



Ntthe

Ntthe, palabra ña'ñhò (otomí) que significa "vínculo" o "enlace" (se pronuncia "enté")

ISSN 2007-9079

Revista electrónica de difusión científica, tecnológica y de innovación del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro

ISSN 2007 - 9079 , Edición especial, octubre - 2023

INCIDENCIA - INVESTIGACIÓN POR NUESTRA AGUA

Directorio

PRESIDENTE

LIC. MAURICIO KURI GONZÁLEZ

VICEPRESIDENTE

DRA. MARTHA ELENA SOTO OBREGÓN

DIRECTOR GENERAL

DR. ENRIQUE RABELL GARCÍA

SECRETARIO

LIC. RENÉ MARTÍNEZ FERNÁNDEZ

DERECHOS DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS. Año 14, edición especial, octubre de 2023. *Nthe* es una publicación cuatrimestral editada por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro (CONCYTEQ): calle Luis Pasteur Sur núm. 36, col. Centro; CP 76000; tel. (442) 214 3685; www.concyteq.edu.mx; nthe@concyteq.edu.mx. Editor responsable: Felipe de Jesús Esperón Valenzuela. Reserva de derechos al uso exclusivo núm. 04-2018-111410321700-203; ISSN 2007-9079, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Felipe de Jesús Esperón Valenzuela; calle Luis Pasteur Sur núm. 36, col. Centro; CP 76000. Fecha de última modificación: octubre de 2023

Nthe ha sido aprobada para su inclusión en el Índice del Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (LATINDEX)

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación siempre y cuando se cite la fuente.

EDICIÓN Y DISEÑO DE LA PUBLICACIÓN
LIC. FELIPE DE JESÚS ESPERÓN VALENZUELA

CORRECCIÓN DE ESTILO
DRA. MARÍA LUISA ÁLVAREZ MEDINA
MTRA. MONSERRAT ACUÑA MURILLO

Nthe, Publicación del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro:
<http://nthe.mx/>

Luis Pasteur Sur núm. 36
Col. Centro, CP 76000
Tel. 52 (442) 214 3685 / 212 7266, ext. 105
Querétaro, Qro., México

Consejo editorial

Investigadores nacionales

Dr. Alejandro Manzano Ramírez

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, unidad Querétaro

Dr. Flora Mercader Trejo

Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui

Dr. Sergio Barrera Sánchez

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, campus Querétaro

Dr. Martha Cruz Soto

Universidad del Valle de México, campus Querétaro

Dr. Gabriela Calderón Guerrero

Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de Querétaro

Dr. Víctor Castaño Meneses

Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada de la UNAM, campus Juriquilla

Dr. Rolando Salinas García

Unidad Multidisciplinaria de Estudios Sobre el Trabajo, Universidad Autónoma de Querétaro

Dr. Miguel Martínez Madrid

Instituto Mexicano del Transporte, SCT

Dr. Daniel Hiernaux Nicolás

Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Autónoma de Querétaro

Dr. Gabriel Corral Velázquez

Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Autónoma de Querétaro

Dr. Salvador Echeverría Villagómez

Centro Nacional de Metrología

Dr. Alberto Traslosheros Michel

Universidad Aeronáutica en Querétaro

Dra. Alejandra Urbiola Solís

Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Querétaro

Dr. Jóns Sánchez Aguilar

Instituto Tecnológico de Querétaro, Tecnológico Nacional de México

Dr. Octavio López Millán

Instituto Tecnológico de Hermosillo

Dra. Marcela Hernández Romo

Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa

Mtra. Martha Díaz Muro

Instituto Tecnológico de Hermosillo, Tecnológico Nacional de México

Dr. Sergio Sandoval Godoy

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Sonora

Dr. Martín Alfonso Gutiérrez López

Universidad Autónoma de Querétaro

Dr. Jorge Raúl Palacios Delgado

Universidad del Valle de México, campus Querétaro

Dra. María Guadalupe Ordaz Cervantes

Universidad Autónoma de Querétaro

Mtra. Eva Leticia Ortiz Ávalos

Universidad Nacional Autónoma de México

Dra. Adriana del Carmen Gallegos Melgar

CONACYT - COMIMSA

Dra. Ana Isabel Moreno Calles

Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela Nacional de Estudios Superiores, Morelia.

Dra. Olivia Solís Hernández

Universidad Autónoma de Querétaro

Externo

Dr. Víctor Hugo Muciño Quintero

Universidad de West Virginia, EUA



La revista electrónica *Nthe* es financiada en su totalidad por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro en el marco del presupuesto autorizado el día 22 de diciembre de 2022. (Publicado en el periódico oficial del estado de Querétaro, La Sombra de Arteaga).

Comité de Evaluadores

**Dr. Juan Alfredo Hernández
Guerrero**

Dirección de Investigación y Posgrado
Universidad Autónoma de Querétaro

Dr. Genaro García Guzmán

Facultad de Ciencias Políticas y Sociales
Universidad Autónoma de Querétaro

Mtro. José Carlos Dorantes Castro

Facultad de Ciencias Naturales
Universidad Autónoma de Querétaro

Dra. Diana Patricia García Tello

Facultad de Ciencias Naturales
Universidad Autónoma de Querétaro

Dr. Gustavo Alberto Montejano Zurita

Facultad de Ciencias
Universidad Nacional Autónoma de
México

Dra. Patricia Herrera Paniagua

Facultad de Ciencias Naturales
Universidad Autónoma de Querétaro

Dra. Adriana Aguilar Rodríguez

Centro de Investigación en
Ciencias de Información Geoespacial A.C.

Dra. Hime del Carmen Redin Morales

Universidad Autónoma de Zacatecas

Dr. Hermann Rocha Escalante

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Dr. Rodolfo Cisneros Almazán

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Dra. Claudia Ponce de León Hill

Facultad de Ciencias
Universidad Nacional Autónoma de
México

Dr. Fermín Pascual Ramírez

Instituto de Investigaciones en Ecosistemas
y Sustentabilidad
Universidad Nacional Autónoma de
México

Dr. Germán Santacruz De León

El Colegio de San Luis (COLSAN)

Dra. Cleotilde Hernández Suárez

El Colegio de San Luis (COLSAN)

Comentario *Nthe*

Es un gusto presentar a Ustedes esta edición especial titulada “Incidencia – investigación por nuestra agua”, edición coordinada por el Dr. Raúl Francisco Pineda López de la Universidad Autónoma de Querétaro quien fue el encargado técnico del proyecto "Ecohidrología para la sustentabilidad y gobernanza del agua y cuencas para el bien común" No. 318956 perteneciente a los Programas Nacionales Estratégicos del CONAHCYT en el sector Agua, el cual invita a presentar a los integrantes de la Red de Monitoreo de Reservas de Agua de México artículos que muestren los procesos de incidencia de la ciencia mediante la investigación que se han obtenido en la primera etapa del proyecto con el objetivo de dar a conocer los distintos enfoques que se están integrando alrededor del problema nacional que se decidió abordar: la falta de información sobre el agua y las cuencas para la toma de decisiones sustentables.

