o están aledaños a las viviendas (esto incide, probablemente, en su conservación ambiental).

E	Arroyos perennes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Régimen hídrico con inundación permanente. 2. Se toma directamente del arroyo y se conduce por el canal de tierra para tierras bajas. Se suelen apoyar de bombas de agua donde los terrenos están en parte alta. 3. Llenado inconstante. Seco la mayor parte del año. 4. Sistemas semiabiertos. 5. Susceptibles a contaminación por vertidos directos. 6. Actúa como regulador de aguas torrenciales o broncas. 7. Intervención comunitaria.
F	Ríos y arroyos intermitentes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Régimen hídrico con inundación temporal. Generalmente se llenan antes de la siembra del periodo primavera-verano. 2. Se sobre eleva el arroyo con piedras y costales de arena para dirigir el agua por un canal de tierra que llega al canal. 3. Llenado sólo para punta de riego. 4. Sistemas cerrados (no permiten el llenado de otros almacenamientos o que el agua fluya nuevamente al mismo u otro río o arroyo. 5. No contaminado. 6. Vegetación de plantas semidesérticas para reforzar las paredes (magueyes y nopales). 7. Intervención familiar.
G	Heterogéneos Río, manantial, otros almacenamientos y/o arroyo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Régimen hídrico con inundación permanente. 2. Conducción de agua por canales de tierra. 3. Llenado total durante el año. 4. Sistemas abiertos. 5. Contaminación por arrastre de sedimentos y descargas directas. 6. Vegetación de galería permanente, hidrófita y subacuática. 7. Intervención multicomunitaria.
H	Barrancas ⁷	<ol style="list-style-type: none"> 1. Régimen hídrico con inundación temporal. 2. Agua altamente contaminada (las barrancas son ocupadas como basurero). 3. Manejo familiar y a veces colectivo. 4. Retención sólo en épocas de lluvias. 5. Ayuda a controlar la velocidad de agua (efusivas y erosivas) en las partes bajas. 6. Se construyen a los lados donde la pendiente se suaviza. 7. Estancamiento provisional del agua. 8. Carece de vegetación hidrófita (vegetación acuática). 9. Sistemas semiabiertos. Pueden ayudar a llenar otros bordos sólo cuando la pendiente lo permite. 10. Requiere del diseño alternativo de tanque de agua para captar la abundancia.

Fuente: Elaboración propia con datos de trabajo de campo, periodos primavera-verano y otoño-invierno 2016-2019.

⁷Queda pendiente su estudio en cuanto a su distribución espacial y contexto regional.

El hidro-periodo de los bordos, independientemente de sus fuentes de llenado, depende además de las condiciones físicas (relieve y tipo de suelo) de los acuerdos y normativas sociales. El recurso hídrico es sustancial para el desarrollo de actividades productivas; y ahí donde el agua es un recurso escaso, por siglos, ha sido habitual construir fuentes de almacenamiento alternas a las utilizadas mediante técnicas ingenieriles. Por lo tanto, los paisajes hídricos brindados tienen antecedentes de al menos tres siglos. Por otra parte, la tecnología hidráulica es un componente que responde a la dinámica física del territorio como: precipitación pluvial, sequías, relieve, suelo y bosque. Y, por último, está la organización social, pues a través de las capacidades sociales e inventivas culturales es como podemos apreciar el modelado de los suelos para concentrar volúmenes de agua considerables.

En aspectos cuantitativos, la cantidad de agua que almacenan 60 bordos comunitarios de Hidalgo (registrados con trabajo de campo, periodo otoño-invierno 2017) se encontró en el rango de 1,350 m³ a 9,125 m³. Respecto a la localización de tres jagüeyes, su condición media fue de 4,002 m³. Para el Estado de México, el rango de almacenamiento de 140 bordos fue de 695 a 360,000 m³. Para el estado de Querétaro, en 140 casos se documentó un jagüey con capacidad de 75 m³. En cuanto a los bordos, el nivel de llenado mínimo y máximo es de 575 m³ y 700,000 m³, respectivamente.

Con datos volumétricos de bordos en los tres estados, en diversas localidades, se puede observar la magnitud en la diferencia del llenado. Mientras que en el estado de Hidalgo el promedio es de 3,210 m³, en el Estado de México el promedio es de 100,311 m³. Esta variación se debe a las condiciones del clima. Cabe señalar que en el Estado de México también existen condiciones de llenado equiparables a las del estado de Hidalgo, con un promedio de llenado menor a 3,000 m³; estos HA, dada su condición de volumen de llenado (pequeños), no se encuentran registrados en la página del Repda.

La necesidad del registro surge con la actual Ley de Aguas Nacionales, pues para las autoridades de la Comisión Nacional del Agua (CNA, 2005) era urgente contar con registros actualizados de los aprovechamientos hídricos y usuarios del país. Dentro de la campaña política de registro se comentó a los usuarios que la obligación de solicitar su título de concesión en Repda les amparaba ante otros usuarios, siempre y cuando fueran responsables de renovarlo en las fechas marcadas.

Ciertamente, la disposición de los canales para el llenado o salida de agua del bordo se afronta con la topografía del terreno, pues estos, por lo general, deben seguir las curvas de nivel, dado que su movimiento es por gravedad.

Casos de estudio. Tipologías de llenado de ríos y arroyos

Los paisajes hídricos en el contexto de comunidades rurales son variados. Algunas tipologías se han descrito en los primeros capítulos. Sin embargo, el manejo local en torno a los ríos de primer orden o afluentes se caracterizan por imprimir ciertos patrones sociales que pueden diferir de los casos previamente presentados. Estos ambientes han sido desarrollados en un contexto de necesidades hídricas para una agricultura no relacionada con la biotecnología. Consideramos a elementos de hidrología superficial, territorio rural, propiedad y organización social como indisolubles para vislumbrar el potencial de las comunidades locales en el manejo del agua.

Es destacable la concentración de humedales registrados en la localidad El Paredón, del municipio de Almoloya de Juárez, en el Estado de México. Este lugar reúne tipos de propiedad ejidal y privada. Respecto al ejido posee 274 viviendas que albergan a un total de 800 habitantes. En cuanto a la propiedad privada están registradas 138 viviendas, con un total de 445 habitantes (Inegi, 2010). Es decir, el total de viviendas que se benefician de manera directa o indirecta de estos ecosistemas es de 412, con un total de 1,025 habitantes. La siguiente figura representa los bordos integrados a los campos de cultivo.

Figura 9. Distribución espacial de bordos en la localidad El Paredón Centro, Almoloya de Juárez, Estado de México



Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth (2020).

Mediante imagen satelital se ubicaron 102 bordos en una superficie de 16,96 km²; es decir, casi cada 100 metros se localiza un bordo, y su existencia fue contrastada con trabajo de campo. La peculiar distribución a nivel localidad es la triple función que cumplen para riego, uso doméstico y abrevadero. Además, pueden concentrar un volumen de entre 695 m³ y 10,000 m³ anuales.

De acuerdo con los rasgos en la tabla 2, los diversos bordos corresponden al tipo A, B y E. Una de las peculiaridades es la cercanía que pueden mantener con la casa-habitación. Por el tipo de asentamiento disperso y semidiserso, estos almacenamientos también favorecen el uso doméstico (véase figura 10).

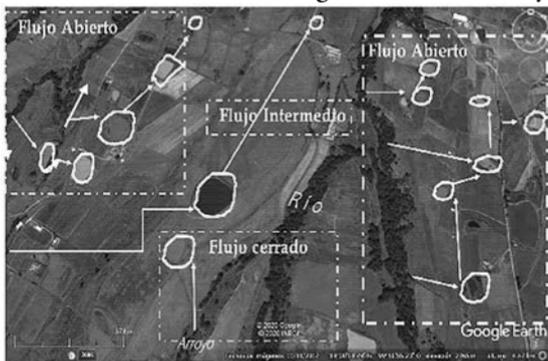
Figura 10. Bordo cercano a casa campesina



Fuente: Fotografía de Acela Montes de Oca (Valle de Toluca, 2018).

De la figura 9 se extrajo un polígono de estudio para reflejar las conexiones entre bordos. Las figuras 11 y 12 registran los flujos de agua y captación, respectivamente.

Figura 11. Movimientos sociales de agua tomados de ríos y arroyos



Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth (2020).

Figura 12. Retención de agua de río para llenar los bordos

Fuente: Fotografía de Acela Montes de Oca (Valle de Toluca, 2016).

Se puede destacar que en los paisajes hídricos el espacio ocupado por los bordos se propaga ambiental y socialmente. De forma ambiental, la provisión de agua a los reservorios genera un modelado hidráulico del territorio, observado por los canales entramados. En aspectos sociales, las comunidades ocupan o convierten sus tierras en sistemas de producción acorde con el volumen de agua disponible. A su vez, la disponibilidad del líquido demanda trabajo cooperativo cuando se comparte el sistema hídrico con otras comunidades y/o usuarios.

Esta ecología de flujos, como la llama Mosse (2003), tiene como eje central la organización social. Podemos interpretar tres tipos de técnicas de apropiación del agua de los bordos: la primera, de flujo cerrado sin vinculación social local y extralocal; la segunda, con flujo abierto con alta dependencia de interacciones sociales locales y extra-locales; y la tercera, de flujo intermedio, dependiente de lo local, pero sin interacción extralocal.

Respecto al primer caso, el flujo cerrado de agua culmina toda vez que el propietario ha dirigido el agua a su bordo. Su red de distribución y área de drenaje posiblemente es la más pequeña de los sistemas estudiados. Dicha persona realiza un trabajo individual al interceptar el agua y conducirla hacia su almacenamiento; de manera que está sujeto al caudal de corriente de las aguas pluviales y las perennes. En caso de que otro propietario aproveche el agua del mismo arroyo y a una distancia relativamente cercana de una toma, entonces se establecen acuerdos para que ambos se beneficien. El caso contrario es de toma libre. Esto también significa que no existe un gobierno que ordene la entrega-recepción de agua.

En lo que atañe al flujo abierto, el sistema de propiedad social en el paisaje se hace perceptible. Los ríos, aguas arriba, se encuentran en propiedad social ejidal de San Luis Poteje, El Tulillo, San Nicolás, El Estanco y Santa María del Monte. Dentro del discurso de comunidades organizadas se esperaría que se conformara un comité de riego por tramos de ríos, pero no es así. Son grupos familiares los que se organizan para aprovechar los escurrimientos, toda vez que algunos comparten límites entre parcelas. Por lo general, existe un apoyo tácito, donde los usuarios con bordo de mayores dimensiones proveen a los bordos de menor capacidad y alejados del río. Este acuerdo es mayormente demandado en épocas de estiaje.

Respecto a los flujos intermedios, la pendiente del terreno más elevada al río puede requerir del bombeo de agua para eliminar este costo, y si se cuenta con cercanía y voluntad de algún propietario de bordo aguas arriba, se determinan acuerdos para escalar el agua. Los usuarios se refieren al uso de tablas para controlar las entradas y salidas de agua del humedal durante riego o época de lluvias extremas, lo cual expone la importancia de conservar las prácticas heredadas. La organización social que muestran los propietarios de estos bordos con las comunidades aguas arriba está asociada al cuidado del bosque, dado que éstas se dedican a mantener la vigilancia en la extracción de los recursos forestales, y dichos usuarios deben apoyarlos. La dependencia del agua de ríos y arroyos con el bosque es eminente, así que una forma de mostrar respaldo es previniendo actividades de desmonte.

En cuanto a las comunidades aguas abajo, el control de tomas de agua por río no requiere de un tandeo estricto, pues el volumen del líquido se incrementa en temporada de lluvia, lo cual da oportunidad a que se pueda derivar en un mismo periodo. Es así como cada responsable del bordo debe iniciar los trabajos de limpieza del canal derivador antes de comenzar las lluvias. Al no existir estructuras hidráulicas (presas) que regulen el curso del agua del río, les impide tener una organización multicomunitaria; pero a nivel comunidad se gestan acuerdos bipartitos (de comunidad a comunidad) o de (usuario a usuario). Si el agua del río no fue suficiente para que sus bordos se llenen, entonces recurren a la búsqueda de escurrimientos pluviales para dirigirlas (esta labor se lleva a cabo durante la temporada de lluvias). Direccionar los escurrimientos demanda horas de trabajo arduo en los meses de mayor precipitación pluvial. En épocas de lluvia, los cultivos de maíz alrededor del humedal se tornan fangosos y con

amplia vegetación herbácea; por lo tanto, se incrementa el esfuerzo humano para retirar el pasto que por estas temporadas ha sobrepasado los diez centímetros.

En el caso de los humedales comunitarios, podemos citar al bordo Loma Blanca, perteneciente al ejido del Estanco. Alrededor de él están concentradas 70 familias de ejidatarios que, vía punta de riego, cultivan avena, maíz y trigo. También es útil el almacenamiento de agua para el abrevadero. Las obligaciones de los beneficiarios es mantener limpio el bordo especialmente cuando baja el nivel del agua (época de sequía), llevando a cabo labores de desazolve; este consiste en retirar con pico y pala los arrastres de sedimentos que, a su vez, son depositados en los terrenos de cultivo (se considera que aportan fertilidad) o alrededor del humedal para reforzar sus paredes. En esta tarea participan los hombres. La limpieza frecuente ayuda a limitar el incremento del lirio *Eichhornia crassipes*, que puede llegar a ocupar más de 75% de la superficie del bordo si no se limpia, por lo menos, una vez al año.

Entre las retribuciones de los bordos a la comunidad (usuaria y no usuaria) se observa la recolección de flora subacuática comestible. La recolección de plantas acuáticas *Hydrocleys nymphoides* está a cargo de la mujer, generalmente la ama de casa (véase figura 13).

Figura 13. Recolectando planta (cuexcomate) en un canal de riego que deriva de un HA, 2017

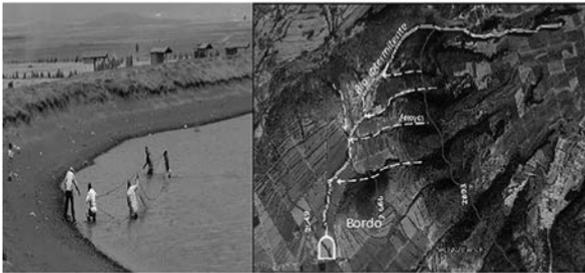


Fuente: Fotografía de Acela Montes de Oca (Valle de Toluca, 2017).

Bordos que corresponden a la tipología E de la tabla 2.

Por otro lado, existe la asociación de las funciones ambiental y productiva de los almacenamientos con proyectos de turismo rural y de pesca. Además del uso agrícola y de abrevadero, algunos almacenamientos en el municipio de Almoloya, en el estado de Hidalgo, destacan por su actividad de pesca familiar (véanse figuras 14 y 15).

Figuras 14 y 15. Bordo con proyecto turístico y desarrollo de la actividad de pesca familiar, 2017



Fuente: Fotografía de Acela Montes de Oca (Almoloya, estado de Hidalgo, 2018).

Las familias acuden a estos embalses por carpas y ajolotes, cubriendo con ello parte de su demanda alimentaria y en algunos casos para la venta. La pesca se realiza en mayor medida de abril a mayo, cuando el bordo no está completamente lleno. Mediante la conducción de escurrimientos pluviales en dicho bordo, se llevó a cabo un proyecto comunitario de turismo rural, fundamentado en la construcción de cabañas (se observan en la parte sur del humedal).

A partir de trabajos cooperativos, se planea, por grupos familiares, conducir el agua al bordo y controlar las entradas; no existen estructuras jerárquicas que definan las funciones de los grupos, “cada grupo ya sabe qué hacer, que ir por el agua, que cuidarla, encauzarla, limpiarla, todas esas labores las hacemos cuando tenemos tiempo, casi siempre en la época de lluvias. Vamos por ella [agua] al río y los arroyos” (entrevista a un colectivo de pescadores del municipio de Almoloya, Hidalgo, 12 de marzo de 2016).

El reconocimiento social del trabajo comunitario es la membresía para el uso del bordo. Los dueños de ganado (bovino y ovino) también deben colaborar con la comunidad, a pesar de ser de otras localidades. Los que practican la actividad ganadera apenas son visibles en los acuerdos de comunidad, pero son importantes en la vigilancia de los bordos.

El punto de engrane entre usuarios de abrevadero, agrícola y pescadores es la utilización concertada para la toma de agua. Por ejemplo, durante la punta de riego, los usos para abrevadero y pesca se limitan o desautorizan (por los usuarios agrícolas), de manera que deben buscarse otras fuentes de aprovisionamiento.

Una vez concluidos los riegos, inician las tareas de llenado del bordo, lo cual requiere del trabajo local, que con frecuencia consiste en la limpieza de canales de entrada y algunas reparaciones de paredes. Entre menor sea la cantidad de gente que se incluye, mayor tiempo tarda el bordo en llenarse (cuatro meses), y viceversa. Las fechas de llenado influyen en la autorización (comité de riego) de agua para la reapertura del uso para abrevadero, por ello los dueños de ganado se suman a las tareas de la comunidad.

El punto central de los paisajes hídricos, de los bordos, es la oportunidad de impulso productivo que gestan en los territorios rurales vía la conducción y manejo del fluido del agua natural, a través de obras hidráulicas tradicionales. Este hecho de direccionar las corrientes de ríos, arroyos y manantiales adquiere un significado ambiental y social. Respecto al primero podemos tener dos lecturas: una relacionada con la necesidad eminente de recursos hídricos sin recurrir al desabasto de los mantos freáticos, por el contrario, promueven su recarga; la segunda lectura es que debido a condiciones ambientales (lluvia), estos bordos pueden dejar de funcionar en determinados años (extrema sequía), y al presentarse de nuevo las lluvias, se vuelven a reutilizar.

Al captarla directamente de la naturaleza (agua de lluvia), la concentración por largos periodos (de cuatro a doce meses) conlleva un esfuerzo de mantenimiento y conservación, muchas veces amenazado por el incremento de áreas de vivienda y cambio de uso de suelo, o por las actividades agropecuarias o de pesca sin periodos de veda.

Lo interesante de estos territorios y sus comunidades es que el agua de los bordos comunitarios no se comercializa, pues existen lo que puede denominarse “fiscales comunitarios” (incluidos niños, jóvenes, amas de casa, campesinos, autoridades ejidales, autoridades delegacionales, comités de riego, productores, etc.), quienes informan, difunden y monitorean (muchas veces por rumores) lo que pudiera llamarse acciones de compra-venta hídrica. Si bien se establecen cuotas (trabajo comunitario, faenas y colectas), aún se mantiene un carácter sociocultural que busca resistir el afianzamiento del discurso de mercados de agua.

Conclusiones

Se espera que al comprender la diversidad de paisajes que brinda un entorno hídrico, construido socialmente con nula inversión tecnológica o insumos energéticos derivados del petróleo, se impulse su propagación y conservación. Dado que el agua en un recurso cuya modificación genera problemas irreparables en la continuidad de vida de todas las especies, es menester que las políticas hídricas que todavía apuestan por obras magnas no impidan o alteren estos humedales, adaptando condicionamientos tecnológicos que desechan las prácticas culturales y sociales.

De esta forma, la intensa necesidad y falta de responsabilidad del sobrado poblamiento de los territorios, por algunos seres humanos, conlleva a exigencias ambientales fuera de la capacidad de los ecosistemas. La demanda de vivienda, servicios de agua y drenaje cercanos a los bordos está contribuyendo a la contaminación de sus aguas. Desconocer que detrás de esos cuerpos de agua existe un entramado de organización social que aporta conocimiento para solventar un bien común escaso mediante su optimización (calendario riguroso de llenado y vaciado en tiempo de riego, dirección de los flujos de agua intermitentes, adaptación de relieve), conduce a la tendencia de abatimiento hídrico.

La realidad de escasez de agua en el tema de la agricultura es un aspecto que demanda trabajo de los hombres; pero en las formas de organización existentes se complementa la visión de género, al ser las mujeres quienes aportan los elementos necesarios para que el varón dedique la mayor parte de su tiempo a la conservación del bordo. La captación de agua con tecnologías tradicionales es un tema que incumbe no sólo al núcleo familiar, sino al entorno comunitario, pues la falta del recurso es un atenuante que deriva la toma de decisiones de la fuerza de trabajo para migrar temporal o definitivamente de sus localidades.

No está hay una relación directa de los paisajes de bordos con aspectos espirituales o de creencias religiosas, pero sí existe la comprensión de impactos ambientales antrópicos que generan la pérdida paulatina del recurso hídrico y sus servicios. Por ejemplo, el no control de vertidos contaminantes.

Referencias

- AHEM Archivo Histórico del Estado de México. Fondo Aguas.
- AHEM Archivo Histórico del Estado de México. Anaquel 9.
- AHA Archivo Histórico del Agua. Fondo Aguas Nacionales.