Es por esto que en esta edición se presentan los siguientes seis artículos:

Con el título “El trasvase del río Ayutla: Una mirada desde la justicia hídrica” se analizó el trasvase del Río Ayutla, obra ejecutada por la Comisión Estatal de Aguas de Querétaro (CEA), para determinar si la población de la comunidad de Ayutla fue consultada de forma adecuada. A través de una metodología de corte cualitativo, la investigación describió el desarrollo del proyecto de trasvase a fin de explicar tanto los mecanismos de consulta empleados como sus consecuencias. Se concluyó que, en las distintas fases del proyecto de trasvase del río Ayutla, tanto el gobierno estatal como el municipal no garantizaron un proceso de consulta previa e informada, lo cual violentó los derechos constitucionales de la comunidad de Ayutla asociados al acceso a la información y a la participación en la gestión de los recursos naturales.

“Percepción social de las funciones de la cuenca del río escanela” buscó identificar la percepción social sobre las funciones de la cuenca, sus problemas y las formas de colaborar para mitigarlos. Se utilizó un enfoque mixto (para el abordaje desde el eje social) mediante entrevistas semiestructuradas a autoridades locales y un taller de participación social con actores claves. A partir del uso de una matriz de doble entrada, se identificó el desconocimiento conceptual del enfoque de cuenca; sin embargo, la población lo relacionó con el cuidado del medio ambiente, pues mencionaron trabajos de reforestación realizados hace más de 15 años. . Así mismo, se logró apreciar que los participantes de esta zona funcional están sensibilizados respecto al impacto de las actividades que realizan y las afectaciones que éstas generan en el funcionamiento de la microcuenca, por lo cual consideran necesario la participación conjunta de la sociedad, las instituciones y la academia para disminuir las afectaciones al funcionamiento de la microcuenca.

Títulado “Redes y comunidades epistémicas en el monitoreo de reservas de agua” el artículo describe el potencial cambio del modelo de toma de decisiones en el sector agua en México, a partir una experiencia de colaboración entre comunidad científica, sociedad y gobierno. Mediante una metodología cualitativa y uso de categorías del análisis politológico centrado en el proceso de elaboración de políticas públicas (como lo son el de redes de política y comunidades epistémicas). Se caracteriza el modelo imperante en el sector agua y los elementos que pueden ayudar a configurar un modelo de toma de decisiones alternativo más participativo, social y ecológicamente más sustentable y equitativo. Para lo anterior se utiliza el caso del proyecto “Ecohidrología para la sustentabilidad y gobernanza del agua y cuencas para el bien común” que la Red de Monitoreo de Reservas de Agua (RedMora) está desarrollando con apoyo de los Programas Nacionales Estratégicos de Conacyt, en particular el centrado en el tema del agua (PRONACES-Agua), con una vigencia entre 2022 y 2024

Comentario *Nthe*

El artículo ¿Es sostenible el uso del agua superficial en la subcuenca Santa María 3? pretende analizar el uso del agua superficial en la subcuenca 3 del río Santa María en el norte de Querétaro, como parte de una visión integral que permita contar con información precisa y clara a los tomadores de decisiones. Los análisis se basaron en la base de datos oficial de escala nacional e información generada por nuestro grupo y talleres de trabajo comunitario. Los usos principales del agua son el público urbano y la agricultura. Las 825 concesiones en la subcuenca, los datos de disponibilidad y las asignaciones de la CONAGUA a los gobiernos de Guanajuato y Querétaro implican un panorama futuro de pérdida de sostenibilidad del recurso hídrico

“La importancia del tratamiento del agua residual para su reúso” tiene como objeto realizar un análisis sobre la disponibilidad hídrica por habitante en México, la manera en cómo se contamina el agua y la importancia de tratar el agua residual y vigilar su descarga en los ecosistemas. Para esto se tomó como base la recién actualizada NOM-001-SEMARNAT-2021. El mayor reto de México es aplicar las normas vigentes que permitirían controlar la calidad de las descargas de aguas residuales para poder preservar nuestros ecosistemas.

Cerramos con el artículo “Guardianes del agua: una visión común de la subcuenca Santa María” El objetivo de esta investigación es identificar las bases para establecer una visión común del agua y la cuenca a partir de procesos de diálogo de saberes a fin de articular acciones colectivas para la atención de problemáticas que amenazan los medios de vida locales. Se realizó un análisis cualitativo de los valores de conservación a través de una metodología de juegos cooperativos. Se identificaron aquellos aspectos socioculturales, económicos y ecológicos asociados a la cuenca y el río, así como los aspectos considerados relevantes para el monitoreo ciudadano. El grupo de “Guardianes del Agua” se formó como resultado de un acuerdo comunitario. El concepto de un “Guardián del Agua” se centró en la protección y defensa del agua y el territorio con acciones de monitoreo, difusión y educación ambiental, desarrollo de proyecto, gestión y articulación intersectorial.

Esperamos que las contribuciones de esta edición especial coadyuven a la comprensión de los impactos socioambientales y motiven a las nuevas generaciones al estudio de los recursos hídricos para poder tomar mejores decisiones en un futuro.

Dr. Enrique Rabell García
Director General del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro

ÍNDICE

El trasvase del río Ayutla: Una mirada desde la justicia hídrica

Patricia Ruíz Tovar
Eduardo Luna Sánchez
Claudia Saray Ramos Barrios
Mayra Juliana Chávez Alcalá
Facultad de Ciencias Naturales
Universidad Autónoma de Querétaro

1

Guardianes del agua: una visión común de la subcuenca Santa María

Clara Tinoco Navarro
Dora Beatriz Palma Hernández
Centro Regional de Capacitación en Cuencas
Facultad de Ciencias Naturales
Universidad Autónoma de Querétaro

50

Percepción social de las funciones de la cuenca del río escanela

Eduardo Amador Enríquez
Raúl Francisco Pineda López
Carlos Alberto Murillo Cárdenas
Rene Fernando Tobar Díaz
Juliana Rubio Ponce
Universidad Autónoma de Querétaro

14

Redes y comunidades epistémicas en el monitoreo de reservas de agua

Alex Ricardo Caldera Ortega
Daniel Tagle Zamora
Universidad de Guanajuato

25

¿Es sostenible el uso del agua superficial en la subcuenca Santa María 3?

Raúl Francisco Pineda López
Dora Beatriz Palma Hernández
Maestría en Gestión Integrada de Cuencas
Facultad de Ciencias Naturales
Universidad Autónoma de Querétaro

33

La importancia del tratamiento del agua residual para su reúso

Lorena Elisa Sánchez Higuero
Janete Morán Ramírez
Gabriela Vázquez Hurtado
Raúl Francisco Pineda López
José Alfredo Ramos Leal
División de Geociencias Aplicadas
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A. C.
Red de Ecología Funcional, Instituto de Ecología, A. C.
Maestría en Gestión Integrada de Cuencas
Universidad Autónoma de Querétaro

42

El trasvase del río Ayutla: Una mirada desde la justicia hídrica

Patricia Ruíz-Tovar¹, Eduardo Luna-Sánchez¹, Claudia Saray Ramos-Barrios¹, Mayra Juliana Chávez-Alcalá¹

¹Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales.

Correspondencia: eduardo.lusan@uaq.mx

Resumen

Los trasvases suelen justificarse como una solución técnica rápida para llevar agua desde cuencas con disponibilidad hacia sitios con problemas de abasto. Sin embargo, se han documentado múltiples impactos negativos en su construcción. Entre ellos, la exclusión de pobladores locales del proceso de deliberación sobre los riesgos de este tipo de proyectos. Desde una óptica de justicia hídrica, la presente investigación analizó el trasvase del Río Ayutla, obra ejecutada por la Comisión Estatal de Aguas de Querétaro (CEA), para determinar si la población de la comunidad de Ayutla fue consultada de forma adecuada. A través de una metodología de corte cualitativo, la investigación describió el desarrollo del proyecto de trasvase a fin de explicar tanto los mecanismos de consulta empleados como sus consecuencias. Se concluyó que, en las distintas fases del proyecto de trasvase del río Ayutla, tanto el gobierno estatal como el municipal no garantizaron un proceso de consulta previa e informada, lo cual violentó los derechos constitucionales de la comunidad de Ayutla asociados al acceso a la información y a la participación en la gestión de los recursos naturales.

Palabras clave: consulta pública, Sierra Gorda, trasvase

Abstract

Water transfers are usually justified as a quick technical solution to bring water from basins with availability to sites with supply problems. However, multiple negative impacts have been documented in its construction, including the exclusion of local residents from the deliberation process on the value and risks of this type of project. From a water justice perspective, the research analyzed the water transfer project of the Ayutla River, work carried out by the Water Commission of Querétaro, to determine if the population of Ayutla was adequately consulted. Through a qualitative methodology, the research described the development of the transfer project, explaining both the consultation mechanisms that were used by the promoters and their consequences. It was concluded that, in the different phases of the water transfer project, both the state and municipal governments did not guarantee a process of prior and informed consultation, violating the constitutional rights of the Ayutla community associated with access to information and participation in the management of natural resources.

Keywords: public consultation, Sierra Gorda, water transfer

Introducción

Los trasvases suelen justificarse como una solución técnica rápida para llevar agua desde cuencas con disponibilidad hacia sitios con problemas de abasto (Melgarejo et al., 2010). Si bien han sido una alternativa recurrente para atender problemas de disponibilidad, a nivel nacional e internacional, se han documentado múltiples impactos negativos asociados a su construcción (Peña y Granados, 2021; WWF, 2007).

Más allá de los efectos ambientales ocasionados por la disminución del caudal disponible (p. ej. la pérdida de humedales o la afectación de especies nativas de flora y fauna), los trasvases históricamente han vulnerado los derechos de poblaciones locales y han detonando conflictos sociales (Morote et al., 2020). En México, son muy conocidos los casos del sistema Cutzamala (Campos y Ávila, 2015) y del Acueducto Independencia (INAH, 2014).

Los trasvases develan importantes diferencias entre el poder de los promotores y los posibles afectados. Con frecuencia, se deslegitima cualquier oposición local al justificarse que la extracción: 1) es viable, al existir un superávit de agua y 2) es de interés público, pues se beneficiará la población de la cuenca receptora (Peña y Granados, 2021).

Por ese motivo, es posible analizar este tipo de proyectos desde una perspectiva de justicia hídrica, que, sin la intención de agotar todas las definiciones, puede entenderse como la equidad en la distribución del agua y en el acceso para satisfacer las necesidades humanas y de los ecosistemas tanto en cantidad como en calidad (Martínez-Alier, 2003). Para ello, resulta fundamental la participación ciudadana y la gobernanza del agua (Gudynas, 2021; Zwarteveen y Boelens, 2014).

Como bien señala Gudynas, (2021), la justicia hídrica, entendida como una extensión de la justicia se distingue de lo que se entiende como

caridad o misericordia, porque al contrario de las segundas, no depende del sentir de las personas. Al contrario, la idea de justicia considera reglas generales que deben ser cumplidas, por y para toda la sociedad, independientemente de condiciones como el poder económico o la identidad cultural, incluso sin que se requiera expresamente su cumplimiento.

Estas reglas están generalmente dadas por la propia legislación local e internacional, con la finalidad de evitar arbitrariedades. No obstante, al momento de definir políticas públicas en torno a la gestión del agua o de tratar de incidir en la resolución de conflictos por el agua, estas reglas no son observadas o se abordan desde una perspectiva de la justicia de la reparación, meramente económica (Gudynas, 2021).

Hasta aquí, se puede hablar de una justicia hídrica desde la perspectiva antropocéntrica utilitarista. Sin embargo, cuando se trasciende esta barrera y se considera a la Naturaleza como sujeto de derechos, la gestión de proyectos hídricos también debe tomar en cuenta el planteamiento de medidas que prevengan la degradación ambiental, no porque esto afectaría a pobladores locales, sino porque afecta a la Naturaleza en sí.

La tendencia institucional nacional e internacional para abordar la problemática de acceso al agua, ha omitido los elementos básicos de la justicia hídrica contemplados en la normatividad. Por ello, en la búsqueda de satisfacer las necesidades de ciertas poblaciones, se han ocasionado conflictos socioambientales con las comunidades vulneradas. En este sentido, las investigaciones identifican efectos adversos asociados a la falta de reconocimiento y participación de los pobladores locales en la deliberación de políticas y proyectos hídricos que podrían afectarles (Fioret, 2022).