- Añon, C. (2012), "Genesis and development of the world heritage convention: cultural landscapes", en Luengo, A. and Rössler, M. [eds.], *World Heritage Cultural landscapes*, España: Ayuntamiento de Elche.
- Comisión Nacional del Agua (CNA) (2010), *Estadísticas del Agua en México*, México: Comisión Nacional del Agua.
- Damonte V., G. H. (2015), "Redefiniendo territorios hidrosociales: control hídrico en el valle de Ica, Perú (1993-2013)", en *Cuadernos de Desarrollo Rural*, vol. 12, núm. 76.
- Del Castillo, O., Esteban, M., Castillo, H. & Claudia, A. (2016), "Paisaje hídrico y sostenibilidad urbana", en *Revista de la escuela de Arquitectura de la Universidad de Costa Rica*, vol. 5, núm. 1, Chile: Universidad Católica de Chile.
- Gama, L. & Susana, O. G. (eds.) (2004), *Etnopaisaje, trabajo comunitario y manejo y conservación de recursos naturales*, México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/ División de Ciencias Biológicas.
- Marcos, P. J. G. y Bazarco, O. M. (2006), "Albarradas y camellones en la región costera del antiguo Ecuador", en Valdez, F. (ed.), *Agricultura ancestral camellones y albarradas. Contexto social, usos y retos del pasado y del presente*, Ecuador: Abya-Ayala.
- Martínez, M. y García, M. A. (2001), "Flora y vegetación acuáticas de localidades selectas del estado de Querétaro", en *Acta Botánica Mexicana*, 54.
- Nogue, J. (2007), *La Construcción Social del Paisaje*, España: Biblioteca Nueva.
- Orive, A. A. (1960), *La política de irrigación en México: historia; realizaciones; resultados agrícolas, económicos y sociales; perspectivas*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Ortín, J., "Paisajes socioculturales del agua en la Región de Murcia. Agua y entornos físicos y sociales de los regadíos tradicionales regionales", en *Revista Murciana de Antropología*, núm. 22.
- Segnini, Samuel & Chacon, María (2014), "Arroyos y Quebradas de Montaña", en A. Lasso, C., A. Rial, G. Colonnello, A. Machado-Allison y F. Trujillo (eds.), *XI Humedales de la Orinoquia (Colombia- Venezuela). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia*, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Skewes, J. C., Solari, M. E., Guerra, D. y Jalabert, D. (2012), "Los paisajes del agua: naturaleza e identidad en la cuenca del río valdivia", en *Chungara, Revista de Antropología Chilena*, vol. 44, núm. 2.
- Urteaga, P. (2014), "Creadores de paisajes hídricos. Abundancia de agua, discursos y mercado en las cuencas de Ica y Pampas", en T. Oré and G. Damonte, ¿Escasez de agua? Retos para la gestión de la cuenca del río Ica, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Véliz L., E. Llanes Ocaña, J. y Asela F., L. y Bataller V., M. (2009), "Reuso de aguas residuales domésticas para riego agrícola. Valoración crítica", en *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, vol. 40, núm. 1.

CAPÍTULO VI

RESERVORIOS DE AGUA EN LA FLORICULTURA DE VILLA GUERRERO, ESTADO DE MÉXICO

*Jesús Castillo Nonato*¹

Introducción

La humanidad, en su afán de cubrir sus necesidades elementales, encontró en la agricultura el sustento indispensable para realizar esta acción; pero a partir de dicha actividad inició un proceso de especialización y diversificación de cultivos. A nivel mundial, los gobiernos, las Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) y la academia reconocen que la agricultura es fundamental para el desarrollo y crecimiento económico de los pueblos, y para proporcionar seguridad alimentaria.

En este sentido, las producciones a nivel familiar buscan garantizar la alimentación para sus integrantes y sus localidades de residencia; de ahí que este tipo de agricultura se oriente a erradicar el hambre, la pobreza y a buscar la mejora de las condiciones de vida en zonas rurales. Lo anterior llevaría a afirmar que la agricultura que se pretende impulsar y desarrollar en México está relacionada con el paradigma imperante en el ámbito internacional; sin embargo, este tipo planteamientos agrícolas conllevan una serie de desigualdades entre productores, las cuales van desde la capacidad de inversión, el acceso a créditos, tecnología, insumos y paquetes para producir, hasta limitar el mercado en el caso de la agricultura a pequeña escala y ampliar el de la agricultura de exportación.

Con este antecedente, en México se produce una diversidad de cultivos: maíz, frijol, trigo, arroz, sorgo, caña de azúcar, tomate, chile, oleaginosas, frutas, verduras y flores. Este tipo de condiciones agrícolas y su diversidad se presenta en el municipio de Villa Guerrero, cuyas condiciones climáticas dan pauta al desarrollo de cultivos como legumbres y hortalizas, como: acelgas, apio, calabaza, cebolla, cilantro, coliflor, col, chícharo, chilacayote, chiles, epazote, frijol, haba, jitomate, lechuga, nabo, nopal, papa blanca y roja, quelite, quintonil, rábano, tomate y zanahoria.

¹ Doctor en C. A. y R. N. Profesor-Investigador en la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México. jcastillono@uamex.mx

A la par de estos cultivos se lleva a cabo la actividad florícola, la cual se centra en la producción de clavel, girasol, gerbera y rosa de distintas variedades, en la cual las labores humanas son fundamentales para propiciar su continuidad y desarrollo. La producción encuentra una base en la existencia de considerables fuentes de agua en el municipio, que permiten la práctica y continuidad de las labores de agricultura a lo largo de un ciclo agrícola.

De acuerdo con Galindo *et al.* (2008), existe una tecnología hidráulica encaminada a la captación y almacenamiento de agua de lluvia, a la que también se le agregaría la procedente de manantiales y ríos, cuya derivación y posterior conducción se hace a través de canales que llenan los estanques o jagüeyes. Respecto a esta última palabra, cabe señalar que deriva del vocablo prehispánico que denominaba a las albercas de agua, haciendo mención a: colocar, poner, detener. Este tipo de tecnología de origen prehispánico cumplía la función de almacenar agua de cuantiosos pueblos, para que el líquido pudiera estar disponible en situaciones de escasez.

En un estudio efectuado en la costa del Caribe colombiano, Fals-Borda (2002) encuentra similitud con los almacenamientos del medio rural mexicano respecto a la función y denominación de este tipo de tecnología, la cual está presente en las fincas y haciendas de dicha región colombiana.

Por lo tanto, el jagüey es la denominación característica de pequeñas y medianas represas de tipo artificial, destinadas a la producción agropecuaria. En contraparte, el bordo –a pesar de tener dimensiones equiparables a las del jagüey– no tiene un uso específico o de abrevadero, aunque puede contenerlo; sus principales funciones consisten en contribuir a la agricultura proveyendo a los cultivos la punta de riego, riego de auxilio y riegos puntuales, entre otras. La construcción de un bordo para la actividad florícola, que demanda de riegos puntuales, es la que documentamos en este capítulo.

En ese sentido, las organizaciones tradicionales (Gelles, 1984; Oré, 2005) –por medio de estatus de autogobierno, trabajo mancomunado– realizan un esfuerzo constante dirigido a la preservación de la administración local, de tal forma que la gestión comunitaria del agua presenta una larga tradición histórica en comunidades indígenas y campesinas de América Latina (Palerm y Martínez, 2009; McGranahan y Mulenga, 2009; Boelens, 2002).

Una situación que ha dado pauta al reconocimiento de la gestión comunitaria por parte de la comunidad internacional, se presentó a partir de distintas declaraciones como fue el caso de la Iniciativa de Noruega sobre agua potable (1991) o la Cumbre de Río (1992), en ellas se aborda lo esencial de la participación comunitaria en el funcionamiento y administración del sistema (Guzmán, 2013). Mientras tanto, en aquellos sistemas de regadío donde no hubo intervención burocrática del Estado, se ha conservado y reafirmado su capacidad organizativa (Boelens y Dávila, 1998).

Tales casos confirman la propuesta de Maass (1994), respecto a que los usuarios –cuando están organizados– cuentan con la capacidad de cambiar el rumbo y situarse así en una posición de mando. En tanto, Díaz y Mazabel (2014), en la tipología convencional que mencionan sobre la administración del sistema de riego, han destacado dos: la primera es la realizada por el Estado, y la segunda, la que efectúan los propios regantes (autogestionada), en la cual se incluyen desde pequeñas unidades hasta enormes sistemas de riego.

Pero dentro de los sistemas autogestionados, se presentan otros dos casos más: 1) cuando los regantes cuentan con el capital para contratar personal externo que se encargue de la administración y operación del sistema; y 2) cuando ellos, con base en su experiencia, realizan y cumplen todas las actividades del sistema de riego (distribución del agua, resolución de conflictos, monitoreo y vigilancia) (Palerm, 2005).

Así, la autogestión está vinculada, por tanto, al manejo y administración que efectúan las organizaciones (autogestionadas) de regantes sobre un recurso de uso común y que pone de manifiesto que la reglamentación está adaptada a las condiciones de espacio y de las organizaciones presentes, ofreciendo formas eficientes del manejo del agua llamado “tradicional”, que surgieron, existen y perduran al ser exitosas para las organizaciones de regantes.

Las acciones que dan pauta a la operación de los sistemas autogestionados se presentan también a partir de incluir y cumplir con varios de los principios de diseño propuestos por Ostrom (2000), donde destacan los elementos de comunicación y confianza mutua entre los usuarios, porque a partir de estos se establecen mecanismos y reglas que resultan en acciones y beneficios para todos. Es de gran valía la propuesta de Ostrom (2000) sobre recursos comunes, pues su planteamiento parte de que su uso –en este caso naturales–, cuyo aprovechamiento no implique una sobreexplotación, no requiere que la gestión sea responsabilidad

del Estado, sino que, afirma, los grupos sociales tienen la capacidad de construir y desarrollar los lineamientos para generar el uso sostenible de los recursos compartidos.

La autogestión en los sistemas de pequeña irrigación se ve favorecida en un sistema de aprovechamiento del agua cuando –al utilizar la misma fuente de agua año tras año– se cuenta con una información ajustada al tiempo y lugar relativamente exacta o adecuada al caudal, el nivel de abatimiento, a la vez que se está al tanto del uso y comportamiento de los usuarios del sistema, lo cual les brinda la posibilidad de actuar de manera más directa sobre situaciones que pueden considerarse anómalas o que estas acciones deriven en afectaciones a la organización, operación y administración de los sistemas autogestionados (Díaz y Mazabel, 2014).

Es habitual encontrar bordos en el municipio de Villa Guerrero, por eso el presente documento tiene el propósito de mostrar la relación que guardan estos almacenamientos con los sistemas de producción comercial. Mediante recorridos exploratorios, se ubicaron aquellas localidades con un mayor número de bordos; en consecuencia, se programaron y realizaron entrevistas semiestructuradas a informantes clave que dieran referencias sobre el uso del agua en este tipo de almacenamientos.

Metodología

Para cumplir con el objetivo, el trabajo se realizó en dos fases: en la primera se empleó el método etnográfico y, de manera específica, se efectuaron recorridos de campo; y con la observación directa se localizaron varios almacenamientos de agua (bordos). Asimismo, se aplicaron entrevistas semiestructuradas a informantes clave, en este caso a productores agrícolas. Por medio de una batería de preguntas se obtuvo información sobre la construcción y manejo de infraestructura hidráulica, como canales generales, secundarios y canaletas. También se indagó en las técnicas de distribución de agua, es decir, en los tandeos y su relación con el proceso productivo del cultivo de flor.

La segunda fase se llevó a cabo a partir de una clasificación supervisada del uso del suelo, para identificar y detectar la existencia y la zona con mayor número de bordos en el municipio de Villa Guerrero. El método desarrollado consistió en el tratamiento de imágenes satelitales de Landsat 8, con resolución espacial de 30 metros.

Villa Guerrero en el contexto del sur del Estado de México

El municipio de Villa Guerrero forma parte de la Región Hidrológica del Balsas, específicamente de la subcuenca del río Alto Amacuzac, la cual abarca la totalidad de los municipios de Villa Guerrero, Coatepec Harinas, Ixtapan de la Sal y Tonatico, la mayor parte de Almoloya de Alquisiras, Texcaltitlán y Zacualpan, la mitad del municipio de Zumpahuacán, la parte norte de Tenancingo y la zona este del municipio de Temascaltepec (Gobierno del Estado de México, 2009).

Villa Guerrero se localiza en la porción sur del Estado de México y colinda con los municipios de Zinacantepec, Toluca y Tenango del Valle al norte, Ixtapan de la Sal al sur, Tenancingo y Zumpahuacán al este y Coatepec Harinas al oeste. La zona de estudio cuenta con una superficie total de 20,772.58 hectáreas, las cuales están distribuidas de acuerdo con los siguientes usos: la superficie forestal abarca 11,038 hectáreas, que representan 53.13%; para uso agropecuario corresponden 8,746 hectáreas, es decir, 42.1% del territorio; y para uso urbano están destinadas 989 hectáreas, que representan 4.77% del territorio.

Las hectáreas para las actividades agropecuarias comprenden un total de 8,746, en ellas destaca el cultivo de flores de ornato como: clavel, crisantemo, gladiola, ave del paraíso, pompón, margarita, polar, rosa, bugambilia, nardo, tulipán, lirio, alcatraz, entre las más importantes. También se cultiva: fresa, frijol, maíz, garbanzo, haba, lenteja, manzano, nogal, trigo, papa, zanahoria, alfalfa, avena y cebada. El espacio del cultivo de flores aunado a la provisión de agua se representa en la siguiente figura.

Figura 1. Invernaderos beneficiados con agua de reservorios en Villa Guerrero



Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth (12 de abril de 2020).

Algunos cultivos de flor son perennes. En el caso de la rosa, la producción es constante, al menos durante ocho años; por lo tanto, requiere agua todo el año, en periodos de 15 a 20 días. El municipio cuenta con importantes fuentes hídricas como: arroyos, manantiales y ríos, los cuales son canalizados hacia los bordos, que en su mayoría son particulares.

En este contexto, el líquido ha servido no sólo para el desarrollo de cultivos y flores, sino también para fomentar la creación de organizaciones, que son las responsables de la administración entre sus agremiados, estableciendo el orden en el acceso al agua de ríos, arroyos y manantiales.

Abastecimiento hídrico y tipo de usuarios de riego en Villa Guerrero (1990-2020)

En el periodo comprendido entre la década de 1990 y el año 2020, en el municipio de Villa Guerrero se cuenta con un total de 53 títulos de concesión de agua. De ellos, 34 son de particulares, dos de vecinos de poblados, uno de ejido, 13 unidades de riego y tres asociaciones (Asociación de Riego Rancho Morales y San Luis A. C., Asociación de Usuarios del Manantial La Peña de GsILA A. C. y Asociación del Sistema de Agua de Riego Tolentino).

Abastecimiento por ríos

Para el periodo 1990-2020 se registran 20 títulos de concesión a partir de ríos. De ellos, cuatro corresponden a particulares (río Calderón, Tequimilpa y Texcaltenco), 13 a unidades de riego (río San Gaspar, Huijotes o los Cuervos, Zacango y Tintjo), una a productores denominados “La Loma, Los Rojeles ORSIC” (río Tintojo) y una más a la Asociación de Vecinos del Pueblo de Totolmajac A. C. (río Tequimilpa) (Repda, 2010).

Abastecimiento por barrancas

Aunado a lo anterior se encuentran dos unidades de riego que obtienen agua para actividades agrícolas de barrancas, tal es el caso de la Unidad de Riego el Venturero y Usuarios de la Unidad de Agua de Riego de la Comunidad de Cruz Vidriada A. C.

Abastecimiento por manantiales

La gente de algunos pueblos como San Mateo Coapexco tiene que recorrer cerca de 7,000 metros aguas arriba hacia un lugar denominado La Presa para tomar el agua directamente de los manantiales el Cebadero, Aile y las Zazamoras, con el fin de irrigar poco más de 300 hectáreas.

Para trasladar el agua a las tierras de cultivo e invernaderos, los usuarios lo hacen por medio de un canal de tierra y con apoyo de su comité de riego (entrevista a colectivo de usuarios de floricultores, 3 de mayo de 2019).

En el caso de la Asociación de Riego, el agua para uso agrícola se obtiene de los manantiales siguientes: Los Aguacates 1, 2, 3 y 4. El resto de los usuarios obtienen su agua de los manantiales siguientes: Ojo de Agua la Joyita, El Pocito, La Mora, La Perita, El Tubo, El Chorrito El Tejocote, La Trampa, Los Mimbres, Los Cuervos 1, 2, 3 y 4, La Peña de GISILA, Manantial los Acocotes. Por su parte, los cinco particulares aprovechan las aguas de los manantiales: La Loma, Tío Porfirio I y II, Los Carrizos y San Martín.

De un total de 75 concesiones, 35 pertenecen a organizaciones colectivas. Cabe notar que el aprovechamiento de agua confronta a los productores que venden en el mercado local y regional con los que exportan; siendo los bordos almacenamientos que aportan el recurso cuando las plantas lo necesitan.

El registro del aumento de usuarios ha llevado a buscar alternativas, y una de ellas es la construcción de bordos. Ante este escenario, el almacenamiento de agua a través de tecnología hidráulica resulta trascendente al contar con reservorios para los momentos de escasez, sequía o estiaje. En este sentido, los bordos son considerados reservorios con una capacidad de almacenamiento de entre 500 y 3,000 m³, cuyos materiales de construcción e impermeabilización ocupan arcilla o compactación del suelo, con la finalidad de sellar y evitar la filtración del agua almacenada. También hay otros en los que se emplea geomembrana o cemento.

Tipología de bordos en la floricultura

Con base en el trabajo de campo, se caracterizan al menos cuatro diversificaciones de almacenamientos.

- 1) *Bordo reservorio plastificado*. Por lo general, se ubica a un costado de los invernaderos; la distancia de construcción de estos va de los cinco a los 20 metros de largo por cuatro a 15 metros de ancho, con profundidades de tres a cinco metros. Se les coloca plástico (el mismo tipo o clase del que se utiliza para cubrir el invernadero cuando ya ha sido usado), con la finalidad de evitar la filtración. El agua se destina al riego de flores principalmente rosas, como se observa en la figura 2. El riego es mediante bombeo y tecnificado (por goteo).

Figura 2. Bordo que se emplea como reservorio para riego, cuya ubicación se halla en los costados de invernaderos



Fuente: Fotografía de Jesús Castillo (Villa Guerrero, 2018).

Este tipo de almacenamientos se relaciona con productores a cielo abierto y con aquellos que cuentan con invernaderos construidos a partir de varillas de tres octavos destinadas a la edificación de habitaciones, pero que en este caso sirven para dar forma y soporte a un túnel cuya longitud varía en función de la propiedad del productor. En este sentido, hay invernaderos que miden entre 10 y 15 metros, no así en el ancho de la entrada o salida del túnel, que en este caso es de cinco metros, como se observa en la figura 3. El agua de este tipo de bordos se emplea para el riego de rosas, gerberas, crisantemos y polares, cuya producción cubre el mercado local y regional. A ello se suman los cultivos de durazno, chícharo, haba, tomate y jitomate.

Figura 3. Bordo tipo almacenamiento, destinado a la producción de flor



Fuente: Fotografía de Jesús Castillo (Villa Guerrero, 2018).

- 2) *Bordo tipo jagüey o tradicional*, se destina al almacenamiento de agua, y su construcción está en función de la demanda de agua para la producción de flor destinada a cubrir el mercado nacional. Son bordos con profundidades de tres a cinco metros. Su edificación requiere de máquinas retroexcavadoras, de tal forma que el costo está entre 20 mil y 30 mil pesos.

Este tipo de almacenamiento permite a los productores contar con un suministro permanente y constante de líquido para las flores que se encuentran en los invernaderos (como se observa en la figura 4); esta acción, en un primer momento, se realiza mediante gravedad o empleando tuberías, mangueras o bombas para dar paso al riego por goteo, aspersores, con el fin de mantener los cultivos de flores y las huertas de durazno.

- 3) *Bordos paralelos*, cumplen dos funciones: 1) como reservorio principal para el suministro de agua en la producción de flores, y 2) como desfogue del líquido del primero, lo cual posibilita la oxigenación y limpieza del agua. Además, este segundo bordo sirve de hábitat para las truchas, una especie que limpia de lirio el espacio y a la vez lo oxigena. El bordo es un lugar de recreación y convivencia familiar para los productores, quienes practican la pesca, como se observa en las figuras 4 y 5.

Figura 4. Bordo que sirve de almacenamiento de agua



Fuente: Fotografía de Jesús Castillo (Villa Guerrero, 2018).

Figura 5. Bordo contiguo que sirve de hábitat de truchas y espacio de recreación



Fuente: Fotografía de Jesús Castillo (Villa Guerrero, 2018).