En Querétaro, distintos proyectos de infraestructura comulgan con los trasvases como enfoque de gestión hídrica. El caso más conocido es el Acueducto II, obra que conduce agua hacia la capital desde la cuenca del Pánuco (Granados, 2015). Por su parte, para atender los

requerimientos hídricos de localidades en la Sierra Gorda queretana, el gobierno estatal ha trasvasado diferentes ríos y arroyos para alimentar múltiples sistemas locales de agua potable. Entre ellos se encuentra el sistema Ayutla, puesto en operación en 2019, para abastecer localidades de Arroyo Seco, Jalpan de Serra y Landa de Matamoros. La obra, que bombea agua desde el río Ayutla en un punto cercano a las adjuntas con el río Santa María, es considerado un proyecto estratégico para fomentar el desarrollo regional (Ruíz, 2017).

Desde una óptica de justicia hídrica, la presente investigación analizó el proyecto de trasvase del Río Ayutla, el cual fue ejecutado por la Comisión Estatal de Aguas de Querétaro (CEA). Específicamente nos preguntamos si los habitantes de la localidad de Ayutla, ubicada en el municipio de Arroyo Seco, fueron consultadas y de qué manera, dado que se encuentra en el área de influencia de la obra y, por tanto, sus pobladores realizan actividades económicas y recreativas en las inmediaciones del punto de extracción. Por otro lado, nos interesó analizar la respuesta de los habitantes ante el proyecto y las consecuencias derivadas de su interacción con los promotores del trasvase.

La información del artículo se organiza de la siguiente manera. Primero, puntualizamos la metodología de corte cualitativo que empleamos en la investigación. Después, en los antecedentes, presentamos el contexto del proyecto de trasvase en el marco de la disponibilidad de agua potable para localidades de la Sierra Gorda queretana. Por su parte, en la sección de resultados, se presenta una descripción detallada del desarrollo del proyecto de trasvase, explicando tanto los mecanismos de consulta empleados como sus consecuencias. Para finalizar, en el apartado de discusión y conclusiones, analizamos las acciones empleadas por los promotores del proyecto para informar e incluir a la población de la localidad de Ayutla en la toma de decisiones.

Método

La investigación recurrió al método etnográfico para identificar, a través de la observación *in situ*,

las perspectivas de los actores involucrados, lo que permite una descripción detallada del proceso de consulta de proyectos de desarrollo. Este método aporta datos descriptivos obtenidos a partir de observaciones y entrevistas; lo cual permite, a partir de ellos, realizar explicaciones sobre las motivaciones y percepciones de los actores locales.

En concreto, el estudio recurrió al análisis de documentos, entrevistas semiestructuradas y observación participante del proceso de consulta para reunir la información necesaria y responder así a las preguntas de investigación.

En relación con el análisis documental, se llevó a cabo una revisión hemerográfica a través de medios electrónicos referentes al proyecto de trasvase del río Ayutla. Además, se revisaron documentos técnicos del proyecto, evaluaciones de impacto ambiental, convenios, minutas de reunión y oficios de solicitud de apoyo a autoridades, documentación que fue recopilada durante el trabajo de campo y al participar en reuniones comunitarias.

Por su parte, las entrevistas semi-estructuradas permitieron recolectar información sobre el proyecto y los mecanismos de consulta. Los actores entrevistados fueron integrantes del comité de agua de Ayutla, pobladores locales y empleados de la Comisión Estatal de Aguas (CEA). Finalmente, a través de la observación participante, fue posible presenciar múltiples reuniones de trabajo entre los pobladores de Ayutla, mediadores de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) y representantes de la Comisión Estatal de Aguas (CEA), lo cual permitió hacer descripciones detalladas del proceso.

Resultados

Antecedentes

Las zonas forestales de la reserva de la biosfera Sierra Gorda juegan un rol fundamental en la provisión de agua al facilitar la infiltración y la recarga de acuíferos. Son tan relevantes que la región ha sido decretada como parte de una de las principales reservas de agua del país (CONAGUA, 2011). Sin embargo, a pesar de su carácter

estratégico para la seguridad hídrica, una fuerte contradicción es que sus propios pobladores enfrentan problemas para acceder al agua en sus viviendas (Lobato et al., 2022).

En palabras de la Comisión Estatal de Aguas de Querétaro (CEA), la carencia de agua potable en comunidades de la reserva de la biosfera Sierra Gorda es un problema de atención prioritaria. Desde 2014, la estrategia estatal para solucionar esta situación se basó en un plan de aprovechamiento de agua superficial desde diversas microcuencas con disponibilidad en la región (CEA, 2019). Al añadirse nuevas fuentes de abastecimiento, la intención era: a) dar cobertura a decenas de poblaciones en la región serrana que no contaban con servicio de agua potable y b) reforzar el sistema Chuveje, el cual ha disminuido su caudal en los últimos años (Alvarado, 2014).

Con ese fin, en la región se diseñaron seis sistemas de agua potable, los cuales contenían obras de toma, plantas de potabilización, estaciones de bombeo, tanques maestros y líneas de conducción. Sin embargo, el río Ayutla, principal corriente de la microcuenca del mismo nombre, fue desde el principio un elemento central de la estrategia, puesto que el volumen que se podía extraer permitía beneficiar a más personas que el resto de los sistemas juntos (Tabla 1). En ese sentido, el trasvase del río era técnicamente factible pues la microcuenca Ayutla contaba con un balance hídrico positivo, aún durante el estiaje, gracias a su área de captación¹ y estado de conservación² (UAQ, 2018).

Tabla 1. Población beneficiada a través de los sistemas de agua potable desarrollados por la CEA en la Sierra Gorda

| Sistemas de agua potable de la Sierra Gorda | # de beneficiarios | % de población beneficiada | # de localidades | % de localidades atendidas |
|---|--------------------|----------------------------|------------------|----------------------------|
| Sistema 3 Lagunas | 2585 | 7 | 10 | 10 |

¹ La microcuenca tiene una superficie de 64.08 km². Se ubica en parte de los municipios de Arroyo Seco, Peñamiller y Pinal de Amoles, Querétaro, así como en Atarjea, Guanajuato (Ruíz, 2017).