Este tipo de bordos mide de 15 a 30 metros de largo y de 15 a 25 metros de ancho, con profundidades de 10 a 15 metros. Como en el caso del bordo anterior, su construcción requiere del empleo de retroexcavadoras, lo cual demanda cantidades que van de los 40 mil a 60 mil pesos.

Estos bordos se relacionan con productores cuyo capital de inversión les permite contar además con invernaderos tipo colombiano (véase figura 6), que son estructuras diseñadas para facilitar el uso y manejo de las plantas y los insumos (fertilizantes y químicos para el tratamiento de plagas y malezas) dentro del área de cultivo.

Figura 6. Invernaderos tipo colombiano, cuya producción se destina a la exportación



Fuente: Fotografía de Jesús Castillo (Villa Guerrero, 2018).

La construcción parte de una estructura metálica de tubular, de calibre de una pulgada y una viga (metálica) que sirve de soporte para dar forma a un techo a dos aguas, sobre el cual se asienta el plástico. Las paredes de estas construcciones son mallas negras que cumplen la función de impedir la entrada de basura, hojas que arrastra el viento y de animales (generalmente pájaros).

La estructura está diseñada para permitir la entrada de una mayor cantidad de oxígeno. Asimismo, protege a las plantas de las condiciones de los rayos solares directos y del agua de lluvia, ajustando de cierta forma las condiciones climáticas y la temperatura ambiente dentro de los invernaderos, como se observa en la figura 7.

Figura 7. Condiciones de la planta bajo invernadero tipo colombiano



Fuente: Fotografía de Jesús Castillo (Villa Guerrero, 2018).

- 4) *Bordo reservorio-hábitat*. Cumple dos funciones: la primera destinada al almacenamiento de agua para la producción, y la otra como un espacio de reproducción y hogar de especies animales, entre ellas, ranas y truchas. Se siembran árboles en su perímetro para que “el agua no se evapore”. También alberga vegetación hidrófila (véase figura 8).

Figura 8. Bordo-hábitat con árboles leñosos en su contorno



Fuente: Fotografía de Jesús Castillo (Villa Guerrero, 2018).

Este tipo de bordos mide de 20 a 50 metros de largo y de 30 a 35 metros de ancho, con profundidades de 10 a 15 metros. Su construcción requiere el empleo de retroexcavadoras, lo cual demanda cantidades que van de los 60 mil a 80 mil pesos. En este caso, la edificación es costeadada por tres o cuatro productores que aprovechan el agua a través de un tandeo entre ellos.

Figura 9. Bordo-hábitat con vegetación acuática



Fuente: Fotografía de Jesús Castillo (Villa Guerrero, 2018).

La vegetación predominante es el carrizal *Arundo donax*; este ecosistema alberga: patos, aves, ranas y víboras.

Organización y administración de comités de usuarios de riego

Los beneficios que genera el agua en la agricultura son perceptibles en el aumento de la producción, y el posible mejoramiento económico y social para los sectores que producen con este sistema. Tal situación conlleva al manejo social del agua. De acuerdo con Palerm (2005), al retomar el modelo de Hunt (1997), el agua presenta una serie de acciones humanas que permiten hacer eficiente la administración, control y distribución del líquido entre usuarios.

Para tal cometido, existen organizaciones denominadas comités de riego; su estructura incluye a un presidente, un secretario y un tesorero, con sus respectivos suplentes. El comité es el encargado de derivar el agua directamente del canal al bordo comunitario de Totolmajac y de aquí se apoya de uno o varios empleados denominados “regadores”, quienes son los responsables de entregar y vigilar que los usuarios respeten la orden del tandeo. Sobre el río y manantiales hay varios usuarios (comunidades, ejidos, empresarios florícolas) que tienen sus propias tomas. El calendario generalmente inicia de norte a sur.

Algunos usuarios de riego se articulan en alguna o varias asociaciones de regantes, comités de agua, juntas de agua, donde los representantes de dichos grupos son los encargados de dar forma y operación a las organizaciones comunitarias, a partir de los acuerdos de asamblea que son en sí la base de sus reglamentos, a la vez de dar representación a las denominadas organizaciones autogestivas.

Este tipo de organizaciones realizan no sólo un control del líquido, una administración y distribución, sino la operación a través del riego, lo cual es una respuesta cultural de las sociedades campesinas; en este caso, los comités de usuarios de riego. El comité es el responsable de ordenar y vigilar las tomas de agua comunes sobre un río o manantial, así como de la distribución del agua entre los usuarios, ya sean particulares o que pertenezcan a una unidad de riego, asociación o ejido, para cumplir con funciones establecidas como:

1. Generar, ampliar, conservar y mantener la obra hidráulica.
2. Contar y actualizar el padrón de usuarios.
3. Contar y actualizar el calendario de riegos con base en el padrón anterior, para distribuir justa y equitativamente el agua entre los usuarios registrados.

4. Convocar a reuniones para tratar asuntos concernientes al riego y sus usuarios.
5. Gestionar apoyos y proyectos.
6. Contar y poner en práctica sus lineamientos.
7. Contar con un canalero, bordero o repartidor, autoridad responsable de la vigilancia y distribución del agua entre los usuarios.

Aunado a lo anterior, una función importante del comité es la distribución del líquido entre los usuarios. De acuerdo con el orden de lista se distribuye el agua; existe un grupo de usuarios que la toma directamente del río, y el resto lo hace del bordo comunitario (véase figura 10).

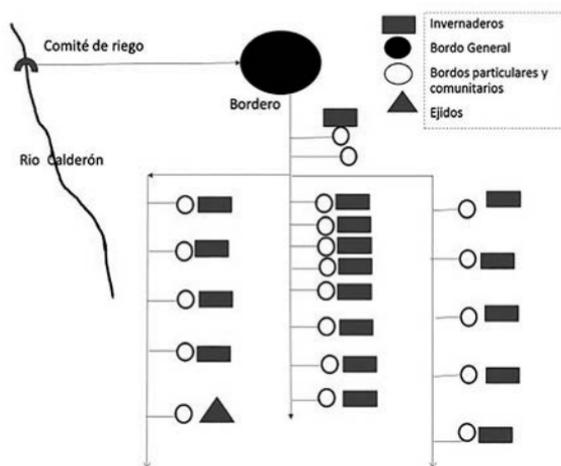
Figura 10. Ejemplo de lista de usuarios a partir de la cual se presenta la distribución y calendario de riego

1	...	1.400.00	2.70
2	...	1.420.00	2.75
3	...	1.000.00	1.75
4	...	2.900.00	3.06
5	...	2.000.00	3.06
6	...	1.650.00	2.05
7	...	4.800.00	5.91
8	...	2.000.00	4.91
9	...	2.600.00	3.05
10	...	1.000.00	1.05
11	...	2.400.00	10.55
12	...	2.400.00	5.41
13	...	2.000.00	2.05
14	...	1.600.00	1.82
15	...	3.900.00	1.76
16	...	1.000.00	4.99
17	...	1.700.00	2.05
18	...	1.000.00	1.22
19	...	1.200.00	1.92
20	...	500.00	1.25
21	...	12.000.00	14.69
22	...	2.000.00	2.44
23	...	2.000.00	3.07
24	...	200.00	1.00
25	...	2.500.00	3.06
26	...	1.200.00	1.22
27	...	1.700.00	2.05

Fuente: Fotografía de Jesús Castillo (Villa Guerrero, 2018).

Los comités de agua tienen permitido derivar el agua directamente de los ríos o manantiales a los canales, y siguen siendo ellos los responsables de vigilar los canales generales (que pueden llevar el agua entre diversos usuarios); para que el agua ingrese a las bocatomas se apoyan de un distribuidor o bordero. La figura 11 constituye un esquema de los diversos usuarios; en la figura 12 se observa una rejilla por donde se desvía el agua del río hacia un canal de riego.

Figura 11. Red del sistema de bordos del ejido de Totolmajac



Fuente: Elaboración propia con datos de trabajo de campo, periodo invierno-primavera, 2016-2018.

Figura 12. Río donde se encuentra la entrada o la toma que conduce el agua al canal general



Fuente: Fotografía de Jesús Castillo (Villa Guerrero, 2018).

El agua es conducida por gravedad a través de canales generales, cuyo ancho puede ir desde un metro hasta tres metros, con profundidades de uno a dos metros; mientras que los secundarios miden de 0.50 metros a 1.50 metros, y la profundidad va de 0.50 a un metro.

Ambos canales han sido construidos siguiendo las condiciones orográficas de los terrenos, con la finalidad de llevar el líquido por gravedad a los terrenos de cultivo; en sus primeros kilómetros o dependiendo de la distancia del río a los primeros terrenos de labor presentan un encañonamiento que favorece el flujo constante y evita la pérdida del líquido por filtración, como se observa en la figura 13.

Figura 13. Dimensiones del canal por el cual el agua del río Calderón se dirige a los bordos



Fuente: Fotografía de Jesús Castillo (Villa Guerrero, 2018).

Los ramales o canales que conducen el agua a los terrenos agrícolas son zanjias, es decir, aperturas en el suelo, cuyo ancho oscila entre 0.50 y un metro, con un fondo de 0.50 a 0.80 metros. El trazado sigue las condiciones naturales de los terrenos, y su construcción se realiza a partir de la apertura del suelo con ayuda de maquinaria, pala, pico y azadón (véase figura 14).

Figura 14. Canal o zanja que conduce agua a terrenos, también se utiliza para el llenado de bordos



Fuente: Fotografía de Jesús Castillo (Villa Guerrero, 2018).

Este tipo de canales o zanjias se presenta en localidades donde existen manantiales o donde las corrientes hídricas son perennes, lo cual permite la canalización y distribución de agua para uso agrícola. Al llegar el agua a los terrenos, el campesino o productor realiza adecuaciones para incrementar el volumen o desviar el líquido para inundarlos y suministrar la humedad suficiente a los terrenos; dicha acción se lleva a cabo mediante una apertura, una válvula o con piedras o tablas.

Al igual que la distribución de agua en los terrenos de cultivo, el llenado de bordos se hace a partir del agua procedente de ríos y manantiales, siendo los primeros los abastecedores del líquido de este tipo de almacenamiento.

De acuerdo con la recolección de datos de campo, el llenado de los bordos demanda dos actividades:

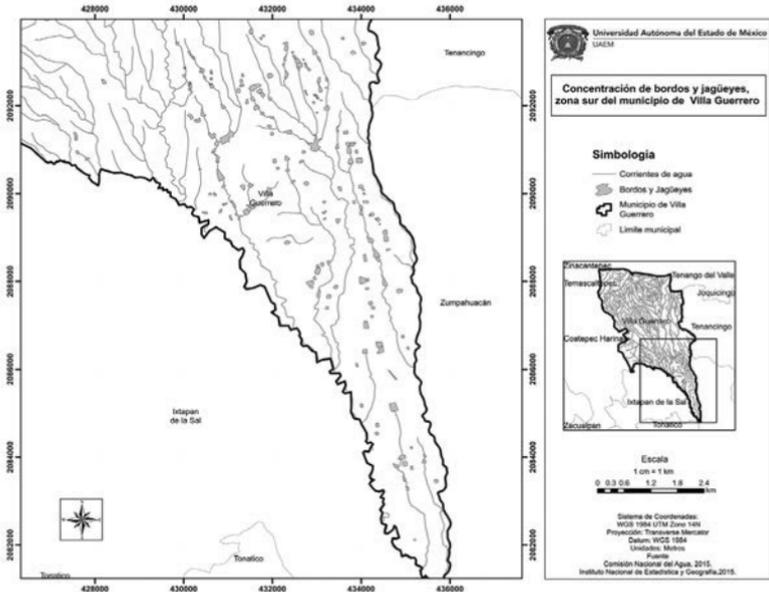
- 1) Que los usuarios, dueños o productores cumplan con las labores de limpieza de los tramos de canales principales y secundarios, previamente asignados.

- 2) No tener adeudos y haber cubierto las cuotas correspondientes al riego.

Así, el llenado de los bordos paralelos se presenta a partir de la primera semana de febrero, es decir, entre los días siete y ocho, teniendo un periodo continuo de llenado de 15 días. Posteriormente, se procede al llenado de los bordos reservorios a partir de los días 22 y 23 por un periodo permanente de 12 días; por lo tanto, a partir de los días 7 y 8 de marzo se procede al llenado de los bordos plastificados durante 10 días, dando fin a este llenado el 17 o 18 de marzo.

En cuanto a los bordos-hábitat, se llenan a partir del 19 de marzo por un periodo de 10 días, para finalizar el 30 o 31 de este mes, bajo el entendido de que son los almacenamientos que permanecen con agua de manera continua durante todo el año. De acuerdo con lo anterior, se tiene una distribución de bordos en función de la tipología antes mencionada. Los bordos plastificados se localizan en la parte sur del municipio y alejados de las corrientes de los ríos, siendo los de mayor ubicación y difusión entre los productores. Respecto a los bordos tradicionales, se localizan en la parte centro y sur, sobre las corrientes de agua, que van en un rango de 8 a 18 obras en un área de 500 metros cuadrados. Mientras tanto, los bordos paralelos se ubican en la parte centro y son los que existen en menor proporción por el costo que implica la construcción dentro de las propiedades de los productores; se emplean como espacios para la recreación y la convivencia familiar. En cuanto a los bordos-hábitat, se pueden encontrar tanto separados como sobre corrientes de agua, e identificados por la presencia de vegetación hidrófila y arbolada; su registro es uno por cada kilómetro cuadrado (véase figura 15).

Figura 15. Localización de bordos en Villa Guerrero



Fuente: Elaboración propia con datos de Inegi (2015).

Los niveles altimétricos de la parte norte de Villa Guerrero van desde los 3,650 msnm (corresponde al área del Nevado de Toluca), descendiendo de forma longitudinal de norte a sur sobre numerosas cañadas y barrancas, hasta los 1,650 msnm, lugar donde se concentra el mayor número de bordos. En la parte norte son visibles múltiples arroyos y ríos que descienden de la parte sureste del Nevado de Toluca.

La presencia eminente de ríos en la parte norte concurre con la zona de relieve abrupto y montañoso de los ríos que, para el caso del municipio de Villa Guerrero, y siguiendo la orografía, da oportunidad al llenado de los bordos por gravedad. Por eso se tiene una mayor concentración en la parte sur del municipio.

Conclusiones

Históricamente, el agua es uno de los elementos que ha acompañado el desarrollo de las civilizaciones humanas, las cuales han buscado establecer su residencia cerca de las principales fuentes hídricas, con el fin de que dicha cercanía les permitiera contar con el líquido para consumo,

labores domésticas, aseo y el desarrollo de cultivos. En este tenor, han existido organizaciones que administran, controlan y distribuyen el agua entre la población, con el propósito de tener una relativa equidad en tiempo y forma.

A partir de los antecedentes anteriores, el municipio de Villa Guerrero cuenta con considerables fuentes hídricas: manantiales, arroyos y ríos, los cuales cubren la demanda de agua para la producción de flor. Por lo tanto, esta situación ha llevado a dos acciones importantes:

- 1) La intervención gubernamental, a partir de 1992, para que las organizaciones “tradicionales” tengan un título de concesión; lo cual, al parecer, no ha modificado su estructura de autoridades del comité, pero sí ha originado el incremento de usuarios.
- 2) Con base en lo anterior, los comités han fortalecido sus organizaciones para conservar los derechos compartidos de ríos y manantiales.

En este sentido, de acuerdo con los datos de títulos de concesión y recorridos de campo, se ha podido constatar que de 1992 a 2020 se ha incrementado el número de usuarios que demandan agua para la producción de flor en el municipio.

Los comités han realizado la distribución de agua entre usuarios a través de la obra hidráulica, en función de los calendarios de riego y a partir de las listas de usuarios que cubren de manera oportuna sus pagos y sus labores de limpieza. Esto ha contribuido a la cohesión social para evitar el acaparamiento del agua en manos de productores empresariales.

Sin embargo, debido a la demanda de producción de flor para cubrir los mercados local, regional, nacional e internacional se ha recurrido a almacenamientos, como es el caso de los bordos. Su construcción ha puesto de manifiesto cuatro situaciones:

- 1) La tecnología para su construcción, que ha resultado en espacios con forma rectangular que miden entre cinco y 30 metros de largo, por cuatro a 25 metros de ancho, con profundidades de tres a 15 metros, y cuya edificación representa costos de entre 40 mil y 80 mil pesos.
- 2) Se ha observado que este tipo de almacenamientos no sólo se destina al almacenamiento de agua, sino para la cría de truchas en el caso de aquellos productores que cuentan con el capital de inversión para construir bordos paralelos; el espacio constituye un punto de reunión familiar, además de recreación, convivencia y pesca.

- 3) Se presentó con estos almacenamientos una tipología de bordos.
- 4) Los almacenamientos implicaron, en principio, la formación de comités de riego, y luego la inclusión de usuarios sin acceso al agua; ambas acciones han requerido de prácticas culturales para el control y orden en el uso del recurso hídrico, entre ellas la instauración de calendarios de riego.

Referencias

- Boelens, R. y Dávila, G. (eds.) (1998), *Buscando la equidad. Concepciones sobre justicia y equidad en el riego campesino*, Van Gorcum & Co.
- Boelens, R. (2002), *Derechos de agua, gestión indígena y legislación nacional. La lucha indígena por el agua y las políticas culturales de la participación*. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd29/lucha.pdf>.
- Díaz Rosillo, J. A. y Mazabel, D. (2014), "Autogestión en el manejo del agua en Urireo, Salvatierra, Guanajuato, México", en *Desarrollo Local Sostenible*, vol. 7, núm. 20.
- Fals-Borda, O. (ed.) (2002), *Historia doble de la Costa IV: Retorno a la Tierra*, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Banco de la Republica, Ancora Editores.
- Galindo, E., Palerm, V., Jacinta, Tovar, S., J. L., y Rodarte G. R. (2008), "Tecnología hidráulica y acciones comunitarias para la captación de agua de lluvia en jagüeyes", en *Boletín del Archivo Histórico del Agua*.
- Gelles, P. H. (1984), "Agua, faenas y organización comunal en los Andes: el caso de San Pedro de Casta" (tesis de maestría), Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Guzmán P., M. A. A. (2013), "La gestión participativa del agua en México (2002-2012): El caso de San Agustín Amatitpac (Morelos)", en *Agua y Territorio*, núm. 2.
- Gobierno del Estado de México (ed.) (2009), *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Villa Guerrero. Obtenido del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Villa Guerrero*. Recuperado de: http://seduv.edomexico.gob.mx/planes_municipales/Villa_Guerrero/PMDU_VG.pdf
- Hunt, R. (1997), "Sistemas de riego por canales: tamaño del sistema y estructura de la autoridad", en Martínez, T. y Palerm, J. V. (eds.), *Antología sobre pequeño riego*, México: Colegio de Postgraduados.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) (2013), *Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica*. Recuperado de: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/doc/dd_topo_v2_50k.pdf.
- Maass, A. (1994), "Estructuras de poder y cohesión social en los sistemas de regadío del oeste de los Estados Unidos y el levante español", en Romero, J. y Jiménez, C. (eds.), *Regadíos y estructuras de poder*, España: Instituto de Cultura.
- McGranahan, G. y Mulenga, M. (2009), "Community Organization and Alternative Paradigms for Improving Water and Sanitation in Deprived Settlements", en Castro, J. E. y Heller, L. (eds.), *Water and Sanitation Services: Public Policy and Management*, Inglaterra: Earthscan.
- Oré, M. T. (2005), *Agua, bien común y usos privados. Riego, Estado y conflictos en la Achirana del Inca*, Perú: Universidad Católica del Perú, ITDG, Wageningen University.
- Ostrom, E. (ed.) (2000), *El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva*, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Palerm V., J. (2001), "Organizational Strategies in Water Shortage Situations: Mexican Self-Administered Irrigation Systems", en *International Journal of Water*, núm. 1.
- Palerm, J. y Martínez Saldaña, T. (eds.) (2009), *Aventuras con el agua. La Administración del agua de riego: historia y teoría*, México: Colegio de Postgraduados.

- Palerm V., J. (2005), "Gobierno y administración de sistemas de riego", en *Región y Sociedad*, vol. XVII, núm. 34.
- Palerm V., J. (2006), "Self-Management of Irrigation Systems, a Typology: The Mexican Case", en *Mexican Studies*, vol. 22, núm. 2.
- Registro Público de Derechos de Agua (Repda) (2020), *Títulos y permisos de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes*. Recuperado de: <https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx>.

PARTE 3

**GEOMORFOLOGÍA
DE HUMEDALES**

CAPÍTULO VII

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICA DE LOS HUMEDALES INTERIORES

*Luis Miguel Espinosa Rodríguez*¹

Introducción

Los humedales han sido declarados áreas de protección de comunidades vegetales y animales endémicas y migratorias en todo el mundo, debido a su riqueza biótica e hídrica, además de los servicios ambientales que ofrecen como la dotación de agua a grupos humanos, producción de oxígeno, filtración de agua y captura de dióxido de carbono, entre otros.