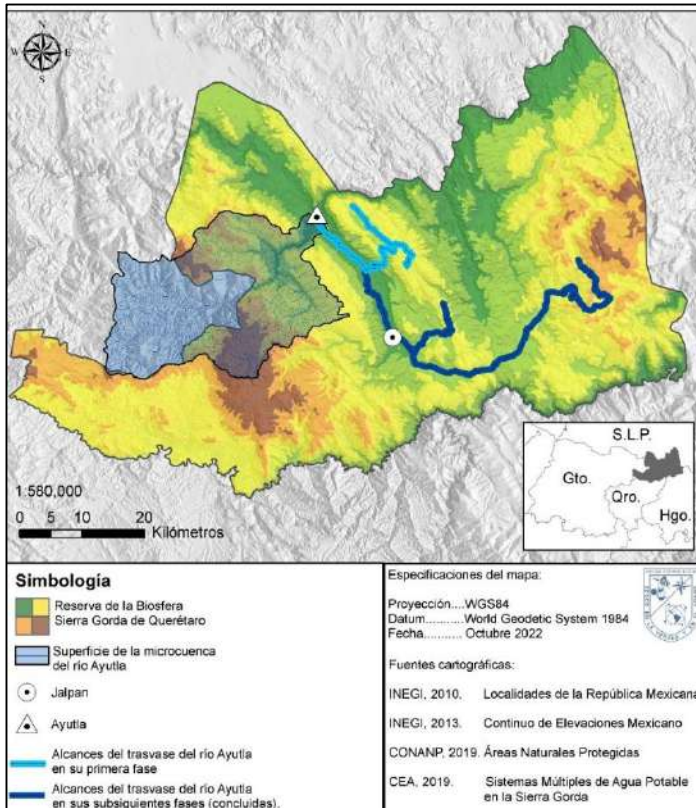
| | | | | |
|-----------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|
| Sistema Tancoyol | 3263 | 9 | 6 | 6 |
| Sistema San Vicente | 865 | 2 | 13 | 13 |
| Sistema Ayutla | 25666 | 70 | 53 | 52 |
| Sistema San Gaspar | 1207 | 3 | 9 | 9 |
| Sistema Portugués | 3128 | 9 | 10 | 10 |
| TOTALES | 36714 | 100% | 101 | 100% |

Fuente: Elaboración propia con datos de la CEA (2019).

El proyecto de trasvase tuvo distintas fases, proyecciones y beneficiarios antes de su inauguración en 2019 (ver Figura 1). En ese proceso, que abarcó un periodo de once años (2008-2019), es posible observar varias formas de interacción entre la población de Ayutla y los diferentes actores gubernamentales. En la siguiente sección presentamos una descripción cronológica de lo anterior, donde se hilvanan los mecanismos de consulta utilizados (o su ausencia) con la respuesta de la localidad ante el proyecto.

² Más del 80 % de la microcuenca es parte de dos reservas de biosfera y cuenta en sus partes altas con bosques de encino y pino bien conservados (Ruíz, 2017).

Figura 1. Ubicación de las distintas fases del sistema Ayutla en el contexto de la reserva de la biosfera Sierra Gorda.



Fuente: Elaboración propia

El sistema Ayutla-Purísima

La primera iniciativa para trasvasar agua del río Ayutla fue propuesta en 2008 por la autoridad municipal de Arroyo Seco, la cual buscaba conducir agua hacia la localidad de Purísima de Arista. Dicho proyecto pretendía hacer la extracción directamente desde los manantiales ubicados en el cañón del río Ayutla. Se contemplaba la apertura de brechas, depósitos de agua, así como la instalación de tubería, cableado eléctrico y equipo de bombeo en la ladera contigua de los manantiales (Informante # 8, comunicación personal, septiembre de 2016).

Sin embargo, dado que el cañón del río Ayutla es una zona núcleo de la reserva de la biosfera Sierra Gorda, la Comisión Nacional de Áreas Naturales

Protegidas consideró que la obra era improcedente. Lo anterior, debido a que no era compatible con el marco legal que protege zonas núcleo, pues en ellas sólo se permite realizar actividades de preservación de los ecosistemas. Pese a ello y a no contar con autorización en materia de Evaluación de Impacto Ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, como lo establece la normatividad ambiental³, el proyecto se puso en marcha y, además, se inició sin consultar al ejido ni a los demás habitantes de la localidad de Ayutla⁴. El conocimiento del proyecto por parte de la población ocurrió cuando brigadas comenzaron a trabajar en la apertura de brechas dentro del polígono del ejido y por medio de periódicos locales, donde se manifestaba la formación de comités de obra en las localidades.

El desconocimiento de los alcances y del impacto que podría tener la obra movilizó a la localidad. Sus habitantes recurrieron a distintos mecanismos para informarse, organizarse y detener la obra, tales como manifestaciones, cierres de vías de acceso y la creación de un comité de defensa. Como resultado, obtuvieron una audiencia con autoridades municipales en la que expresaron su desacuerdo con el proyecto, dado que ignoraban si se disminuiría el caudal del río y generaría impactos negativos en el ambiente y su economía. Por otro lado, cuestionaron la falta de un diálogo respetuoso entre la autoridad y los habitantes de la localidad, puesto que no se había entregado información sobre las características e implicaciones del proyecto.

El comité de defensa emitió un documento que difundió públicamente, mismo que se entregó a autoridades federales en materia ambiental para asentar su postura ante la iniciativa. En primer lugar, reconocía la legitimidad de proveer agua potable a localidades de la región, por lo que no se oponían a que se llevaran agua del río Ayutla. Sin embargo, manifestaban la necesidad de que las

³ Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, artículo 28, fracción XI y Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, artículo 5º, inciso A), fracciones I y IV.

⁴ El artículo 23, fracción V de la Ley Agraria señala que es competencia exclusiva de la asamblea general, la aprobación de los contratos y convenios que tengan por objeto el uso o disfrute por terceros de las tierras de uso común.

obras para ese abastecimiento se realizaran de forma responsable, es decir, evitando generar efectos negativos no intencionados⁵. Por ello, consideraban que el enfoque del proyecto era corto de miras, pues no incluía previsiones para regenerar la cuenca que abastecía los manantiales.

En reuniones de concertación sucesivas, se propusieron otros puntos de extracción fuera de la zona núcleo. No obstante, terminó la gestión de la administración municipal sin que se concretara un punto en específico y la siguiente administración no mostró interés en continuar con el proyecto (Informante #3, comunicación personal, septiembre de 2016).

El sistema Ayutla-Purísima de Arista–San Juan Buenaventura

La idea de extraer agua desde el río Ayutla se retomó en 2014, durante la administración del gobernador José Calzada Rovirosa. La propuesta, elaborada por la CEA, era incorporar 60 litros por segundo a otros dos sistemas que conformarían el “Acueducto de la Sierra”, de forma que se pudiera llevar el recurso hasta los municipios vecinos de Jalpan y Landa de Matamoros⁶.