De acuerdo con el Acuerdo Ramsar, firmado en Irán en 1971, entre los humedales más importantes a nivel mundial se encuentran: el Chaco Oriental y el de Iberia, en Argentina; el lago Seván, en Armenia; los Lagos Coongie, de Australia; el delta del Okavango, en Botsuana; las Reentrancias Maranhenses, de Brasil; el Polar Bear Provincial Park y el Queen Maud Gulf Migratory Bird Sanctuary, de Canadá; el Petit Loagno, de Gabón; el Inner Niger Delta, de Malí; el delta del Danubio, en Rumania; y el lago Bangweulu, en Zambia.

En nuestro país, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp, 2018) reconoce, bajo los principios del Ramsar, 142 territorios de protección; entre ellos destacan los de: Baladra, Mulegé y el Parque Nacional Cabo Pulmo, en Baja California Sur; el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos y la Reserva de la Biósfera de los Petenes, en Campeche; el Área de Protección de Flora y Fauna Nahá y Metzabok, y el Parque Nacional Lagunas de Montebello, en Chiapas; los de Guamúchil, en Chihuahua; Cuatro Ciéneas, en Coahuila; el lago de Chapala, Apotlán y la Laguna Barra de Navidad, en Jalisco; los cuerpos de agua del lago de Pátzcuaro, en Michoacán; La Tovar, en Nayarit; el sistema de represas y corredores del río Necaxa en el curso comprendido entre Puebla e Hidalgo; la Reserva de la Biósfera Banco Chinchorro, en Quintana Roo; la Ciénega de Tamasopo, en San Luis Potosí; los humedales del delta del río Colorado, en Sonora y Baja California; los pantanos de Centla, en Tabasco; el río Lagartos y el Parque Nacional Arrecife Alacranes, en Yucatán.

¹ Profesor-investigador de la Facultad de Geografía. geo_luismiguel@hotmail.com

Cabe resaltar que a la importancia de los territorios hídricos naturales se adhieren los artificiales, siendo destacables las categorías: ambiental, social y cultural que en las secciones anteriores han sido presentadas. En este apartado se contribuye a explicar el origen y los procesos evolutivo-dinámicos que despiertan el interés por los humedales artificiales localizados en el Sistema Volcánico Transversal, abarcando los estados de Hidalgo, México y Querétaro.

Las secciones que componen el presente capítulo son las siguientes: en la introducción se hace referencia a la importancia de la investigación, se plantean los objetivos y se describe el enfoque geológico-geomorfológico empleado; también se destacan las características de los apartados. En la segunda sección se abordan los antecedentes de los estudios de humedales realizados en nuestro país. En la tercera se encuentra la metodología que antecede a los resultados en el siguiente apartado. La sección subsecuente expone las conclusiones y la discusión de los resultados; finalmente se incluyen las referencias consultadas.

Metodología

Para lograr la caracterización geológica, estratigráfica y geomorfológica de los sistemas de humedales de Hidalgo, Estado de México y Querétaro, se efectuó el acopio de trabajos de investigación –de primera fuente y previamente realizados–, de los cuales se acotan las referencias correspondientes.

Para la descripción geomorfológica se aplicaron los conceptos y criterios establecidos por Semeniuk y Semeniuk (1995 y 1997), Clairain (2002) y Ortiz (2018). Asimismo, se elaboró cartografía morfológica y morfométrica a escala 1:50,000 en formato digital, de acuerdo con los criterios de Lugo (1989), Peña (1997), De Pedraza (1997) y Ortiz (información personal). La cartografía base que fundamenta la presente y siguiente etapa de investigación es la que se enlista:

- Carta de delimitación de microcuencas
- Carta geológica (litología)
- Carta de uso de suelo y vegetación
- Carta de suelos (edafología)
- Carta de climas
- Modelo digital del terreno (MDT)

- Carta de pendiente general del terreno
- Carta de pendiente local del terreno
- Carta de órdenes de drenaje
- Carta de energía del relieve
- Carta de densidad de disección

Finalmente, se emplearon imágenes de satélite de Google Earth Pro (2018), con las cuales se realizó fotointerpretación y mediciones generales de parámetros morfológicos.

Antecedentes

En la literatura internacional se encuentran numerosas fuentes bibliográficas en torno a diferentes aspectos relacionados con los humedales, como la definición conceptual y la explicación de la importancia biológica y ambiental de los humedales. Entre ellas están las publicaciones de: Mitsch y Gosselink (1993), Brinson (1995), Abarca (2002), García (2004) y del NCSU (2011). No obstante la relevancia de estos sistemas hídricos, la mayor cantidad de bibliografía se concentra en el desarrollo de sistemas de clasificación, inventarios y manuales para identificación. Para estos tópicos, entre los trabajos más destacados podemos mencionar a los de: Cowardin *et al.* (1979), quien se considera pionero en el tema y es ejemplo para los estudios de Olmsted (1993), Hughes (1995), Scout y Jones (1995), Abarca y Cervantes (1996), Farina *et al.* (1996), Bravo y Windevoxhel-Lora (1997), Warner y Rubec (1997), Spiers (1999), Stevenson y Frazier (1999a y 1999b), Arriaga *et al.* (2000 y 2002), Environment Australia (2001), Finlayson *et al.* (2002), Warner (2002), Carrera y De la Fuente (2003), Berlanga y Ruíz (2004), DGOH (1996), Ortiz y De la Lanza (2006), Clara y Maneyro (2016) y Flores *et al.* (2016).

En el ámbito de las estrategias para la conservación, protección y uso racional u ordenado, se encuentran los trabajos de: Brinson *et al.* (1995), Schnack *et al.* (2000), Ministerio del Medio Ambiente de Colombia (2001), Environment Protection Agency (2002), Ramsar Convention Secretariat (2004) y Flores *et al.* (2007). Para la temática relacionada con el funcionamiento ambiental y el enfoque sistémico, podemos mencionar los estudios de: Smith (1993), Smith *et al.* (1995), Carter y Novitzki (1988), Brinson (1993b), Ramsar Convention y

Bureau (2001). Respecto a las perspectivas, la vulnerabilidad y las políticas ambientales, se encuentran las publicaciones de Neiff *et al.* (1994), Gopal (2003) y Franco *et al.* (2013).

Finalmente, desde la perspectiva de la caracterización geomorfológica e hidrológica, destacan los trabajos de Brinson (1993a), Winning (1993), Semeniuk y Semeniuk (1995 y 1997), Bravard y Gylvear (1996), Clairain (2002) y Ortiz (2018).

Resultados

Los resultados se agrupan de la siguiente manera: primero se desarrolla una breve descripción de las características geológicas y geomorfológicas regionales dominantes, y después se especifican las características distintivas locales del relieve y los procesos involucrados en la génesis, evolución y dinámica del mismo.

Caracterización geológico-geomorfológica del Sistema Volcánico Transversal

El rasgo geológico y geomorfológico regional dominante en los paisajes de humedales de: Huasca de Ocampo, Acatlán y Chapatongo (Hidalgo), Toluca y Almoloya de Juárez (Estado de México) y Corregidora (Querétaro) se relaciona con el proceso genético y evolutivo del Sistema Volcánico Transversal. Los procesos diacrónicos de distensión provocados por el proceso de subducción de la Placa de Cocos por debajo de la Pacífica, la influencia de la Placa del Caribe y la Placa Rivera, además de los rompimientos internos de tipo “Rift” y las manifestaciones volcánicas generadas a través de las regiones de debilidad estructural, conformaron en conjunto una provincia fisiográfica compleja, que en el tiempo presente muestra un contínuum de desplazamiento, rompimiento estructural, vulcanismo y sismicidad vinculado con climas templados, que formaron subprovincias.

A partir de una prolongación del sistema Clarión, que es afectado por la dinámica de la Placa del Caribe y la Norteamericana, y que a su vez modifica la subducción de la Placa de Cocos en el Pacífico mexicano, diversos autores como Mooser *et al.* (1996), Ferrari *et al.* (2012 y 2013) y Capra *et al.* (2013) coinciden en que el Sistema Volcánico Transversal se originó por diversos procesos tectónicos en los cuales

dominaron esfuerzos divergentes y convergentes de la corteza, los que, por su parte, propiciaron la formación de megaestructuras relacionadas con procesos de compresión y distensión de la corteza terrestre.

De manera particular se ha establecido que el origen del Sistema Volcánico Transversal se encuentra asociado a la formación de sistemas de arcos regionales, que provocaron el desarrollo de fosas tectónicas tipo *echelon*, así como familias de fallas que han dado paso a las estructuras escalonadas; y en las regiones de mayor debilidad estructural, a la formación de emplazamientos volcánicos relacionados con estratovolcanes, campos monogenéticos, calderas volcánicas y de explosión, entre otros (Blatter y Hammersley, 2010; Mazzarini *et al.*, 2010; Verma y Luhr, 2010; Cebriá *et al.*, 2011; Lenhardt y Götz, 2011; Bernal *et al.*, 2011; Alberico *et al.*, 2012; Folch, 2012; Ferrari *et al.*, 2012; Lenhardt *et al.*, 2013; Capra *et al.*, 2013). Al respecto, fue definido como una provincia volcánica cenozoica por Ortega *et al.* (1992), y por Aguirre (1998) con una orientación general Este-Oeste (E-W), originada por la subducción (Ferrari *et al.*, 1999; Ferrari, 2004).

Por otra parte, se reconoce que el proceso formativo y de evolución del sistema volcánico no ha concluido (Aguayo *et al.*, 1989), y que la actividad tectovolcánica no ha sido del todo homogénea desde el punto de vista de la intensidad y el tiempo de duración. En este orden de ideas, Venegas *et al.* (1981), a través del análisis de series petroquímicas, determinaron correlaciones que permiten esclarecer que la edad de las rocas más antiguas pertenece al Plioceno, periodo geológico considerado como punto de partida para el desarrollo de sistemas disyuntivos y emplazamiento de los estratovolcanes más representativos (Pascuaré, 1978; Aguayo, 1989; Aceves, 1997).

En este orden de ideas, algunos autores como Carrasco (1989) y Ferrari (2000) han coincidido en la identificación de tres pulsos morfogenéticos (véase tabla 1):

Tabla 1. Periodos evolutivos de gestación y desarrollo del Sistema Volcánico Transversal

Pulso	Edad	Características
Primero	Mioceno tardío 11 a 8 ma.	Emplazamiento de grandes mesetas andesíticas y basálticas en el sector occidental y central. Desarrollo de algunos estratovolcanes andesíticos como el Zamorano.
Segundo	Plioceno inferior 5 a 3 ma.	Desarrollo de sistemas de calderas de colapso y explosión en el sector central, así como de domos riolíticos y basaltos alcalinos en el sector occidental. Diferenciación geoquímica y conformación de tres sectores:
Tercero	Plioceno tardío Cuaternario 3 a 1 ma.	Basáltico andesíticos en el sector occidental. Desarrollo de campos monogenéticos en el sector central. Desarrollo de estratovolcanes y calderas de composición andesítica y riolítica.

Fuente: Modificado de Carrasco (1989) y Ferrari (2000).

Entre las características más distintivas del sistema se encuentran:

- Presencia de rocas alcalinas de afinidad interplaca (relacionadas con basaltos de una isla).
- Dominio de vulcanismo calco alcalino.
- Oblicuidad y variación del espesor del arco volcánico (de 20 a 200 kilómetros).
- Sepulta diferentes límites tectonoestratigráficos de antiguos terrenos.
- La oblicuidad del sistema se relaciona con ángulos variables de subducción: subhorizontal en Oaxaca; somero en Michoacán; máxima inclinación en Jalisco $>50^{\circ}$.
- Alineación de estratovolcanes en sectores centro y occidente en dirección N-S.
- La deformación extensional del sistema fue sincrónica con el vulcanismo miocénico (Alanís, 2001).
- Los campos monogenéticos tienen alineaciones paralelas al arco.

Entre tanto, se sabe que la actividad sísmica ha sido permanente; hay registros históricos de eventos ocurridos con intensidades superiores

a cinco grados; y otros que, si bien no han descargado altas concentraciones energéticas, han sido destructivos y son evidencia de la actividad (véase tabla 2).

Tabla 2. Sismicidad regional. El caso representado * presentó 175 eventos y ondas Raleigh. En el caso **, el epicentro se registró en los límites de Puebla y Morelos

Fecha	Rango de magnitud	Epicentro
1568	7.5-7.8	Costa de Jalisco
1886	6.0	Landa de Matamoros, Querétaro
1887	< 5.0	Jalpan, Querétaro
1887	5.3	Pinal de Amoles
1912	7.4	Acambay, Estado de México
1920	6.4	Jalapa, Veracruz
1950	4.9	Ixmiquilpan
1976	5.3	Cardonal
1985	8.4	Lázaro Cárdenas, Michoacán
1987	4.1	Actopan
1988	3.0-3.5	Sanfandila, Querétaro*
1989	4.6	Landa de Matamoros, Querétaro
2017	3.0-4.0	Santiago de Querétaro**

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Geológico Mexicano (2017).

De manera particular, sobre la región de estudio, destacan los trabajos enfocados en interpretar el conjunto de deformaciones causadas por la influencia tectónica regional. En este sentido, Sutter (1991 y 1992) se ha dedicado a investigar la direccionalidad de los esfuerzos y sus correspondientes resultados en sistemas de alineamientos recientes, localizados al centro del cinturón volcánico. Por su parte, Mooser (1996) se ha orientado hacia la interpretación de la expresión geológica de las cuencas de México, de Toluca y de Puebla.

De acuerdo con lo anterior, en conjunto,

los principales rasgos morfoestructurales del Sistema Volcánico Transversal se reconocen a través de fracturamientos y del desarrollo de fosas que cruzan sus direcciones predominantes en rumbos NE y NW; así como otro sistema similar en dirección NNW; fosas *en-echelon* localizadas hacia el Este-Noreste; arcos volcánicos, fosas tipo Chapala y estructuras circulares de colapso (Reyes *et al.*, 2007: 3) (véase tabla 3):

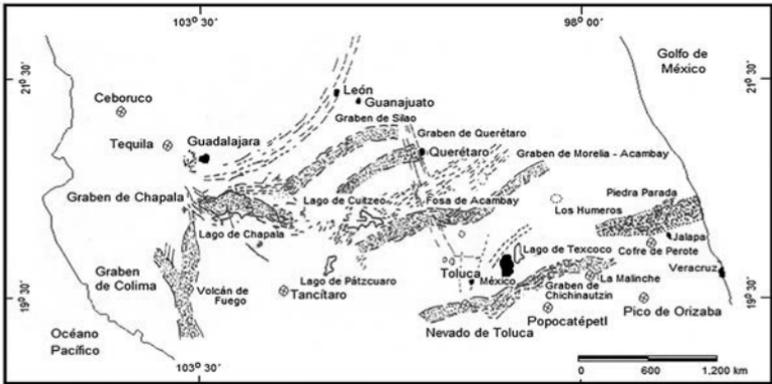
Tabla 3. Elementos morfoestructurales dominantes del Sistema Volcánico Transversal

Dirección del sistema	Sistemas de morfoalineamientos
NE y NW	Se dirige del sur de la ciudad de Guadalajara y norte del lago de Chapala hacia la ciudad de León.
NE	Sistema Cuitzeo-Querétaro I que conforma la depresión del lago Cuitzeo, localizado en Michoacán y la fosa de Querétaro.
NW	Se desplaza del Sistema Querétaro I hacia el Nevado de Toluca; se encuentra intersectado por el sistema de fracturas de la Fosa de Acambay.
ENE	Se reconoce como la Fosa de Silao, ubicándose entre el NE de Chapala y el Sistema Querétaro I.
N-NE	Se localiza el graben de Querétaro y el sistema de fracturas Salvatierra- Querétaro II.
NE-WE-ENE	Sistema Morelia-Acambay, su última expresión se ubica en los límites de Pachuca y Actopan.
E-NE	Gaben del Chichinautzin; cruza la sierra de Santa Catarina hasta la Malinche en Tlaxcala.
E-W	Región hidrotermal Los Humeros-Laguna Verde, conformada por las calderas de Chiconquiaco.

Fuente: Elaboración propia con datos de Mooser (1968 y 1986) y Ramírez (1988).

Como consecuencia de la configuración del sistema general de los morfoalineamientos locales y regionales se formaron complejos volcánicos entre los cuales se destacan: el Nevado de Colima, el Volcán de Fuego de Colima localizados en Colima y Jalisco; el volcán Ceboruco, Sanganguey y Santa María en Nayarit; el volcán Tancítaro y Parícutín en Michoacán; el Popocatepetl e Iztaccíhuatl en la cuenca de México; La Malinche en Tlaxcala, el Pico de Orizaba, Cofre de Perote y la Caldera de los Humeros en Veracruz, entre otros; campos monogenéticos como el Chichinautzin y Atlacomulco, localizados en la ciudad de México y Estado de México de forma respectiva; y grabens como Chapala, Silao, Querétaro y Acambay por referir algunos ejemplos (Espinosa *et al.*, 2014: 7).

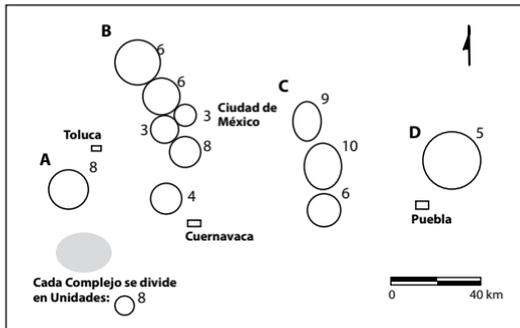
Figura 1. Elementos morfoestructurales del Sistema Volcánico Transversal



Fuente: Modificado de Ramírez (1988).

Con fines académicos y para el estudio del Sistema Volcánico Transversal, se ha dividido –de forma convencional no consensuada– en tres sectores regionales: el Occidental (Bárcena-Colima-Chapala), el Central (Cuiteco-Acambay-Sierra Nevada) y el Oriental (Chichinautzin-Humeros). Para el caso de estudio, el sistema de humedales se localiza en la porción del centro, el cual se encuentra conformado por cuatro grandes complejos volcánicos, que a su vez se subdividen en diferentes unidades morfológicas (véase figura 2).

Figura 2. Sierras mayores del sector central del Sistema Volcánico Transversal



Fuente: Mooser (1996).

De acuerdo con lo anterior, se muestra un compendio de los principales sistemas morfológicos de la porción central del sistema transmexicano (véase tabla 4).

Tabla 4. Sierras mayores, complejos y unidades del Sistema Volcánico Transversal (porción centro)

Sierra mayor	Complejos	Unidades
Sierra Zinacantanpetl	Nevado y Cerro San Antonio	Volcán Xinantécatl
		Volcán San Antonio
		Volcán Oxtotilpan
		Volcán La Cascada
		Volcán Zacatonal
		Volcán Zacango
		Colapso Grande
	Rehilete	Colapso Las Palomas
		Rehilete moderno
		Rehilete antiguo
		Cerro La Bufa
		Cerro Malacota
		Caldera Catedral
		Volcán Jiquiltepec
	Chimalpa	Volcán Monan
		Caldera Navajos
		Caldera Mimiapate Alto
Caldera Jilotzingo		
Caldera Huitzizilapn		
Bobashi	Caldera Chimole	
	Domo Bobashi	
	Caldera Chichicaspa	
Sierra de las Cruces	Caldera San Francisco	
	Domo finales Cerro Santiago	
	Caldera Acazolco	
	Caldera exterior Salazar	
	Volcán Ajusco	
San Miguel Contreras	Cráter de explosión San Miguel	
	Colapso Ajusco-San Miguel Acopilco	
	Domo Ocotal	
	Volcán Tres Cruces	
	Caldera Doble Manantiales	
	Caldera Ocotal	
	Caldera Santa Rosa	
	Cerro del Judío	
	Caldera Hueyatla	
	Caldera Doble Contreras	
	Tlalli Zempoala	Cráter de explosión Zempoala
Volcán Zempoala		
Volcán Tlalli		
Caldera Chalchihultescha		

	Tlaloc Telapon	Volcán Xólotl Volcán Tlaloc Telapon Volcán Huichi Cráter de explosión Coati Papalotepetl Colapso Aztompilas Caldera Malacatepec Caldera Río Frío Caldera Huehuetépetl
Sierra Nevada	Iztaccíhuatl	Complejo Iztaccíhuatl Complejo Teyotl Volcán Amalacaxco Volcán Cuautupilco Volcán Zacatalatla Caldera Tlahuapan Caldera Nahualac Caldera Llano Grande Caldera San Rafael Caldera Venacho
	Popocatepetl	Volcán Popocatepetl Volcán Nexpayantla Volcán Apaxco Calderas Tlamacas y Tlachalone Caldera Tetela Caldera Yolomochitl
Sierra de la Malinche	Malinche	Complejo Filotepec Colapso Malinche Domo Cuazlatonale Volcán Malitzin Volcán Malitzin antiguo Colapso Tlaxcala
Formación Tarango	Tarango	Abanicos volcánicos Lahares Flujos piroclásticos Flujos ignimbríticos Depósitos de tobas Depósitos de pómez Depósitos fluviales

Fuente: Modificado de Mooser (1996).

Huasca de Ocampo, Acatlán y Chapatongo (Hidalgo)

La superficie litológica predominante del estado de Hidalgo presenta materiales de origen volcánico relacionado con el Grupo Pachuca, que data del Oligoceno y Mioceno, y sobre la cual se localizan los humedales de Huasca, Acatlán y Chapatongo (véase tabla 5).

Tabla 5. Formaciones geológicas estratigráficas dominantes de Hidalgo

Formaciones geológico-estratigráficas		
Formación	Clave	Características
Huizachal	TRsLu-Ar	Se localiza al sureste del valle Huizachal y forma parte del anticlinorio Huayacocotla; está conformado por lutitas lumolíticas, areniscas, conglomerados.
Huayacocotla	JiLu-Ar	Corresponde a una secuencia de sedimentos fluvio-marinos constituidos por depósitos continentales de grano grueso y sedimentos tipo flysch que afloran en el norte de Veracruz, Puebla e Hidalgo (río Viñazco).
Pimienta	JtCz-Lu	Concordante con la Formación Tamán, la unidad se encuentra formada por calizas localizadas al este de Chignahuapan. De colores rojo, blanco y gris se interestatifican con lutitas y areniscas.
Las Trancas	JsLu-Pz	Aflora en el anticlinorio de Huayacocotla con estratos rocosos dominados por lutitas y limolitas; en ellos se encuentran también calizas piritizadas, grauvaca y pedernal en cantidades pequeñas.
Tamaulipas inferior	KiCz	Grupo de calizas criptocristalinas de color crema que presenta lutitas interestratificadas de color gris; en pequeñas proporciones muestran estratos lenticulares de pedernal.
Soyatal-Mezcala	KsLu-Cz	La unidad se correlaciona con las formaciones Méndez, Tamasopo y Cárdenas que afloran en la plataforma de Valles-San Luis Potosí; se encuentra conformada por depósitos que presentan un cambio textural de estratificación, de calcárea a clástica; constituye el núcleo de los sinclinales regionales aflorando en Alcholoya y Hueyotlipa (San Miguel Regla). Está compuesta por grupos de caliza y margas de colores pardos y rojizos, respectivamente. Sobreyace a las formaciones El Doctor, El Abra, Tamabra y Tamaulipas (inferior y superior). Debido a la presencia de un sello a soluciones mineralizantes, en rocas calcáreas formado durante el cretácico temprano, se le considera " litología índice".
Grupo Pachuca	To-plA-Da	Se encuentra conformado por rocas terciarias que presentan discordancias de erosión favorables a la formación de vetas que favorecieron el desarrollo del distrito minero Pachuca- Real del Monte. El grupo sobreyace a la Formación el Morro y está constituido por las formaciones: Santiago, Corteza, Pachuca, Real del Monte, Santa Gertrudis, Vizcaína y Cerezo.

Riolita y Toba dacítica	TplR-TDa	También conocida como Riolita Chignahuapan, se caracteriza por la presencia de coladas vesiculares de tipo riolítico y basalto dacítico que se distingue por tener colores que van de gris a rosa y crema. Contiene lentes de obsidiana, fenocristales cuarzo y diversos minerales alterados que formaron arena sílica, caolín y feldespatos.
Don Guinyó	TplR-TDa	Se encuentra asociada a flujos piroclásticos formando tobas y brechas de tipo riolítico y dacítico, que afloran en Ixmiquilpan.
Toba andesítica y Andesita	TplTA-A	De edad Pliocénica, corresponde a un sistema de tobas de composición andesítica y dacítica que aflora al sur de Tulancingo, Ciudad Sahagún y Apan; algunas de ellas se encuentran sepultadas en depósitos lacustres.
Riolita Navajas	TplR-TR	De edad Pliocénica-Pleistocénica, se encuentra conformada por derrames vesiculares lávicos de riolitas gris, de forma interestratificada; se hallan brechas y tobas de la misma composición. La formación sobryace de forma discordante a la Soyatal-Mezcala y se interdigita con la San Cristóbal y Atotonilco el Grande. Se caracteriza por el desarrollo de obsidiana.
Andesita-Dacita	TplA-D	Se le conoce también como Andesita El Peñón a un conjunto de coladas lávicas de composición andesítica y dacítica; afloran en Tulancingo, Ciudad Sahagún, Apan, Acoculco y Chignahuapan.
Granodiorita – Diorita	TplGd-D	Unidad volcánica de color verdoso que aflora en la proximidad de Chachahuantla, Puebla, que provocó metamorfismo de contacto y yacimientos de plata, plomo y zinc.
Basalto	Tpl-QB	Pertenece al grupo Chichinautzin; y corresponde a depósitos lávicos vesiculares de color negro y gris; así como a depósitos piroclásticos heterométricos (tezontle rojo y negro).
Atotonilco el Grande	Tpl-QCgp-Ar	De edad Pliocénica, se encuentra conformada por depósitos conglomerados, tobas aglomerados, depósitos fluviales, ceniza y pómez que afloran en Meztitlán, Alcholya y Amajac.
Traquita Guajolote	QTq	De edad Holocénica, corresponde a flujos de coladas vesiculares de textura porfídica; aflora en el Cerro Gordo; sobryace a la Riolita Navajas y a la formación San Cristóbal.

Fuente: Elaboración propia con datos de Stephenson (1927), Fries (1960), Geyne *et al.* (1963) y Ledezma (1987).

La región de Huasca de Ocampo pertenece a la provincia del Sistema Volcánico Transversal, la cual presenta un dominio litológico de basaltos y andesitas pleistocénicas. La zona de estudio se encuentra en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental, la cual presenta afloramientos de calizas cretácicas y lutitas, que a su vez han sido sepultadas por coladas lávicas (véase tabla 6).

Tabla 6. Estratigrafía general del municipio de Huasca

Formación	Características generales
Aluvión	Representan depósitos frescos de sedimentos con granulometría variable que conforman abanicos aluviales no consolidados.
Traquita Guajolote	De edad Cuaternaria (Pleistoceno-Holoceno), se encuentra conformada por lavas vesiculares de composición máfica-basáltica que se alternan con depósitos aluviales y coluviones.
Coladas olivínicas	De edad contemporánea, está constituida por derrames de basalto olivínico al norte de la Sierra de las Navajas.
Coladas fisurales	Se encuentran conformadas por la expresión más común y llamativa de la región: coladas lávicas básicas muy fluidas que constituyeron prismas basálticos.
Atotonilco el Grande	Sobreyace a la Formación Mezcala de manera local; se conforma de depósitos de tobas con texturas arenosas y arcillosas de composición riolítica y flujos lávicos andesíticos.
Riolita Navajas	Conformada por depósitos pliocénicos y pleistocénicos de dominancia riolítica, se relaciona con la Sierra de las Navajas, en donde se encuentran derrames lávicos, depósitos brechoides y tobáceos; así como lahares constituidos por obsidianas y pómez de forma predominante.
Grupo Pachuca	Se caracteriza por la deposición de materiales tobáceos de composición intermedia y ácida (andesítica, dacítica y riolítica) de edad Oligoceno-Plioceno, que a su vez conforman al grupo de las Formaciones Santiago, Pachuca, Real del Monte, Santa Gertrudis, Vizcaína, Cerezo y Tezauntla; todas ellas asociadas con derrames riolíticos, andesíticos lávicos y tobáceos.
El Morro	De edad Eoceno-Oligoceno, resulta discordante con las formaciones inferiores sepultándolas con derrames basálticos y andesíticos y por materiales piroclásticos.
Soyatal	Está conformada por depósitos de caliza gris y lutitas rojas; los afloramientos resultan deleznable. La formación es contemporánea de la Mezcala-Méndez, las cuales se interdigitan.
Mezcala-Méndez	Sobreyace a las formaciones El Doctor y Soyatal; datada en el Cretácico superior, se conforma por areniscas plegadas y depósitos de calizas, margas y lutitas relacionadas con procesos de regresión marina.
El Doctor	Presenta afloramientos de calizas, margas y lutitas al oriente del río Grande Tulancingo, datadas en el Cretácico superior.

Fuente: Elaboración propia con datos de Wilson *et al.* (1955), Sergestrom (1961), Geyne *et al.* (1963), Campuzano y Luna (1989), Vázquez (1992), Wilson (1995) y Servicio Geológico Mexicano (1997).

Cuenca alta del río Lerma (Toluca y Almoloya de Juárez, Estado de México)

El sistema de humedales localizado en la Cuenca alta del río Lerma, Estado de México, se asocia con el proceso evolutivo regional de las planicies fluvio-lacustres originadas por el depósito de sedimentos volcanoclásticos, relacionados con las fases eruptivas del volcán Nevado de Toluca, y los procesos de sedimentación fluvial relacionados con el río Lerma y con procesos regionales de basculamiento regional que permitieron la migración del río referido.

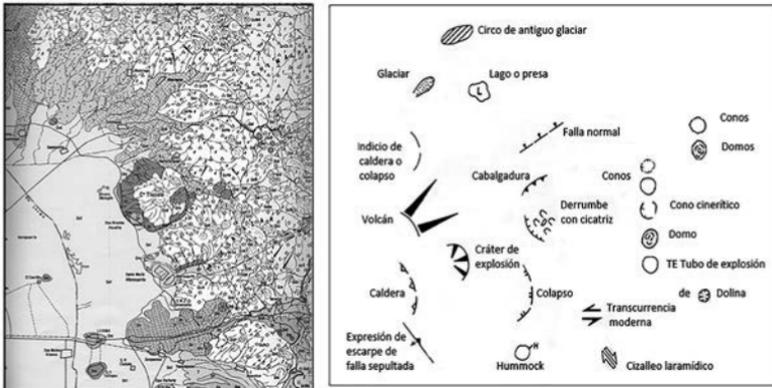
La planicie sobre la cual se desarrollan los humedales está flanqueada por sistemas de lomeríos, piedemonte y valles intermontanos pertenecientes a la formación de la Sierra de las Cruces. El clima es templado subhúmedo en la zona de la planicie, y semifrío subhúmedo para la porción montañosa, con régimen de lluvias en verano, una temperatura media anual de 19^o y una precipitación promedio de 1,025 mm. Los tipos de suelo dominantes son andosol, feozem, vertisol, luvisol y cambrisol (Inegi, 1983).

La planicie aluvial se encuentra emplazada sobre el cruce de tres grandes sistemas de fallas que han afectado tanto el proceso de formación como la orientación del Sistema Volcánico Transversal: el sistema Taxco-Querétaro de orientación NNW-SSE, el Cizallamiento Tenochtitlán de orientación NE-SW y el sistema Chapala-Tula de orientación W-E.

El sistema Taxco-Querétaro es el más antiguo y uno de los más complejos del Sistema Volcánico Transversal; se le considera como la continuación de la provincia *Basin and Range* que posee diferentes orientaciones estructurales, evidencia de la migración de la actividad volcánica y edad del vulcanismo moderno. En tanto, la zona de Cizallamiento Tenochtitlán se extiende al suro-este de la trinchera centroamericana hasta el NW del pueblo de Tenochtitlán; dicha unidad presenta movimiento transcurrente lateral izquierdo. Esta zona, según De Cserna *et al.* (1988), sirve como conducto que transmite ondas sísmicas desde la zona de subducción a lo largo de la trinchera hasta la cuenca de México. Por último, el sistema Chapala-Tula se extiende desde el Lago de Chapala hasta la región de Tula en Hidalgo, cruzando el sistema Taxco-Querétaro; la característica primordial es la constitución de fallas normales que marcan la extensión del arco volcánico con orientación N-S (Espinosa, 2001).

Las llanuras compuestas por sedimentos volcanoclásticos de Cuenca alta del río Lerma constituyen la fosa de Ixtlahuaca-Toluca, bordeada por el Graben de Acambay al N; el Volcán Jocotitlán, la Sierra de Monte Alto y la Sierra de las Cruces al E; el Volcán Nevado de Toluca al S; y por la Sierra Mazahua y el Cerro San Antonio al W (Espinosa, 2001). La composición litológica de la Cuenca alta es dominada por depósitos de origen piroclástico proveniente de los sistemas serranos adyacentes y del Nevado de Toluca; sobre ellos se encuentran depósitos aluviales relacionados con el río Lerma, así como de origen palustre característico de ambientes lénticos de acumulación de agua (véanse figuras 3 y 4, y tabla 7).

Figuras 3 y 4. Geología general de la Cuenca alta del río Lerma



Fuente: Modificado de Mooser *et al.* (1996).

Tabla 7. Composición litológica de la Cuenca alta del río Lerma, características de los medios y formación geológica predominante

Clave litológica	Descripción litológica	Formación	Tipo de medio
Qla	Depósitos lacustres formados por material arcilloso.	Depósitos lacustres	Poroso
Qal	Depósitos de aluvión y materiales acarreados, compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas sin consolidar.	Depósitos de aluvión	Poroso
Qtba	Depósitos formados por tobas, arenas, limos, arcillas y ceniza volcánica.	Tobas-arenas	Poroso

Qtb	Depósitos predominantes de tobas y otros materiales piroclásticos.	Tobas	Poroso
Qb Qbc	Derrames de basalto compacto intercalados con materiales escoráceos. Presencia de conos recientes.	Formación Chichinautzin	Poroso o fracturado
Qn	Flujos de piroclastos, lavas y aglomerados de composición andesítica.	Flujos del Nevado de Toluca	Poroso
Qtb _n	Tobas de composición andesíticas intercaladas con depósitos piroclásticos.		Poroso
Qa	Domos de composición andesítica que presentan fracturamiento radial.	Domos	Poroso
Tpt	Depósitos heterogéneos de materiales volcanoclásticos provenientes de focos volcánicos y sierras altas en forma de lahar o fanglomerado.	Formación Tarango	Poroso o fracturado
Tomc	Rocas de composición andesítica, se encuentran en los núcleos de las sierras.	Formación Las Cruces	Fracturado
Tpv	Rocas de composición andesítica alternadas con dacitas y riolita.		Fracturado
Tomv	Complejo volcánico del Terciario medio de composición andesítica alternadas con dacitas, riolitas y brechas.	Formación Xicoteppec	Fracturado

Fuente: Modificado de Garfias *et al.* (2017).

Sistema Nevado de Toluca-San Antonio

Respecto al Sistema Nevado de Toluca-San Antonio, los estudios sobre el origen y evolución del sistema serrano han sido exhaustivos al abordar problemas relacionados con las fases eruptivas, la datación de materiales rocosos y orgánicos, y el análisis de columnas estratigráficas, entre otros. Destacan los trabajos de: Blomfield y Valastro (1974), Sielbert y Carrasco (2002), Arce *et al.* (2003), Bellotti *et al.* (2010), Norini *et al.* (2008 y 2010), Quintanar *et al.* (2004), Szykaruk *et al.* (2004), Gómez *et al.* (2005), Menea *et al.* (2005), Aceves *et al.* (2006), Servando y Tilling (2008), Ortega *et al.* (2008) y Capra *et al.* (2013), entre otros (véase tabla 8).

Tabla 8. Secuencia estratigráfica del Sistema Nevado de Toluca-San Antonio

Grupo superior	Edad	Formación	Ígneas	Rocas sedimentarias	Metamórficas
Secuencia volcánica cuaternaria	Cuaternario	Campo monogenético Chichinautzin	Escoria basáltica	-----	-----
Secuencia volcánica San Antonio	Plioceno Pleistoceno	Campo volcánico Sierra de las Cruces	Escoria andesítica Flujos piroclásticos Lahares Andesita Basalto	-----	-----
	Mioceno	Tepoztlán Basalto	Lahares	-----	-----
Grupo Balsas	Terciario	San Nicolás	Basalto	-----	-----
		Tilzapotla	Dacita Riolita	----- -----	----- -----
Plataforma Morelos	Jurásico Cretácico	Mexcala	-----	Conglomerado Arenisca Dolomita Caliza	-----
		Morelos	-----	-----	-----
Secuencia sedimentaria	Jurásico Cretácico	Amatepec	-----	Lutita	-----
		Acuitlapan	-----	Lutita	Esquisto
		-----	-----	Caliza	-----

Fuente: Elaboración propia con datos de Aceves (2007), basado en Sedov *et al.* (2001), Solleiro *et al.* (2004), Capra y Macías (1997), Fisher y Shmincke (1984), Cervantes (2001), Bloomfield y Valastro (1974), Arce (2005) y Capra *et al.* (2006), publicados en Espinosa (2014).

Clasificado como un estratovolcán de tipo poligenético, constituido por flujos de lava dacítica, posee un cráter elíptico orientado al Este. De acuerdo con Mooser (1968) y Mooser *et al.* (1972), el Nevado de Toluca se formó sobre rocas volcánicas del Oligoceno y del Mioceno-Plioceno, las cuales descansan sobre las rocas mesozoicas; y al igual que otros volcanes cuaternarios del complejo volcánico transmexicano, sobreyace en la intersección de sistemas de fracturas citados con antelación.

Respecto a su evolución geológica, puede decirse que su origen es de carácter tectónico y que, junto con otros sistemas montañosos y volcanes aislados del centro del país, delimitan fallas escalonadas de orientación NW-SE y NE-SW correspondientes a las cuencas de Toluca, Puebla y México. Espinosa y Arroyo (2011) –citados en Hernández (2014: 80)– “consideran que el Nevado se ha formado en varios periodos de calma

y erupciones violentas que dan lugar a la heterogeneidad de materiales, los cuales se encuentran en este momento alterados por procesos de intemperismo, erosión y acumulación característicos de ambientes glaciares, periglaciares y fluviales desarrollados en diferentes estadios”.

El paisaje actual sobreyace a los depósitos de la última erupción pliniana del volcán, que data de hace 9.5 ka., en dirección Este-Noreste. El depósito piroclástico fue llamado por Bloomfield *et al.* (1977) con el nombre de “Formación Pómez Toluca Superior (FPTS)”, el cual cubre una superficie aproximada de 2,000 km². La serie estratigráfica de la Formación Pómez Toluca Superior muestra un gasto máximo de energía cinética de 6×10^{19} ergios/seg, y un primer depósito de flujos piroclásticos intensos presenta isopacas de 10 y 15 metros que sepultaron el relieve preexistente como antiguos valles fluvioglaciares. De acuerdo con la composición de este depósito, se observan series de materiales en colores azules-grisáceos y otras rosado-amarillo-grisáceos; los primeros se asocian con la composición intermedia de los mismos, y los segundos se relacionan con la mezcla de pómez y un paleosuelo.

Por su parte, el depósito intermedio se encuentra intercalado por diferentes depósitos de clastos subangulosos que muestran estadios diversos de la actividad del volcán, siendo su constitución de pómez, líticos, cenizas, tefra y algunos bloques. Por su parte, el estrato superior de la misma formación se halla sin muestras de secuencias deposicionales con cenizas intemperizadas, lapilli pumítico, bloques y pómez de granulometría grosera; todo ello forma una capa que supera los dos metros de espesor (véase tabla 9).

Tabla 9. Historia eruptiva del Nevado de Toluca que comprende los últimos 43, 000 años de actividad

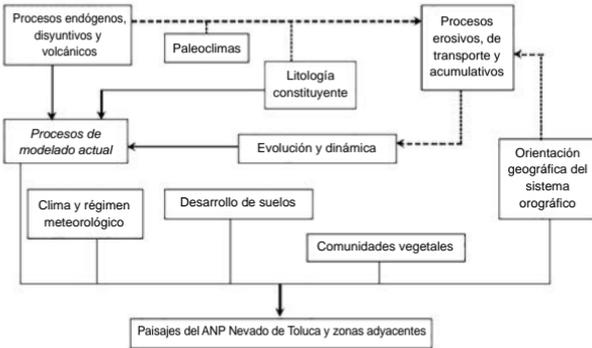
Tipo de evento	Productos	Área (km ²)	Vol. (km ³)	Magnitud	Frecuencia en años	Ejemplos (en años)
Freatomagmático	Ceniza de caída	< 50	< 0.1	1	8 / 42,000	MF1, MF2 = 13,480 Flujo Las
	Flujos de cenizas con pómez	100 – 200	< 0.2			Huertas 16,000 MF4, MF5, MF6 entre 10,500 y 24,000
Pliniana Altura de columna <40km	Pómez de caída	400 – 500	< 2.3	3	4 / 42,000	PTI 21,750 a. P. Flujo de pómez rosa 43,000
	Flujos de bloques y ceniza con pómez	63	< 0.1			Flujo de pómez intermedia 12,100

Destrucción y colapso de domos medianos	Flujos de bloques y cenizas Surges masivos	200	---	3	1 / 42,000	Flujo Rosa (h) 24,500 años a.P.
Destrucción y colapso de domos grandes	Flujos de bloques y cenizas Pómez de caída	630	3.15	4	2 / 42,000	Flujo El Capulín 28,000 Flujos de bloques y ceniza Zacango 37,0004
Pliniana Altura de columna >40km	Flujos de pómez y líticos Oleadas piroclásticas Lahares	2,000	2.6	5	1 / 42,000	PST 10,500
Colapso gravitacional del edificio principal	Avalancha 2 Avalancha 1	> 500	---	5	2 / 100,000	AV1 y AV2 (>42,000)

Fuente: Aceves (2007, basado en Sedov *et al.*, 2001), Solleiro *et al.* (2004), Capra y Macías (1997), Fisher y Shmincke (1984), Cervantes (2001), Bloomfield y Valastro (1977), Arce (2005) y Capra *et al.* (2006).