Dada su envergadura, el proyecto contemplaba integrar recursos estatales con fondos de CONAGUA y de la Comisión para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), puesto que se pretendía llevar agua potable a localidades indígenas ubicadas en la sierra (DOF, 2014). Sin embargo, aunque la obra fue considerada el mayor proyecto de infraestructura hídrica para la CDI en todo el país, la población indígena beneficiada durante la primera etapa era, en realidad, muy poca (Tabla 2).

Tabla 2. Población indígena de algunas de las localidades beneficiarias del Sistema Ayutla-Purísima de Arista–San Juan Buenaventura

| Localidad | Población total | Población indígena | % de población indígena en la localidad |
|------------------------|-----------------|--------------------|---|
| Ayutla | 423 | 4 | 0,9 |
| Purísima de Arista | 2.304 | 26 | 1,1 |
| San José de las Flores | 159 | 18 | 11,3 |
| Puerto Ayutla | 89 | 7 | 7,9 |
| Casas viejas | 11 | 4 | 36,4 |

Fuente: Catálogo de Localidades Indígenas 2010 con datos derivados del Censo de Población y Vivienda de 2010.

Con una convocatoria realizada el mismo día y pocas horas antes de la reunión, el proyecto fue presentado ante los habitantes de Ayutla en 2014, contando con la presencia del presidente municipal Élfego Torres y personal de la CEA. Durante la reunión, se hizo la solicitud de extraer agua del río Ayutla para dotar a 18 comunidades del municipio de Arroyo Seco y dos del municipio de Jalpan de Serra (ver en la Figura 1 los alcances del trasvase en su primera fase). La información del proyecto se entregó de manera verbal con apoyo de material visual para explicar detalles de la ubicación de la tubería. Sin embargo, no se entregaron documentos sobre el proyecto, ni evaluación de impacto ambiental (Informante # 8, comunicación personal, septiembre de 2016). Además, la CEA hizo saber la premura en la que se encontraba para ejercer rápido el presupuesto asignado al proyecto (Informante # 2, comunicación personal, septiembre de 2016).

Como resultado de la reunión, se acordó brindar el apoyo a la CEA. Se estableció el lugar de extracción cincuenta metros arriba de las adjuntas del río Ayutla y el Santa María (Informante # 7, comunicación personal, septiembre de 2016). Días después, se firmó un convenio de cooperación entre el representante legal de la CEA y el

⁵ El objetivo de la Manifestación de Impacto Ambiental es, precisamente, identificar, prever, clasificar y evaluar los problemas potenciales en materia de impacto ambiental, al momento de la planificación y diseño del proyecto y con ello elaborar propuestas de mitigación y reducción, al tiempo que es un instrumento para

comunicar los resultados de la evaluación a los tomadores de decisiones y afectados por el proyecto.

⁶ Quadratin Querétaro. 26/06/2014 “Levantam bandera blanca en materia de agua en Arroyo Seco y Landa” Recuperado de <https://queretaro.quadratin.com.mx/Levantam-bandera-blanca-en-materia-de-agua-en-Arroyo-Seco-y-Landa/>

presidente del comisariado ejidal de Ayutla, el cual precisaba detalles del proyecto, compromisos y formas de solucionar controversias.

De acuerdo con dicho convenio, la obra llevaba por nombre “Sistema de Agua Potable Ayutla-San Juan Buenaventura” y pretendía un gasto de 15 litros por segundo, caudal que sería empleado únicamente para beneficiar a 20 localidades. Adicionalmente, establecía la obligación de que los promotores llevarían a cabo gestiones con autoridades competentes para la conservación del río Ayutla, así como una compensación de \$100,000 para el ejido (Informante # 7, comunicación personal, septiembre de 2016).

Sin embargo, al inicio de la construcción se presentaron incongruencias entre las acciones y los acuerdos establecidos, entre ellas el uso de maquinaria y explosivos, así pues, se generó en los habitantes de Ayutla descontento, inconformidad y preocupación sobre los efectos que el proyecto podría causar en su entorno. Debido a lo anterior, habitantes de la localidad detuvieron la obra hasta obtener respuesta de la CEA y reactivaron el comité en defensa del río. No obstante, al no haber un acercamiento por parte de los promotores, los pobladores de Ayutla pensaron que no se daría continuidad al proyecto (Informante # 7, comunicación personal, octubre de 2016).

El Sistema Múltiple de Agua Potable Ayutla.

En el año 2016, el personal de la CEA se presentó de nuevo en la localidad de Ayutla con la intención de solucionar las diferencias que surgieron previamente (Informante # 2, comunicación personal, octubre 2016). Con ese fin, se llevaron a cabo diversas reuniones con los integrantes del comité de defensa del río. Sin embargo, no se llegó a ningún acuerdo, dada la desconfianza que existía hacia el personal de la CEA, pues las personas que se presentaron fueron las mismas que estuvieron involucradas en el proceso anterior.

A mediados del 2016, el comité de defensa del río solicitó el apoyo de investigadores de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). En un principio fue para recibir asesoría técnica y

legal. Posteriormente, fungieron como mediadores en la negociación con la CEA. Esto fue así, pues el comité consideraba que la comunicación entre ellos y la CEA era deficiente y estaba cargada de emociones, por lo que los investigadores del campus Concá podrían ser un puente entre ambos.

Antes de concertar una reunión con personal de la CEA, los investigadores pidieron al comité establecer una postura general respecto del proyecto. Así, se reafirmó que estaban de acuerdo con que el agua del río Ayutla se empleara para atender problemas de abastecimiento en la región, pero si se garantizaba que: a) la obra no generaría impactos negativos en el río y b) habría un compromiso real del gobierno por llevar a cabo acciones de conservación en la microcuenca o, como decía uno de ellos: “no ordeñar la vaca sin darle de comer” (Informante # 2, comunicación personal, septiembre de 2016).

En ese sentido, una de las propuestas conjuntas que se generaron fue que la UAQ, a través de la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas, desarrollaría un plan de manejo que sirviera como punto de partida. Con esa finalidad, estudiantes del posgrado realizaron recorridos de campo y un par de talleres para caracterizar la microcuenca y generar propuestas de intervención.

La CEA estuvo de acuerdo con la mediación de la UAQ. De ese modo, las negociaciones se retomaron a partir de un borrador de convenio elaborado por la CEA. El contenido del convenio volvió a generar confusión entre los integrantes del comité, pues existían variaciones en los alcances esperados del proyecto. Este postulaba que el trasvase extraería 60 litros por segundo, no los 15 litros establecidos en el convenio anterior. Además, el agua ya no sería para abastecer 20 localidades, sino 28, incluidas algunas del municipio de Landa de Matamoros (ver en la Figura 1 los alcances del trasvase en sus fases subsecuentes).