La combinación de factores de origen tectónico estructural, volcánico y de modelado glaciar, periglacial y fluvial, además de las variaciones climáticas y biogeográficas, han heredado un paisaje propicio para el desarrollo de cuerpos de agua y sistemas fluviales perennes e intermitentes que conforman a la cuenca (véase figura 5).

Figura 5. Síntesis del origen, modelado y desarrollo de paisajes del ANP y zonas periféricas



Fuente: Espinosa *et al.* (2014).

Corregidora (Querétaro)

La fosa de Querétaro se sitúa en el límite oriental de la Subprovincia de la Depresión del Bajío y se relaciona con el sistema de fracturas San Miguel de Allende-Taxco. Las principales unidades litológicas de la región se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Formaciones geológicas estratigráficas dominantes de Querétaro

Unidad	Características	Clave	Litología
Fluvio lacustre	Depósitos de sedimentos sobre la planicie relacionados con procesos de inundación y/o torrentes.	Qla	Depósitos lacustres
		Qfl	Depósitos fluviales
Hércules	Depósitos de tobas y flujos ignimbríticos	Tsth	Ignimbritas riolíticas
Cuesta China	Tobas de caída depositadas en medios acuosos; aflora al sur del valle.	Tstcc	Tobas
Menchaca	Lavas intermedias con alta densidad de fracturas, presenta precipitaciones de soluciones hidrotermales.	Tmbm	Andesita y basalto
Mompaní	Afloramiento formado por depósitos de tobas al norte, oriente y poniente. Constituye la formación acuífera actual.	Titm	Tobas (arcillosas, arenosas y vítreas)
San Pedrito	Andesitas y basaltos (ricos en zeolitas y olivino) constitutivos del basamento geológico y geohidrológico.	Tibsp	Basalto y andesita
Cimatario	Relacionados con la última fase eruptiva del volcán Cimatario, presenta depósitos efusivos intermedios y básicos con espesores promedio de seis metros.	TQbc	Andesita y basalto

Fuente: Elaboración propia con datos de Fries (1960), Geyne (1963) y Castillo y Suter (1982).

Por su parte, el sistema de fallas que limitan a la fosa son (véase figura 6):

- Oriente (Tángano-San Pedrito El Alto)
- Centro (Campestre-Santa Rosa Jáuregui)
- Poniente (Balbanera-Mompaní)
- Norte (Mompaní-San Pedrito El Alto)
- Sur (Balbanera-Tángano)

Tabla 11. Características físico-geográficas generales de los humedales

Estado	Humedal	Subprovincia fisiográfica	Litología dominante	Clima	Rangos de temperatura y precipitación		Hidrología		Edafología
					° Celsius	mm	Región	Cuenca	
Hidalgo	Acatlán	Lagos y volcanes de Anáhuac Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo	Basalto, toba y brecha volcánica	Templado subhúmedo con lluvias en verano	12- 18	500	Pánuco	Moctezuma	Phaeozem, vertisol, kastañozem, andosol, luvisol, fluvisol, leptosol,
					12- 18	900			
	Chapatongo	Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo	Toba, basalto, andesita y brecha volcánica	Templado subhúmedo con lluvias en verano	12- 18	500 700	Pánuco	Moctezuma	Phaeozem, vertisol, leptosol, planosol
Estado de México	Huasca	Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo	Basalto, toba, andesita y brecha volcánica	Templado subhúmedo con lluvias en verano	10- 18	500 1,000	Pánuco	Moctezuma	Phaeozem, vertisol, kastañozem, luvisol, andosol, fluvisol,
					12- 14	800 1,200			
	Almoloya	Lagos y volcanes de Anáhuac	Basalto, toba, brecha volcánica	Templado subhúmedo con lluvias en verano	12- 14	800 1,200	Lerma Santiago	Lerma	Gleysol, andosol, leptosol, vertisol, regosol, phaeozem
Querétaro	Toluca*	Lagos y volcanes de Anáhuac	Aluvial y lacustre	Templado subhúmedo con lluvias en verano	10- 14	800 1,000	Lerma Santiago	Lerma	Histosol, phaeozem
	Corregidora	Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo	Basalto, toba, andesita	Templado subhúmedo con lluvias en verano	16- 20	500 800	Lerma Santiago	Laja	Vertisol, phaeozem, leptosol

Fuente: Elaboración propia.

De manera integral, en la tabla 12 se exhiben aspectos distintivos y comunes de los sistemas de humedales en cuestión, destacándose la clasificación de las características en aspectos: general, hidrológico, geomorfológico. También se exponen las funciones observadas en dichos sistemas como las: hidrológicas, atmosféricas, las biótico/ecológicas y las ambientales.

Tabla 12. Características distintivas de los sistemas de humedales

Características	Sistema de humedal			
	Huasca, Hidalgo	Lerma, Estado de México	Corregidora, Querétaro	
Aspectos generales	Altitud	2,075 m snm	2,584 m snm	1,820 m snm
	Superficie	10-100 km ²	10-100 km ²	10-100 km ²
	Superficie de cuenca de alimentación	Mediano	Pequeño	Mediano
	Profundidad media	100 a 1,000 km ²	10 a 100 km ²	100 a 1,000 km ²
	Amplitud de mareas	< 3 m	< 3 m	< 3 m
Elementos hidrológicos	Distancia desde cabecera del río	Baja	Baja	Baja
	Energía de flujo	Autóctona	Alóctona	Alóctona
Elementos morfológicos	Forma y configuración del cauce principal	Muy baja	Baja	Muy baja
	Forma del valle	Rectilínea con control estructural y litológico	Rosario de cuerpos de agua dentro de lago oxbow	Sistema ortogonal con control estructural
	Transporte de sólidos	En "V" con fondo semiplano	Amplio con fondo plano	En "V" con fondo semiplano
Funciones hidrológicas	Almacenamiento de agua	Muy alta	Alta	Alta
	Control de avenidas	Almacenamiento de agua	Almacenamiento de agua	Almacenamiento de agua
Funciones atmosféricas	Estabilización de parámetros meteorológicos y climáticos	Recarga de acuíferos	Recarga de acuíferos	Recarga de acuíferos
		Estabilización de parámetros meteorológicos y climáticos	Estabilización de parámetros meteorológicos y climáticos	No definida
Funciones biótico / ecológicas	Aporte de agua y nutrientes para campos agrícolas	Albergue de diversidad de hábitats	Albergue de diversidad de hábitats	Aporte de agua para campos agrícolas
		Reservorios de la naturaleza		

Funciones ambientales	Control de erosión Purificación de agua mediante retención de sedimentos	Purificación de agua mediante retención de nutrientes	Purificación de agua mediante retención de nutrientes
Funciones antrópicas	Sistema de abasto Deportes y turismo Patrimonio sociocultural	Explotación de recursos naturales Sistema de abasto Referencias religiosas y cosmogónicas	Sistema de abasto y de riego Patrimonio sociocultural

Fuente: Elaboración propia con datos de Brinson (1993a), Semeniuk y Semeniuk (1995 y 1997), Clairain (2002) y Ortiz (2018).

Caracterización de los humedales de Huasca, Hidalgo

Los humedales localizados en este territorio poseen importancia nacional e histórica por su relación con la Hacienda de Santa María Regla. Si bien se consideran de origen antrópico, debido al sistema de represas escalonadas, este conjunto de cuerpos de agua se desarrolla sobre un sistema fluvial rico en la carga de sedimentos finos que se relacionan con la alta productividad de la Vega de Mezquitlán, ubicada en la misma entidad federativa. Como se estableció, el perfil funcional de estos cuerpos de agua se vincula con un sistema hidrológico-sedimentario que posee un alto impacto biogeoquímico.

Desde la perspectiva hídrica se consideran de tipología fluvio-estacional, que cumplen funciones hidrogeomorfológicas relacionadas con la regulación del flujo de agua, con la disipación de energía y con la distribución espacial de sedimentos que permite el reciclaje de nutrientes y el mantenimiento de comunidades de población y de paisaje (véase figura 7).

Figura 7. Sistema de humedales del municipio de Huasca, Hidalgo



Fuente: Fotografía tomada de Google (2018).

Si se consideran las categorías de humedales desarrollados en combinación de geoformas y los hidroperiodos, se tiene que la principal forma de alimentación de agua es por la vía fluvial; debido al carácter estacional, la peniplanicie se utiliza como sistema de represas para el control de inundaciones y para desarrollar actividades acuáticas profesionales y de esparcimiento. Desde el punto de vista geomorfológico, los cuerpos de agua presentan una configuración geométrica predominantemente lineal, alargada y escalonada (por influencia antrópica), alimentados por un cauce principal de morfología recta que permite el desarrollo de vegetación en galería.

Caracterización de los humedales de Lerma, Estado de México

El conjunto de cuerpos de agua que conforman a los humedales mexicanos posee una importancia biológica, ambiental, de conservación y explotación, debido a que dicha zona provee del líquido a la Ciudad de México, en coordinación con el Sistema Cutzamala (véase figura 8).

Figura 8. Sistema de humedales del municipio de Lerma, Estado de México



Fuente: Fotografía tomada de Google (2018).

Se le considera una región de carácter plurifuncional porque está integrada por un conjunto de ciénagas formadas por abandono fluvial y por el desarrollo de actividades de aprovechamiento.

Se encuentra alimentada por la cuenca alta del río Lerma, la cual está conformada por un complejo sistema hidrológico de régimen de inundación perenne, con alcance estacional positivo para el periodo

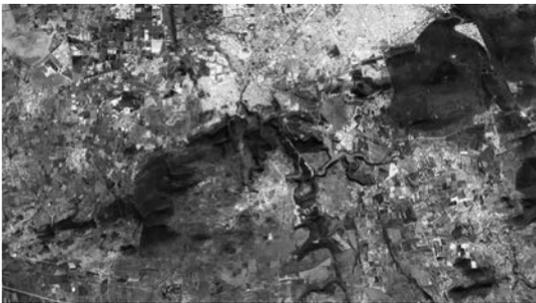
anual de precipitación, que influye en los niveles piezométricos del manto freático y también en la regulación del flujo de agua. El sistema de humedales es complejo y diverso, pues en él hay características dinámicas relacionadas con el deterioro por el aumento de flujo fluvial, aislamiento hidrológico, deterioro por migración fluvial y cambios de uso de suelo.

Desde la perspectiva geomorfológica, el origen fluvial se vincula con la evolución tectónica de la cuenca alta del río Lerma, en donde existen cambios de pendiente, erosión, sedimentación y abandono de cauces. El desarrollo de los cuerpos de agua se muestra de manera secuencial, siguiendo un antiguo cauce abandonado sobre planicies lodosas e inundables; asimismo, se advierte la formación de una estructura circular a la cual denominaremos “pseudopetén”, debido al parecido que tiene esta geoforma con las del sureste mexicano. Esta condición permite el desarrollo incipiente de turberas.

Caracterización de los humedales de Corregidora, Querétaro

El sistema posee importancia local para el desarrollo de los grupos de población periféricos a los cuerpos de agua. Desde el punto de vista funcional, se caracteriza por ser fluvial y antrópico con un perfil funcional hidrológico estacional (véase figura 9).

Figura 9. Sistema de humedales del municipio de Corregidora (El Pueblito), Querétaro



Fuente: Fotografía tomada de Google (2018).

La función hidrogeomorfológica dominante de este sistema se relaciona con la regulación continua del flujo de agua y el mantenimiento del ecosistema local; sin embargo, recibe presión antrópica debido a las

demandas de cambio de uso del suelo urbano. Respecto al hidroperiodo, este se clasifica como estacional con el desarrollo de valles alargados a la presencia de fracturas geológicas.

Conclusiones

Los humedales en cuestión poseen como cualidad compartida el origen que está relacionado con el Sistema Volcánico Transversal; sin embargo, existen variables en el proceso formativo que han definido la caracterización espacial de cada espacio hídrico. Así, la diferenciación espacial depende del arreglo fisiográfico y del funcionamiento dinámico-evolutivo que se vincula con procesos de zonalidad y azonalidad, en donde la latitud determina la formación de franjas territoriales y el clima templado predominante en la zona de estudio. Asimismo, la diferenciación depende del balance en la relación calor-humedad, de la continentalidad, de las irregularidades del relieve y de la zonación altitudinal.

Si bien la variable de zonalidad es común por la génesis territorial, la pendiente general del terreno y el clima dominante, la diferenciación espacial responde a la integración de diversos principios geográficos como el de la existencia objetiva kantiana, el cual establece de manera genérica que las formaciones y los arreglos espaciales poseen dos variables fundamentales para la comprensión del territorio geográfico: el tiempo y el espacio.

Cabe señalar, de modo particular, que en los tres sistemas de humedales, las geoformas generales dependen estrictamente del proceso y dinámica geológica regional y local, distinguiéndose en los tres casos procesos de origen disyuntivo y volcánico, pero todos ellos disímiles. También se observa, desde el punto de vista funcional y dinámico, que en los tres casos la dinámica sistémica se relaciona más con el transporte en contraste con la función de recepción que les da origen.

Referencias

- Abarca J. (2002), "Definición e importancia de los Humedales", en F. J. Abarca (ed.), *Manual para el manejo y conservación de los humedales en México*, Estados Unidos: INNE, Pronatura, Semarnat y North American Wetlands Conservation Council.
- Abarca J. (ed.) (1996), *Manual para el manejo y conservación de los humedales en México*, México: Instituto Nacional de Ecología.

- Aceves, F., López, J. y Martín del Pozzo, A. (2006), "Determinación de peligros volcánicos aplicando técnicas de evaluación multicriterio y Sistemas de información geográfica en el área del Nevado de Toluca", en *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, vol. 23, núm. 2.
- Aguirre G., Zúñiga F., Pacheco F. y Guzmán M. (2017), "El graben de Querétaro, México. Observaciones de fallamiento activo", en *Geos*, vol. 20, núm. 1.
- Alberico, I., Petrosino, P., Mglione, G., Bruno, L., Capaldo, F., Dal, A., Lirer, L. and Mazzola, S. (2012), "Mapping the vulnerability for evacuation of the Campi Flegrei territorial system in case of a volcanic unrest", en *Natural Hazards*, núm. 64.
- Arce J., Cervantes E., Macías J., Mora C. (2005), "The 12.1 ka Middle Toluca Pumice: A dacitic Plinian-subplinian eruption of Nevado de Toluca in Central Mexico", en *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 1, núm. 147.
- Arce, J., Gardner, J. and Macías, J. (2013), "Pre-eruptive conditions of dacitic magma erupted during the 21.7 ka Plinian event at Nevado de Toluca volcano, Central Mexico", en *Journal of vulcanology and geothermal research. Elsevier*, núm. 249.
- Arce, J., Macías, J. y Vázquez, L. (2003), "The 10.5 Ka Plinian eruption of Nevado de Toluca volcano, Mexico: Stratigraphy and hazard implications", en *GSA. Bulletin*, vol. 115, núm. 2.
- Arce, J., Macías, J., Gardener, y Layer, P. (2006), "A 2.5 Ka History of dacitic magmatism at Nevado de Toluca, Mexico. Petrological $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating and experimental constraints", en *Journal of Petrology*, vol. 47, núm. 3.
- Arriaga, L., Espinosa, J., Aguilar, C., Martínez, C., Gómez, L. y Loa, E. (2000), *Regiones terrestres prioritarias de México*, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (Conabio).
- Arriaga, L., Aguilar, V. y Alcocer J. (2002), *Aguas continentales y diversidad biológica de México*, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Bellotti, F., Capra, L., Sarocchi, D. and D'Antonio, M. (2010), "Geostatistics and multivariate analysis as tool to characterize volcanoclastic deposits: application to Nevado de Toluca Volcano, Mexico", en *Journal of Volcanology*, vol. 191, núm. 1.
- Berlanga C. Ruiz A. (2004), *Análisis comparativo de los sistemas clasificatorios de humedales*, México: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Unidad Mazatlán en Acuicultura y Manejo Ambiental.
- Bernal, J., Lachniet, M., McCulloch, M., Mortimer, G., Morales, P. and Cienfuegos, E. (2011), "Aspeleothem record of Holocene climate variability from southwestern Mexico", en *Quaternary Research*, vol. 75.
- Bertalanfy, L. (1989), *Teoría General de Sistemas, fundamentos, desarrollos y aplicaciones*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Blatter, W. y Hammersley, L. (2010), "Impact of the Orozco fracture zone on the central Mexican Volcanic Belt", en *Journal of Volcanology and Geothermal Research, Elsevier*, vol. 197.
- Bloomfield, K. (1973), "The age and significance of the Tenango basalt, Central Mexico. The International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's interior in the international Union of Geodesy and Geophysics, Mapoly, Italy", en *Bulletin Volcanologique*, núm. 37.
- Bloomfield, K. and Valastro, J. (1974), "Last Pleistocene eruptive history of the Nevado de Toluca, Central México. Geological Society of America", en *Bulletin Volcanologique*, núm. 85.
- Bocco, G. (2004), "Geografía física y ordenamiento territorial. Experiencias en México", en III Seminario Latinoamericano de Geografía Física.
- Bravard, P. y Gylvear, D. (1996), "Hidrological and geomorphological structure of hydrosystems", en P. E. y C. Amoros (eds.), *Fluvial hydrosystems*, Inglaterra: Chapman & Hall.
- Bravo, J. Windevoxhel-Lora N. (1997), *Manual para la identificación y clasificación de humedales en Costa Rica*, Costa Rica: Embajada Real de los Países Bajos.
- Brinson, M. (1993a), *A hydrogeomorphic classification of wetlands*, Estados Unidos: Army Engineer Waterways Experiment Station.

- Brinson, M. (1993b), "Changes in the functioning of wetlands along environmental gradients", en *Wetlands*, vol. 13, núm. 2.
- Brinson, M. (1995), "The HGM Approach explained. National Wetlands newsletter", en *Environmental*, vol. 17, núm. 6.
- Brinson, M., Rheinhardt R., Hauer F., Lee L., Nutter W., Smith R., & Whigham D. (1995), *A guidebook for application of HGM assessments to riverine wetlands*, Estados Unidos: U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station.
- Caballero, L. & Capra, L. (2011), "Textural analysis of particles from El Zaguán debris avalanche deposit, Nevado de Toluca volcano, Mexico: Evidence on flow behavior during emplacement", en *Journal of vulcanology and geothermal research, Elsevier*, vol. 200.
- Campuzano, V. y Luna, L. (1989), *Estudio geomorfológico del municipio de Huasca de Ocampo*, México: UNAM.
- Capra, L., Lugo J., Zamorano J. (2006), "La importancia de la geología en el estudio de los procesos de remoción en masa: el caso de Totomoxtla, Sierra Norte de Puebla, México", en *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 58, núm. 2.
- Capra, L., Bernal, J., Carrasco, G. & Roverato, M. (2013), "Climatic fluctuations as a significant contributing factor for volcanic collapses. Evidence from Mexico during the Late Pleistocene", en *Global and Planetary Change*, vol. 100.
- Carrasco, G., Milán, M. y Verma, S. (1989), "Geología del volcán Zamorano, Estado de Querétaro", en *Boletín del Instituto de Geología*, vol. 8, núm. 2.
- Carrera, E. y De la Fuente, G. (2003), *Inventario y clasificación de humedales en México. Parte I*, México: Ducks Unlimited de México.
- Carrillo, M. y Suter, M. (1982), "Tectónica de los alrededores de Zimapán, Hidalgo y Querétaro. Sociedad Geológica Mexicana", en *Guía de la excursión geológica a la región de Zimapán y áreas circundantes*, vol. 1, núm. 1.
- Carter, V. & Novitzki, R. (1988), "Some comment on the relation between groundwater and wetlands. Ch 7.", en Hook, D. D., *The Ecology and Management of Wetlands. Ecology of wetlands, Management*, Estados Unidos: Timber Press.
- Cebriá, J., Martín, C., López, J. Morán, D. & Martiny, B. (2011), "Numerical recognition of alignments in monogenetic volcanic areas: examples from the Michoacan-Guanajuato Volcanic Field in Mexico and Calatrava in Spain", en *Journal of Volcanology and Geothermal Research, Elsevier*, vol. 201, núm. 1-4.
- Cervantes, E. (2001), *La pómez blanca intermedia: depósito producido por una erupción Pliniana-subpliniana del Volcán Nevado de Toluca hace 12,100 años*, México: Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto de Geofísica.
- Cervantes M. (1999), *Base de datos de las AICAS*, México: Cipamex, Conabio, FMCN y CCA. AICA: 47 Marismas Nacionales. Disponible en: conabio.gob.mx (consultado en mayo de 2017).
- Clairain, E. (2002), *Hydrogeomorphic approach to asses wetland functions: Guidelines for developing regional guidebooks*, Estados Unidos: U.S. Army Engineer Research and Development Center.
- Clara, M. y Maneyro R. (2016), *Humedales del Uruguay. El ejemplo de los humedales del Este*. Recuperado de: http://www.mirador.cure.edu.uy/uploads/files/L01___ClaraManeyro_1999_Humedales.pdf
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) (2018), *Humedales, Áreas Naturales Protegidas de México*. Recuperado de: <https://www.ramsar.org/es>
- Cowardin, L., Carter V., Golet, F. y LaRoe E. (1979), *Clasificación de humedales y hábitats de aguas profundas de los Estados Unidos*, Estados Unidos: Departamento del Interior, Fish and Wildlife Service.
- D'Antonio M., Capra L. Sarocchi D. & Bellotti F. (2008), "Reconstruction of the eruptive event associated to the emplacement of the 13 ka El Refugio pyroclastic flow, Nevado de Toluca volcano (Mexico)", en *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, vol. 25.

- De Beni E. (2001), "Evolución geológica del vulcano Nevado de Toluca (Messico). Análisis estratigráfico, petrográfico e geoquímico" (tesis de licenciatura), Italia: Università degli Studi di.
- De Cserna Z., De la Fuente M., Palacio H., Triay L., Mitre L. y Mota R. (1988), *Estructura geológica, gravimetría, sismicidad y relaciones neotectónicas regionales de la cuenca de México*, México: Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto de Geología.
- Demant A. (1978), "Características del Eje Neovolcánico Transmexicano y sus problemas de interpretación", en *Revista del Instituto de Geología*, vol. 2, núm. 2.
- De-Pedraza, J. (1997), *Geomorfología: principios, métodos y aplicaciones*, España: Rueda.
- Dirección General de Obras Hidráulicas (DGOH) (1996), *Lagos y humedales de España*, España: Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, Ministerio de Medio Ambiente.
- Environment Australia (2001), *A directory of important wetlands in Australia*, Australia: Environment Australia.
- Environment Protection Agency (2002), *Function and values of wetlands*. Recuperado de: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-02/documents/wetlandfunctionsvalues.pdf>
- Erreguerena, P., Montero, A. y Junco, R. (2009), *Las aguas celestiales: Nevado de Toluca. Arqueología subacuática*, México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Espinosa, L. (2001), "Geomorfología de la ladera noreste del Nevado de Toluca" (tesis de Maestría en Geografía), México: Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto de Geografía.
- Espinosa, L. (2015), "Elementos geomorfológicos-cuantitativos del piedemonte nororiental del Volcán Nevado de Toluca", en *Ciencia Ergo Sum*, vol. 2, núm. 10, México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Espinosa, L. y Arroyo, K. (2011), *Geomorfología en México. Una visión histórica, metodológica y aplicada*, Alemania: Académica Española.
- Espinosa, R. L. M., Balderas, P. M. A. y Cabadas, B. H. V. (2014), "Caracterización geomorfológica del área natural protegida Nevado de Toluca: complejo de volcanes Nevado de Toluca y San Antonio", en *Ciencia UAT*, vol. 9, núm. 1.
- Farina, C., Costa, L., Zalidis, G., Mantzavelas, A., Fitoka, E., Hecker, N. & Vives, T. (1996), "Mediterranean wetland inventory: Habitat description system", en *Publication*, vol. 3, núm. 1.
- Ferrari, L., Orozco, T., Manea, V. & Manea, M. (2012), "The dynamic history of the Trans-Mexican Volcanic Belt and the Mexico subduction zone", en *Journal of Volcanology and Geothermal Research, Elsevier*, 522-523.
- Finlayson, M., Begg, G., Howes, J., Davies, J., Tagi, K. & Lowry, J. (2002), "A manual for an inventory of Asian wetlands. Version 1.0", en *Wetlands International Global Series 10*, Malasia.
- Fisher, V. y Shmincke, U. (1984), *Pyroclastic Rocks*, Alemania: Springer-Verlag. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-74864-6>.
- Flores, C., Estupiñán, L., Rojas, S., Aponte, C., Quiñones, M., Acevedo, O., Vilardy, S. y Jaramillo, U. (2016), "Identificación espacial de los sistemas de humedales continentales de Colombia", en *Biota Colombiana*, vol. 17, núm. 1.
- Flores, F., Moreno, P., Agraz, C., López, H., Benítez, D. y Travieso, C. (2007), "La topografía y el hidropedimento. Dos factores que condicionan la restauración de los humedales costeros", en *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, vol. 80, núm. 1.
- Folch, A. (2012), "A review of tephra transport and dispersal models: Evolution, current status and future perspectives", en *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 235-236.
- Franco, L., Delgado, J. y Andrade, G. (2013), "Factores de la vulnerabilidad de los humedales altoandinos de Colombia al cambio climático global", en *Cuadernos de Geografía, Revista Colombiana de Geografía*, vol. 22, núm. 2.
- Franco, S. (2010), *Los hongos comestibles del Nevado de Toluca*, México: Universidad Autónoma del Estado de México.

- Fries, C. (1960), *Geología del Estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero, región central meridional de México*, México: Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto de Geología.
- García, M. (2004), *Criterios de definición y clasificación de humedales (wetlands)*, España: Ministerio de Medio Ambiente.
- Garfías, J., Llanos, H., Franco, R. y Martell, R. (2017), "Estimación de la vulnerabilidad del acuífero del Valle de Toluca mediante la combinación de un método paramétrico y el transporte advectivo", en *Boletín Geológico y Minero*, vol. 128, núm. 1.
- Geyne, R. (1956), *Geología a lo largo de la carretera entre México D.F., Pachuca y Zimapan, Hidalgo. Distrito minero de Pachuca-Real del Monte*, México: Congreso Geológico Internacional, Excursiones A-3 y C-1.
- Geyne, R., Fries, C., Sergestrom, K, Black, F. & Wilson, F. (1963), *Geología y yacimientos minerales del Distrito de Pachuca-Real del Monte*, México: Consejo de Recursos Naturales No Renovables.
- Gómez, A., Orozco, T. y Ferrari, L. (2005), "Petrogénesis ígnea de la Faja volcánica Transmexicana", en *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 3, núm. 57.
- Gopal, B. (2003), "Perspectives on wetland science, application and policy", en *Hydrobiologia*, vol. 490.
- Hernández, E. S. (2014), "Caracterización morfológica y morfométrica de la carta Toluca" (tesis para obtener el título de Licenciado en Geografía), México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Hughes R. (1995), "The currents status of European wetland inventories and classifications", en *Vegetatio*, vol. 118.
- Inegi (1983), *Carta Edafológica clave E14A38 Toluca de Lerdo, escala 1:50,000*. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2000) y XII Censo General de Población y Vivienda.
- Krasilnikov, P., Gutiérrez, M., Ahrens, R., Cruz, C., Sedov, S. & Solleiro, E. (2013), *The soils of Mexico. Of the buried paleosols of the Nevado de Toluca, Central Mexico*, México: World Soils Book Series.
- Ledezma-Guerrero, O. (1987), *Hoja Calpulalpan 14Q-b (3), con resumen de la geología de la Hoja Calpulalpan, estado de Hidalgo, México y Tlaxcala*, México: UNAM e Instituto de Geología.
- Lenhardt, N. & Götz, A. (2011), "Volcanic settings and their reservoir potential: An outcrop analog study on the Miocene Tepoztlán Formation, Central Mexico", en *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 204.
- Lenhardt, N., Böhnelt, H., Hinderer, M. & Hornung, J. (2013), "Paleocurrent direction measurements in a volcanic setting by means of anisotropy of magnetic susceptibility: a case study from the Lower Miocene Tepoztlán Formation (Transmexican Volcanic Belt, Central Mexico)", en *Sedimentary Geology*, vol. 1.
- Loera, M. & Arriaga, A. (2010), *En las laderas del volcán. Medio ambiente y paisajes históricos en Calimaya de González*, México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Lugo, J. (1988), *Elementos de Geomorfología Aplicada*, México: Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto de Geografía.
- Lugo, J. (1989), *Geomorfología Aplicada, métodos cartográficos*, México: Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto de Geografía.
- Macías, J. Carrasco, G., Martín del Pozo, A., Siebe, C., Holblitt, R., Sheridan, M. & Tilling, R. (1997), *Mapa de peligros del volcán Popocatepetl*, México: Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto de Geofísica.
- Manea, J., Kosglodov, V. & Sewell, G. (2005), "Thermo-mechanical model of mantle wedge in central Mexican subduction zone and blob tracing approach for the magma transport", en *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, núm. 149.

- Mazzarini, F., Ferrari, L. & Isola, I. (2010), "Self-similar clustering of cinder cones and crust thickness in the Michoacan-Guanajuato and Sierra de Chichinautzin volcanic fields, Trans-Mexican Volcanic Belt", en *Tectonophysics*, vol. 489.
- Ministerio del Medio Ambiente de Colombia (2001), *Política nacional para humedales interiores de Colombia. Estrategias para su conservación y uso racional*, Colombia: Consejo Ambiental Nacional.
- Mitsch, J. & Gosselink, J. (1993), *Wetlands*, Estados Unidos: Van Nostrand-Reinhor.
- Mooser, F., Montiel, A. y Zúñiga, A. (1996), *Nuevo Mapa Geológico de las Cuencas de México, Toluca y Puebla: estratigrafía, tectónica regional y aspectos geotérmicos*, México: Comisión Federal de Electricidad.
- Neiff, J., Iriondo, M. & Carignan, R. (1994), *Large tropical South American Wetlands: An Overview. Proceedings of the International Workshop on the Ecology and Management of Aquatic-Terrestrial Ecotones*, MAB-UNESCO-IHP, Center for Streamside Studies, Seattle 156-165.
- Norini, G., Capra, L., Groppelli, G., Agliardi, F., Pola, A. & Cortes, A. (2010), "The structural architecture of the Colima Volcanic Complex", en *Journal of Geophysical Research*, 115 (B12), B12, 1-20.
- Norini, G., Capra, L., Groppelli, G., & Lagmay, A. (2008), "Quaternary sector collapses of Nevado de Toluca volcano (Mexico) governed by regional tectonics and volcanic evolution", en *Geosphere*, vol. 4.
- North Carolina State University (NCSU) (2011), *Página del Centro de Humedales de la Universidad del Norte de Carolina*. Recuperado de: water.ncsu.edu/watershedss/info/wetlands/function/html.
- Olmsted, I. (1993), "Wetlands of Mexico", en Whigham, F., Dykxjová, D. & Hejný, S. (eds.), *Wetlands of the world I: inventory, ecology and management. Handbook of vegetation Science*, Holanda: Kluwer.
- Ortega, F., Herrera, E., y Dávalos, G. (2008), "On the nature and role of the lower crust in the volcanic front of the Trans-Mexican Volcanic Belt and its fore-arc región, southern and central Mexico", en *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, vol. 25.
- Ortiz, M. (1987), "Los cambios en el nivel de base como mecanismo morfogenético de la asimetría de valle", en *Boletín del Instituto de Geografía*, vol. 17, núm. 1.
- Ortiz, M. (2018), *Apuntes de Geografía Física y del Paisaje*. Recuperado de: <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/download/157/145/770-1?inline=1>
- Ortiz, M. y De la Lanza, G. (2006), *Diferenciación del espacio costero de México: un inventario regional. Geografía para el siglo XXI*, México: UNAM e Instituto de Geografía.
- Palacio, J. (1985), *El croquis geomorfológico: una alternativa en Geomorfología Aplicada*, México: Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto de Geografía.
- Pasqueré, G., Ferrari L., Perazzoll V. & Turchett (1978), *Morphological and structural analysis of the central sector of transmexican volcanic Belt*, México: Geofísica Internacional.
- Pedraza, J. (1996), *Geomorfología. Principios métodos y aplicaciones*, España: Rueda.
- Peña, J. (1997), *Cartografía geomorfológica: básica y aplicada*, México: Logroño.
- Quintanar, L., Rodríguez, M. and Campos, J. (2004), "A shadow crustal earthquake doublet from trans-Mexican Volcanic Belt (Central Mexico)", en *Bulletin of the Sismological Society of America*, vol. 1, núm. 94.
- Ramírez, M. (1988), *Análisis morfoestructural de la Faja Volcánica Transmexicana (centro-oriental)*, México: Coordinación General de Investigación Científica, Universidad Autónoma del Estado de México y Escuela de Geografía.
- Ramsar Convention Bureau (2001), *Wetlands values and functions*, Suiza: Ramsar Convention Bureau. Recuperado de Ramsar.org/key_workplan_bureau 2001.
- Ramsar Convention Secretariat (2004), *Ramsar handbooks for the wise use of wetlands*, Suiza: Ramsar Convention Secretariat.

- Reyes, E. A., Valdez, P. M. E. y Mireles, L. P. (2007), "Geomorfología del parque Nacional Nevado de Toluca", en el XI Encuentro de Geógrafos de América Latina: Geopolítica, globalización y cambio ambiental: retos en el desarrollo latinoamericano. 26 al 30 de marzo de 2007, Bogotá D. C. Disponible en: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal11/Procesosambientales/Geomorfologia/02.pdf>
- Sánchez, G. (1978), "Notas sobre la vulcanología cenozoica de la región entre Temascaltepec y La Marquesa, Estado de México. Libro guía de la excursión a Tierra caliente, Estados de Guerrero y México", en *Sociedad Geológica Mexicana*, núm. 1, México.
- Schnack, J., De Francesco, F., Colado, U., Novoa, M. y Schnack, M. (2000), "Humedales antrópicos: su contribución para la conservación de la biodiversidad en los dominios subtropical y pampásico de la Argentina", en *Ecología Austral*, núm. 10.
- Scout, A. y Jones, T. (1995), "Classification and inventory of wetlands: A global overview", en *Vegetatio*, vol. 118, núm. 1.
- Seco, H. (1982), *Geomorfología, procesos exogenéticos*, Cuba: Universidad de La Habana y Ministerio de Educación Superior.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) (2011), *Diagnóstico funcional de Marismas nacionales*, México: Universidad Autónoma de Nayarit.
- Sedov, V., Solleiro, E., Gama, J., Vallejo, E., & González, A. (2001), "Buried palaeosols of the Nevado de Toluca: an alternative record of Late Quaternary environmental change in central Mexico", en *Journal of Quaternary Science*, vol. 16, núm. 4.
- Semeniuk, V. & Semeniuk, C. (1995) "A geomorphic approach to global wetland classification", en *Vegetatio*, vol. 188, núm. 1.
- Semeniuk, V. & Semeniuk, C. (1997), "A geomorphic approach to global classification for natural inland wetlands and rationalization of the system used by the Ramsar Convention a discussion", en *Wetlands Ecology and Management*, vol. 1, núm. 5.
- Sergstrom, K. (1961), "Geología del sureste del Estado de Hidalgo y del Noreste del Estado de México", en *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petrologos*, vol. 13, núm. 1, México.
- Servando, R. & Tilling, R. (2008), "Scientific and public responses to the ongoing volcanic crisis at Popocatepetl Volcano, Mexico: importance of an effective hazardous-warning system", en *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 170, núm. 1-20.
- Servicio Geológico Mexicano (1997), *Carta Geológica Pachuca; escala 1:250,000*, México: Inegi.
- Sielbert, L. & Carrasco, G. (2002), "Late-Pleistocene to precolumbian behind the arc mafic volcanism in the eastern Mexican Volcanic Belt: implications for future hazards", en *Journal of volcanology and Geothermal Research*, vol. 115.
- Smith, M. (1993), *A conceptual frame work for assessing the functions of wetlands*, Estados Unidos: U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station.
- Smith, D., Ammann, A., Bartoldus, C. & Brinson, M. (1995), *An approach for assessing wetland functions using hydrogeomorphic classes, reference wetlands & functional indices*, Estados Unidos: USACE.
- Smith, C., Blundy, E. & Arce, J. (2009), "A temporal record of magma accumulation and evolution beneath Nevado de Toluca, Mexico, preserved in plagioclase phenocrysts", en *Journal of Petrology*, vol. 50.
- Solleiro, E., Gama, S., Sedov, S., Sulerzhitsky, L. y Macías, J. (2004), "Pedostratigrafía cuaternaria del Nevado de Toluca", en *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, vol. 21, núm. 1, México.
- Spiers, G. (1999), "Wetland inventory: Overview at a global scale", en Finlayson C. M. and A. G. Spiers (eds.), *Global review of wetland resources and priorities for wetland inventory*, Australia: Supervising Scientist Report.
- Stephenson, L. (1927), "Notes on the Stratigraphy of the Upper Cretaceous Formations of Texas and Arkansas. Am. Assoc", en *Petroleum Geologist Bull*, vol. 11, núm. 1.

- Stevenson, N. & Frazier, S. (1999a), "Review of wetland inventory information in Western Europe", en Fylnlayson C.M. & Spiers A. G. (eds.), *Global review of wetland resources and priorities for wetland inventory*, Australia: Supervising Scientist.
- Stevenson, N. & Frazier, S. (1999b), "Review of wetland inventory information in Eastern Europe", en Fylnlayson C.M. & Spiers A. G. (eds.), *Global review of wetland resources and priorities for wetland inventory*, Australia: Supervising Scientist.
- Szynkaruk, E., Garduño, V. & Bocco, G. (2004), "Active fault systems and tectono-topographic configuration of the central Trans-Mexican Volcanic Belt", en *Geomorphology*, núm. 61.
- Thornbury, W. (1969), *Principles of Geomorphology*, Estados Unidos: Wiley International.
- Vázquez, S. (1992), *Gully erosion, soils and land formas in a volcanic area of central, México*, Holanda: ITC Holanda.
- Vázquez, S.L. & Heine, K. (2002), "Late Quaternary glaciation of México", en Ehlers, J., Gibbard, P.L. (eds.), *Quaternary Glaciations-Extent and Chronology*, vol. 2, Holanda: Elsevier.
- Verma, S. & Luhr, J. (2010), "Sr, Nd and Pb isotropic evidence for the origin and evolution of the Cántaro-Copima volcanic chain, Western Mexican Volcanic Belt", en *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Elsevier, vol. 197, núm. 1-4.
- Warner, G. & Rubec, C. (1997), "The Canadian Wetland Classification System National Wetlands Working Group", en *Ontario*, vol. 2, núm. 1.
- Warner, G. (2002), "Clasificación de humedales", en Abarca, J. y Herzing, M. (eds.), *Manual para el manejo y conservación de los humedales en México*, México: INNE, Pronature y Semarnat.
- Wilson, A. (1995), *Columna estratigráfica del Mesozoico del noreste de México y del Estado de Hidalgo*. Recuperado de: es.scribid.com/255389673/formaciones-del-noreste-de-mexico-y-del-estado-de-hidalgo.
- Wilson, W., Hernández, P. y Meave, E. (1955), "Un banco calizo del Cretácico en la parte oriental del estado de Querétaro, México", en *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 18, núm. 1, México.
- Winning, G. (1993), *A classification of NSW wetlands base on morphology & hidrology*. Recuperado de: hunterwetlands.com.au/classif.html (consultado en enero de 2018).

CONCLUSIONES GENERALES

La evidente presencia de pequeñas obras de almacenamiento hídrico ha sido considerada para analizar alternativas de manejo no gubernamentales o privadas, al menos desde el siglo XIX, en el centro de México. Las investigaciones brindaron mecanismos teóricos y metodológicos, cuya principal inquietud, dirigida a la relativa estabilidad del recurso hídrico en las comunidades, se asume como la yuxtaposición de estrategias sociales frente a las políticas de Estado. Las comunidades, sobre todo de regantes, fueron medulares para el estudio.

Las cuencas Lerma y Balsas han sufrido los estragos de la industrialización, la eminente sobrepoblación y sobreexplotación de recursos hídricos desde mediados del siglo XX y con mayor auge en el siglo XXI, pues en ellas hay numerosas obras hidráulicas que coadyuvan a las exigencias hídricas de los territorios rurales, al menos en el Estado de México, Querétaro, Morelos e Hidalgo. Desde el ámbito de la funcionalidad, los humedales artificiales (bordos y jagüeyes) son el soporte de al menos cuatro actividades productivas: agricultura, agroganadería, pesca y turismo. Respecto al factor ambiental, resguardan especies endémicas de flora y fauna, y algunas sirven para el anidamiento y refugio de patos canadienses; pero las opciones para conservarlos y protegerlos pocas veces viran hacia las múltiples interacciones institucionales que demandan sus servicios.