La divergencia con respecto de la propuesta original acrecentó la desconfianza del comité, lo que complicó la construcción de acuerdos. Dados

los ajustes, los integrantes del comité solicitaron, como prerrequisito para la firma de un nuevo convenio, la entrega de la manifestación de impacto ambiental, pues deseaban solicitar asesoría técnica de especialistas. Sin embargo, esta no les fue entregada, pues la CEA argumentó que, dado que el proyecto había cambiado, estaba en proceso de elaboración un nuevo estudio, por lo que su entrega podría ser uno de los compromisos incluidos en el nuevo convenio.

En subsiguientes reuniones, el personal de la CEA mencionó de nueva cuenta que era necesario llegar a un acuerdo, pues estaba por vencerse el tiempo para ejercer los recursos con los que pretendía realizar la obra. Con la finalidad de acelerar el proceso, se presentó a las reuniones el Lic. Alex Calvillo Salgado, Director de Enlace Institucional de la CEA, el cual reconoció la responsabilidad de la institución en el manejo inadecuado de la información, se disculpó por los daños ocasionados y se comprometió a abrir una investigación interna sobre el comportamiento de los funcionarios que intervinieron en el convenio anterior.

En octubre de 2016 se firmó un nuevo convenio entre la CEA, los representantes de los tres municipios beneficiados y el comité de defensa del río para la construcción del proyecto denominado “Sistema Múltiple de Agua Potable Ayutla”. Aunque este nuevo convenio no cubría todas las preocupaciones del comité, se consideró aceptable dado que lograron sentarse a la mesa a negociar e incluir algunas de sus inquietudes (Informante #7, octubre de 2016). Entre los principales acuerdos se encontraban la definición del lugar de captación, la determinación de aportaciones económicas para la conservación de la cuenca, y la entrega de estudios para reconocer impactos y plantear acciones de manejo (Tabla 3).

Tabla 3. Algunos acuerdos establecidos en el convenio de colaboración para construir el proyecto denominado “Sistema Múltiple de Agua Potable Ayutla”

| Acuerdo | Estatus de su cumplimiento al mes de octubre de 2022 |
|---|--|
| El lugar de captación se establecerá a más de 50 metros de las adjuntas. | Cumplido |
| Aportación de \$2,000,000 de parte de la CEA al ejido Ayutla para la conservación de la cuenca del río Ayutla | Cumplido |
| Aportación de \$675,000 de parte de los municipios para la conservación del río Ayutla | Cumplido |
| Pago de \$150,000 a la Universidad Autónoma de Querétaro para elaborar un plan de manejo de la microcuenca | Cumplido |
| Entrega de un estudio técnico para el saneamiento de la cuenca | Incumplido |
| Entrega de la Manifestación de Impacto Ambiental | Incumplido |

Fuente: Elaboración propia a partir del convenio de participación para la construcción del proyecto denominado “Sistema Múltiple de Agua Potable Ayutla”.

De esta manera, el convenio dio paso a la instalación de la toma de agua en el río, avalado por el comisariado ejidal de Ayutla y por el comité (Figura 2). Si bien, el sistema comenzó a operar a fines de 2019, algunos de los acuerdos y requisitos legales para opera no se han cumplido a la fecha. Entre ellos se encuentra la entrega de la manifestación del impacto ambiental (MIA) autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, donde se evalúe de manera integral el impacto del proyecto sobre el río y su zona de influencia; además de presentar las obras y acciones para mitigar y reducir las afectaciones al ecosistema. Al contrario, la CEA entregó dos MIA que abarcan sólo dos etapas del proyecto para la instalación de las líneas de conducción de agua, sin presentar información referente a los impactos asociados a la extracción del agua del río Ayutla⁷.

⁷ Y en las cuales, tampoco se cumplió con la Consulta Pública contemplada en el artículo 34 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.



Figura 2. Bases de concreto en el punto donde se realizó la extracción. Créditos de la fotografía: Patricia Ruiz Tovar

En relación con la aportación económica que recibió el ejido Ayutla, este decidió emplear el recurso para adquirir una retroexcavadora que pudiera emplearse en proyectos de rehabilitación de la cuenca, así como un medio para generar recursos que pudieran reinvertirse en la cuenca al alquilarla a particulares. Por su parte, el plan de manejo elaborado por los estudiantes de posgrado de la UAQ quedó contenido en un documento que, además de una caracterización y diagnóstico, contiene un catálogo de proyectos prioritarios (UAQ, 2018). El plan fue presentado en 2019 a la localidad de Ayutla y aunque en la reunión se acordaron acciones de seguimiento como formar un comité coordinador, proponer un fideicomiso de pago por servicios ambientales o realizar un foro regional para dar a conocer el plan, hasta la fecha no se han realizado.

Discusión y conclusiones

Como perspectiva analítica, la justicia hídrica no se centra únicamente en desigualdades relacionadas con el acceso al agua, también se enfoca en la falta de inclusión en su gobernanza (Grafton et al., 2022) y en los derechos de la Naturaleza (Gudynas, 2021). Lo anterior incluye determinar si los ciudadanos son involucrados o no, en la deliberación democrática sobre el valor y características de proyectos hídricos que podrían afectarles (Fioret, 2022).

En torno de los trasvases, es insuficiente realizar consultas simbólicas que no entregan toda la información para entender las implicaciones del proyecto. Asimismo, no contienen mecanismos para que las personas manifiesten sus dudas y aportaciones (WWF, 2007). Por lo tanto, incumplen con los criterios legales nacionales e internacionales de consulta. Por desgracia, ese tipo de involucramiento superficial, donde los afectados no tienen un poder real de veto o incidencia, es muy frecuente en el país (CEMDA, 2015). Aunado a la falta de consulta y acceso a la información veraz, resulta preocupante el hecho de que un proyecto de esta magnitud se lleve a cabo dentro de un Área Natural Protegida sin contar con los estudios y autorizaciones correspondientes.

En este sentido, la justicia hídrica para la Naturaleza no fue considerada por las autoridades ejecutoras. Por parte de las comunidades involucradas, las demandas de justicia van más allá del factor económico, ya que existe una preocupación sobre el impacto ambiental del trasvase en el ecosistema. Si bien es cierto que parte de esta preocupación radica en la importancia del río Ayutla para el desarrollo de actividades productivas, también involucra un vínculo con la Naturaleza y el sentido de pertenencia de los habitantes de esta localidad.

En las distintas fases del proyecto de trasvase del río Ayutla, caso analizado en este artículo, tanto el gobierno federal, estatal como el municipal incumplieron con su obligación de respetar y garantizar diversos derechos reconocidos tanto por el derecho nacional como internacional. Los anteriores son: el derecho a un ambiente sano, derecho al acceso a la información y a la participación en la gestión de los recursos naturales.