Estos espacios, como se ha documentado, dependen de los recursos hídricos que brindan la alta y baja montaña, asociados a los procesos organizativos de los usuarios y lo que esto representa. Ahora bien, la presencia de ecosistemas hídricos de pequeñas dimensiones en la región de estudio obedece a la mezcla de principios históricos que convirtieron el amplio Valle de Toluca, los valles de Apan y la caldera de Querétaro en reservas hídricas, las cuales se han mantenido e incluso incrementado por la aún importante actividad agrícola.

En respuesta a las preguntas planteadas en la introducción, se consideran las articulaciones de tiempo y espacio sobre el tema de la diversidad de comunidades que administran los humedales artificiales. Destacan las aportaciones respecto a la continuidad y utilidad de las prácticas tradicionales, en materia hídrica, porque para la comunidad de regantes sigue siendo improbable el acceso a otras fuentes de agua que no sean las que históricamente han manejado; en ello está inserta

la no desintegración del ejido, más la suposición respecto al esfuerzo de la cooperación para mejorar el gobierno autogestivo.

En el caso de los humedales artificiales de Querétaro, por ejemplo, el financiamiento de su construcción a finales del siglo XX apoyó a sistemas de riego privados y no a los comunitarios; es posible que el recurso de acceso modificara la naturaleza colectiva. Por otro lado, la considerable autonomía de sistemas comunitarios, como los descritos para el Estado de México e Hidalgo, se manifiesta en las organizaciones que asumen, coordinan, corrigen y asignan las reglas que estructura el gobierno.

Al desarrollar la perspectiva de acervos organizativos, se observa que estos apenas son visibles e identificados en la política hidráulica de los siglos XX y XXI. Se ha documentado que la orientación del anhelo de las comunidades por resguardar sus derechos históricos al agua no siempre ha sido respetada, pues se han generado estatutos legales que confrontan y crean incertidumbre entre las formas tradicionales de manejo (comités de agua de riego) y los títulos de concesiones que reconocen a nuevas organizaciones (unidades de riego, asociaciones de regantes).

La notable importancia ecológico-económica e institucional que se resguarda en los territorios rurales no puede comprenderse sin la cosecha de agua. Los datos históricos de larga duración quedan reflejados en la mezcla de prácticas y derechos para regular el uso de los sistemas de captación. En el documento presentado por Camacho, el río Tejalpa cumple el propósito de generar un complejo sistema de humedales interconectados que, además de evidenciar la múltiple tecnología hidráulica demandada para el almacenamiento de aguas de deshielo, muestra que este recurso era disputado por pueblos, haciendas, ejidatarios y propietarios privados durante el siglo XX.

El cabal cumplimiento de los tandeos de agua durante la reforma agraria es reflejo de la expansión de la frontera agrícola y del crecimiento de ejidos que demandan en conjunto con los propietarios privados (haciendas) el anhelado riego. La importancia de los bordos hasta la segunda década del siglo XX con agua del río Tejalpa, que se complementaba con la de deshielo y torrenciales, se vio seriamente comprometida por el incremento de usuarios a partir de 1932.

Lo relevante de la historia es que, en el siglo XX, a pesar de los conflictos, pugnas y nuevas figuras asociativas en torno al agua, los sistemas de almacenamiento tradicionales continúan siendo funcionales,

aunque, claro está, con problemas propios del siglo XXI, como crecimiento urbano, contaminación, disminución de tierras agrícolas, entre otros. Estos elementos permiten vislumbrar que los procesos históricos designan acuerdos de uso, pero también reflejan la permanencia de instituciones políticas u organizaciones sociales responsables de rediseñar los derechos al respecto.

Otro tema de eventual importancia en el siglo XX es la propiedad social del agua, que se observa en la confirmación de los derechos (dotación o restitución). Los núcleos agrarios responden a una lógica de tierra marcada en la legislación agraria, donde el agua es un factor circunstancial a la precipitación pluvial, la existencia de ríos y arroyos o el permiso de explotación de agua subterránea. Los humedales artificiales (bordos) en la población del municipio de Amealco, en Querétaro, gestan, a partir de 1992, innumerables fuentes de aprovechamiento hídrico. Estos sistemas de producción campesinos no formaron parte del proyecto de la política de irrigación de 1926.

Los bordos que integran el sistema de Amealco, si bien no se encuentran interconectados a través de un río como los del Valle de Toluca, derivan de un proceso geológico de caldera volcánica (erupción violenta), cuyo relieve contribuye a la construcción de hondonadas que retienen los escurrimientos pluviales y algunos arroyos. Distintas formas de manejo social de estos ecosistemas fueron motivo de estudio, para fijar responsabilidades y conocer cómo la asignación de recursos hídricos, registrados bajo nombramiento jurídico a partir de 1992, puede afectar su continuidad o permanencia.

Se discurre entre las formas históricas de manejos comunitarios frente a manejos privados que, además de brindarnos mayor conocimiento de los beneficios tangibles y no tangibles de los bordos (incentivos productivos y culturales), permitieron observar políticas estatales tendientes a su incremento, pero no a su recuperación. El punto álgido y difuso de la presencia de humedales artificiales en este territorio es la insuficiente flora o fauna endémica.

El efecto social que ha resurgido en la política de registro de derechos de agua proviene de un fraccionamiento social en torno a los usos del humedal, que a su vez se relaciona con la petición de dominio pleno sobre la parcela ejidal, donde, en estos casos, el agua deja de ser asunto del ejido –como figura jurídica y social– para ser del ámbito privado. Ello ha conllevado a fenómenos de privatización o pérdida de reservas

hídricas que no sólo cumplen una función productiva, sino que ambientalmente están contribuyendo a la recarga del acuífero.

En este asunto, como en los siguientes, la política neoliberal apuesta por derechos privados e invierte en trámites legales de conservación de derechos y no en la promoción de la participación comunitaria para custodiar los múltiples servicios que oferta el humedal. El dominio cultural de los humedales es una consecuencia de herencia ancestral que se ha sucedido por al menos dos siglos, de acuerdo con documentos de archivo. La singularidad de cada humedal se debe a un determinado ambiente y a la población que lo construye o circunda, de ahí el análisis en el capítulo de Galindo: por simples tecnologías que parezcan, son difíciles de ejecutar; por una parte, por lo sueltos que se encuentran los insumos para su continuidad (fuentes de llenado, costumbres desvanecidas, evidencia documental de su persistencia), y por otra, porque derivan de procesos históricos que pocas veces son conservados (jagüeyes).

Los jagüeyes posibilitan el asentamiento de variedad de grupos sociales y también han brindado la oportunidad de conocer los significados culturales de los recursos ambientales. A veces se muestran como ecosistemas húmedos o semihúmedos que marcan límites de frontera productiva; en dichas franjas se observan paisajes hídricos que nos obligan a preguntar cómo se han construido y mantenido.

Los Llanos de Apan llamaron la atención, en algún momento histórico, por la fuerte presencia de agaves, cuya singularidad aludía a las condiciones de escasez hídrica. Han sido los asentamientos dispersos lo que hace difícil tener un seguimiento de la importancia cultural de los humedales; empero, mayor tiempo en las comunidades del valle, etnografía y trabajo de campo resaltan las técnicas de captación de agua de escorrentía que, comparadas con documentos históricos, muestran conocimientos de ocupación de suelo siguiendo la línea de conducción de los arroyos. Los saberes tradicionales transmitidos ponen a prueba la capacidad dinámica de las comunidades para la construcción de estanques.

Lo que impulsó a los autores a resaltar la emergencia de su conservación ambiental a nivel regional fue la existencia de ajolotes, una especie endémica de México que destaca en la zona chinampera de Xochimilco, pero que pervive en la mayor parte de los humedales artificiales del Estado de México, Querétaro e Hidalgo. Estos anfibios se encuentran en bordos que se nutren de escurrimientos de lluvia, manantiales, arroyos o ríos con aguas blancas y grises. Otra de las especies faunísticas de

importancia en los humedales son los patos silvestres, de plumaje negro y café, pico blanco azulado o verdoso y pecho blanco. Situaciones como éstas abren el camino para la investigación entre los biólogos.

El reconocimiento cultural de los hábitats que se construyen alrededor del agua, provisto o resguardado por las comunidades organizadas, es indiscutible en la modelación de paisajes hídricos rurales. Se refleja en esta propuesta lo que para Toledo (2006) debe involucrar un paisaje del agua: percepciones, sociedades (representaciones sociales) y condiciones físicas.

Estos humedales, si bien dependen de flujos hídricos naturales, están asociados a aspectos económicos de sistemas de producción comercial, como es el cultivo de la flor que, en aras de cumplir con la cantidad demandada por los mercados locales, regionales e internacionales, tiene un acceso perentorio al agua. La vocación florícola de los municipios del sur del Estado de México demanda constante insumo hídrico y, por ende, de organización para evitar la anarquía en el acceso.

Al respecto, el pronunciamiento sobre la comunidad organizada tradicional y con base productiva de subsistencia no refleja necesariamente que quienes pertenecen a ella tengan asegurado el suministro de recursos de uso común. Como menciona Palerm (2005), el desempeño social de los regantes es una respuesta institucional a aspectos económicos. Prueba de esto son los diversos cultivos que se llevan a cabo con el agua de los bordos, donde no siempre destaca el maíz. Y de ser así, la otra evidencia de lo heterogéneas que son las capacidades de los agricultores campesinos se registra, por ejemplo, en Bali y Nuevo México, lugares donde resaltan las diversas asociaciones de productores de flor.

La construcción de estanques, bordos o jagüeyes de productores minoristas y mayoristas está siendo modificada por la implantación de la geomembrana para captar mayores volúmenes de agua. Las fuentes de financiamiento o programas de gobierno en materia de tecnología hidráulica rural son instrumentos que buscan modificar las formas tradicionales de almacenamiento en la región florícola o donde se apuesta por la producción comercial de verduras; pero la problemática ambiental de insumos plastificados conlleva la eliminación de servicios ambientales que proveen los principios de hidrogeología en los territorios, y lo más preocupante es la inducción del cambio de trabajo comunitario hacia el individualizado.

A partir de la presencia histórica y contemporánea de los llamados bordos, xagüeyes o jagüeyes, se ha destacado que estos ecosistemas

brindan un trascendental servicio a la actividad agraria y ganadera de pequeña escala, menoscabadas en el siglo XX. La preocupación de los académicos consiste en reconocer sistemas de almacenamientos alternos para zonas abruptas donde los ríos y acuíferos están severamente sobre-explotados. Las disyuntivas para poseer el agua requieren de control y restricciones entre usuarios; comúnmente, en los recursos forestales o mineros es una autoridad externa quien establece el orden; en los casos estudiados no es así. Sobre la experiencia de las organizaciones comunitarias, si bien no es una panacea, el gobierno electo localmente basta para que sea respetado el ejercicio de dirección y coordinación.

Mosse (1995) previene sobre la relación que guardan las comunidades u organizaciones con un nivel supralocal, que puede ser el Estado. Es evidente en los programas que se han implementado desde él para promover la construcción de almacenamientos de agua y cumplir con los principios de sustentabilidad que imperan en el discurso político, el problema es que sus proyectos desvinculan el conocimiento de las comunidades; por ejemplo, algunos sobre la construcción de bordos consideran al productor como cliente y al gobierno del Estado como actor intermediario con las empresas, generalmente proveedoras de maquinaria.

El mayor riesgo del manejo colectivo de los humedales artificiales es que tiendan a ser unidades de apropiación por parte del Estado o las empresas para adecuarse a un entorno burocratizado o individualizado. Por otra parte, manteniendo un relativo distanciamiento de formas legales en el tema de la propiedad, se ven afrontados al cabal cumplimiento de normas consuetudinarias. La propuesta de Palerm (1972) se enmarca en la relevancia arqueológica de la agricultura de regadío, al tiempo que hace evidentes las respuestas sociales a las condiciones físicas del territorio. Es latente la diversidad productiva. Estas zonas húmedas son controladas por un conjunto de comunidades que, sin tener el objetivo de centralizar el sistema administrativo, amplían el horizonte de participación social sólo cuando el recurso es suficiente.

Dicho de otra manera, la pérdida o continuidad de los almacenamientos más pequeños de las cuencas en la región de estudio está vinculada, además de otros factores culturales o ambientales, con el cumplimiento de las reglas que operan en las comunidades organizadas. La protección de las diversas captaciones pluviales y superficiales, en pequeño grado, poco tiene que ver con simbolismos y las prácticas de rituales mesoamericanos o coloniales; la tendencia de las sociedades es resolver de manera expedita su llenado, es un fenómeno relacionado

con los cambios en el clima y el control de las avenidas, siendo vitales los arreglos sociales.

Probablemente en estos casos, es más significativo conocer el tipo de suelo que predomina en el área para construir un almacenamiento, que las referencias cosmogónicas o religiosas. Prestar atención a los conocimientos locales de las comunidades organizadas, acuerdos de distribución, mantenimiento de obra y conocimientos de irrigación, ha conducido hacia la persistencia de problemas en la asignación y mantenimiento del sistema de humedales artificiales; tradición hidráulica, más que sortilegios. La presentación de datos y el análisis de los diversos autores generan las siguientes propuestas de estrategias para la conservación de humedales artificiales (bordos y xagüeyes), localizados al interior del país:

1. Registro y reconocimiento jurídico, a nivel federal, de las comunidades organizadas.
2. Caracterización e identificación de humedales artificiales por la tipología de fuentes de llenado propuestas.
3. Desarrollo de proyectos regionales, liderados por los representantes de comunidades organizadas y la academia, con apoyo de los representantes del gobierno municipal y federal para registrar y categorizar como patrimonio hidráulico y cultural los humedales artificiales. El objetivo es reconocer, en todo momento, el valor que representa el agua para la producción de sistemas encaminados a la seguridad alimentaria en cantidad y calidad.
4. Promoción en los territorios hídricos, dominados por los reservorios, de la práctica de agroecosistemas y agroforestería para contribuir a la sustentabilidad de los paisajes hídricos.
5. Inspección y regulación constante entre comunidades organizadas y Estado respecto a usos que no aporten a los sistemas alimentarios y ambientales, y vulneren la capacidad organizativa de los usuarios y el territorio.
6. Reconocimiento del humedal artificial o del conjunto de humedales artificiales como unidades geográficas dominadas por otras unidades geográficas externas, entendiéndose las unidades no como meras zonas húmedas o de riego, sino con sus zonas de captación que implican áreas de montaña, bosques y amplios valles, así como sus zonas de derivación, que son canales, drenes y compuertas.

7. Promoción del paulatino cambio de los humedales artificiales, que apoyan la actividad comercial, a formas de producción sustentables.
8. Registro, con apoyo de las comunidades, de las zonas donde los sistemas de almacenamiento han promovido la oasisificación del área para conservarlos.
9. Aprovechamiento de los bordos y jagüeyes como escenarios de enseñanza educativa para todos los niveles, a fin de dar a conocer los beneficios ambientales y productivos que aportan. Asimismo, generar el interés de las comunidades por este tipo de construcciones hidráulicas cuyo conocimiento se fortalece, amplía y pervive a través de la tradición oral.
10. Contar con un inventario, ficha técnica y mapeo de bordos y jagüeyes por núcleos agrarios de México para que sean parte de las estadísticas nacionales.
11. Establecimiento de vínculos entre comunidades y académicos para la recirculación del proceso de enseñanza-aprendizaje en los procesos de modelado de superficie terrestre (geomorfología) y sistemas organizativos, respectivamente, para adquirir conocimiento integral de cómo los pequeños reservorios impactan a nivel extralocal y regional. Se indica que los humedales artificiales documentados están intervenidos por una compleja red de infraestructura que no termina con la canalización de ríos, arroyos, manantiales y escurrimientos pluviales, pues son notorias las ordenanzas y normativas locales.

Las muestras indican que, con base en los argumentos que promueven la gestión colectiva del agua, existen cuantiosos casos que ejemplifican el interés de los usuarios por mantener principios de comunidad para resolver de manera inmediata problemas de insuficiencia del recurso hídrico. El conjunto de tomas que derivan de las diversas fuentes será, generalmente, el número de organizaciones que se presentan. Las distribuciones del agua no son rígidas, a pesar de contar con épocas de escasez, más bien formalizan sus acuerdos por arreglos que pueden ser riesgosos, pues obtienen menor cantidad, pero finalmente se prevé que los beneficios o riesgos sean compartidos.

De manera conjunta, las comunidades han logrado instaurar espacios hídricos donde, en primera instancia, pareciera insignificante la cantidad almacenada en los humedales artificiales; no obstante, sus mecanismos

hidrológicos contribuyen a asegurar al menos seis sistemas de producción directos e indirectos (agrícola, ganadero, pesca, recolección, forestal y turismo), aún en épocas de caudal mínimo. Además, aquellos reservorios que no están revestidos con geomembrana o plástico logran alimentar las capas freáticas. En cambio, la geomembrana evita que se infiltre el agua, pero imposibilita un servicio ambiental. En definitiva, ambiente y comunidad son interdependientes, ya que se ha logrado ampliar el corredor ecológico y biológico con los movimientos sociales de los flujos de agua.

Finalmente, con los casos presentados podemos concluir, para dar apertura al debate y nuevas líneas de investigación, que la versatilidad de las comunidades organizadas, ejemplificadas en las prácticas de autogestión hídrica y de bajo costo económico, contribuyen a recrear paisajes ambientales, como los observados en los Valles de Apan y de Toluca; resuelven las negaciones de acceso al agua por sistemas formales o condiciones físicas del territorio, a decir por las concesiones otorgadas a ciertos productores, asociaciones o personas expresadas en el Registro Público de los Derechos de Agua; apoyan en la autosuficiencia alimentaria, es el caso de la población hñähñú del Estado de México y Amealco; promueven sistemas agrícolas ajustados a las condiciones ecológicas e históricas del territorio; demandan de cohesión social inherente en los núcleos agrarios; exigen reglas locales que normen su acceso y mantenimiento, elementos propios de las comunidades organizadas que todavía perviven en el siglo XXI; su infraestructura hidráulica no depende de ayudas o créditos financieros externos, aun en condiciones de producción comercial como la expuesta de los floricultores. Lo que queda de manifiesto en las organizaciones comunitarias surgidas en torno a los bordos y jagüeyes es que poco interfieren con el sistema formal que regula grandes sistemas de almacenamiento (Comisión Nacional del Agua); contrariamente, y aunque en minúscula escala, apoyan la política hidráulica, pese a las limitaciones financieras, ambientales y técnicas.

Agradecimientos

Agradezco especialmente a la Dra. Jacinta Palerm Viqueira por la lectura de toda la obra; sus conversaciones, sugerencias y posturas críticas favorecieron la tarea de comprender, documentar y analizar la capacidad local de gestionar y operar el agua, así como los enlaces internos y externos de la negada u obviada comunidad. A la Dra. Adriana Sandoval Moreno por sus propuestas y cuidadosa revisión de cada sección del

libro. Al Dr. José Luis Pimentel Equihua por la revisión sistemática y sugerencias a este proyecto. Al Dr. Carles Sanchis Ibor por aceptar redactar el prólogo del libro, en el cual además de su experiencia en el tema, brinda la mirada externa al planteamiento regional y local de extracción e inferida conservación de recursos hídricos. Sin embargo, se asume, en todo momento, que las omisiones resultantes de forma y contenido son responsabilidad de cada uno de los autores y las autoras.

A la Universidad Autónoma del Estado de México y al Centro de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades por brindar las condiciones técnico-administrativas para el desarrollo de la investigación y el proceso editorial de la obra. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la apertura de la convocatoria para el financiamiento económico de la investigación.

A Lesly Noemí López Hernández por el apoyo para la edición de mapas. Y por supuesto, el reconocimiento y agradecimiento por los comentarios de las personas que realizaron la dictaminación anónima.

Humedales artificiales en México. Planteamientos alternativos a la extracción de los recursos hídricos, se terminó de imprimir el 5 de mayo de 2021, en la ciudad de Toluca, Estado de México. Para su composición se emplearon tipos de la familia Garamond de 12 y 14 puntos. El tiraje consta de 500 ejemplares.

En este libro se destaca la cuantiosa presencia de humedales artificiales en comunidades rurales y urbanas del centro de México, en torno a los cuales imperan acuerdos locales y dilemas de bien común. Por lo tanto, las propuestas teórico-metodológicas de corte histórico, social, cultural, ambiental y geomorfológico que contiene esta obra contribuyen al análisis y estudio minucioso de estas valiosas reservas de agua, con el fin de evitar un posible daño a lo que, sin duda, puede designarse: patrimonio cultural de riqueza ecológica.

RÍO
SUBTERRÁNEO