Por un lado, no hubo consulta previa, dado que la localidad requirió movilizarse para ser reconocida y participar en la toma de decisiones. Este hallazgo, documentado también en otras investigaciones, refuerza la importancia de la presión directa ejercida por movimientos sociales como mecanismo para cubrir los vacíos del Estado

en procesos de consulta ambiental (Fioret, 2022). Por otro lado, tampoco hubo una consulta informada y de buena fe, ya que la CEA entregó al comité de defensa información poco clara, incompleta y contradictoria, lo cual no permitía a las personas de Ayutla contar con los elementos necesarios para sopesar riesgos y tomar decisiones. Como ya ha sido expuesto por especialistas en consulta pública, tales omisiones derivan en que la población consultada desconfíe del proceso y, por tanto, que se dificulte el diálogo (Milano y Sanhueza, 2016).

Si bien, es frecuente que en proyectos de trasvase el conflicto dinamice modificaciones a los proyectos originales (Marié, 2014), fue muy problemática la decisión de la CEA de cambiar sobre la marcha la magnitud del proyecto, el cual, finalmente incrementó cuatro veces el volumen de extracción. Además, es cuestionable la forma retórica en la que se presentó la obra como un mecanismo para abastecer exclusivamente a localidades marginadas, cuando uno de los beneficiarios es Jalpan de Serra, el mayor centro poblacional de la región. Después de todo, es importante identificar hacia dónde fluye el agua, dada la regularidad con la que el poder económico condiciona su dirección (Boelens y Arroyo, 2013).

En los últimos años, Jalpan de Serra ha vivido un importante crecimiento urbano y de su industria turística. Ese desarrollo ha sido posible siguiendo la lógica de otras regiones, donde las localidades de mayor tamaño, en las que existen intereses e inversiones, son abastecidas de agua proveniente de otras microcuencas, sin existir una regulación de su expansión ni considerar la capacidad de carga y de disponibilidad hídrica de estas localidades.

Por su parte, en estas localidades, el turismo se ha convertido en un sector cada vez más demandante del recurso hídrico y, paradójicamente, el menos regulado. Asimismo, el acceso al agua en las localidades abastecidas por el sistema Ayutla dependerá en gran medida de la capacidad de almacenamiento en los domicilios.

La prestación del servicio de agua potable, a través de los trasvases, violenta el principio Constitucional presente en el artículo 27. En él se establece que el estado deberá garantizar una distribución justa y equitativa de los beneficios derivados del aprovechamiento de los recursos naturales. Dado que la distribución y el acceso al agua se decide con base en la concentración del poder económico, se refuerza la desigualdad y se vulneran los derechos de las localidades más alejadas (muchas veces más cercanas a la fuente de distribución del agua).

A su vez, causa controversia la actualización de padrones de “comunidades indígenas” como medio para acceder a recursos federales etiquetados para ese grupo poblacional. En su momento, el proyecto se consideró la mayor inversión en infraestructura hídrica de la CDI, a pesar de que la proporción de población indígena en las localidades es menor al 2%. Si bien, es legítimo el uso de la autoadscripción como medio de reconocimiento de la identidad, es cuestionable su abuso cuando se realiza para que ciertas localidades, marginadas o no, se vuelvan sujetos de derecho en términos de aplicación de presupuesto.

En la Sierra Gorda ya se ha documentado el incremento de localidades en el catálogo de comunidades indígenas como un mecanismo de financiamiento público (García, 2016). Por ello, es importante adoptar una postura crítica con respecto al uso simbólico de la etnicidad, dado que pueden reproducirse estructuras históricas de discriminación. No hay que olvidar que en la región indígena Xi'oi, colindante con Arroyo Seco, las localidades padecen escasez de agua desde hace décadas (Sirenio, 2022).

Otro aspecto preocupante fue el reiterado incumplimiento en la entrega de la manifestación de impacto ambiental del proyecto, aún más, cuando la CEA simuló haberla proporcionado al entregar la manifestación de etapas asociadas a la conducción del agua, pues esta no contenía información sobre las características de la extracción de agua en el río. De esta manera, la CEA replicó una de las estrategias bien conocidas

a nivel nacional que implican la fragmentación del estudio de un solo proyecto en diversas etapas. Lo anterior no solo impide el análisis integral de las implicaciones ambientales de un proyecto y en todo caso, las medidas de mitigación necesarias, sino que va en contra de la naturaleza misma de la Manifestación de Impacto Ambiental, que en este caso y de acuerdo con el artículo 11 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, la Comisión debió presentar una MIA en su modalidad regional.

Ese tipo de evaluación es un insumo crucial para que las localidades conozcan los riesgos e impactos asociados a los proyectos de desarrollo. Sin esta, no es posible realizar una consulta pública, pues no hay objeto de análisis. Dada su presumible inexistencia, es probable que ni la autoridad que emite la autorización, ni la promovente del proyecto, hayan cumplido con el marco legal aplicable en materia de impacto ambiental y regulación de las áreas naturales protegidas.

Independientemente, si la consulta de proyectos ambientales es una intención genuina del gobierno, la SEMARNAT debe revisar la eficacia del procedimiento actual para hacer llegar la información de forma oportuna, especialmente en localidades rurales. Lo anterior es así, pues la publicación de las manifestaciones en la Gaceta Ecológica o en medios de comunicación no garantiza el cumplimiento del principio de máxima publicidad.

Los estudios ambientales como la Manifestación de Impacto Ambiental y la propia consulta ciudadana contemplada por la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, son un claro ejemplo de reglas establecidas en la legislación para garantizar el acceso a la justicia hídrica. Su omisión de inicio obstaculiza el acceso a esta justicia y, a su vez, propicia el surgimiento de conflictos socioambientales.

Con respecto de la respuesta de la población de Ayutla, es evidente que la movilización fue un

recurso que le permitió participar en la discusión del proyecto y poner sobre la mesa su visión a largo plazo asociada a la conservación de la cuenca. Es notoria la distancia entre su enfoque integral y la lógica extractivista de la CEA, justificada en que su encomienda se limita a la dotación de agua.

Si bien, los habitantes de Ayutla fueron capaces de gestionar recursos para iniciar, junto con la UAQ, procesos tendientes al manejo de la cuenca, es preciso concluir el artículo con un par de interrogantes. En primer lugar, con respecto del ejido Ayutla, es confuso que hayan empleado el recurso recibido para la conservación de la cuenca en una retroexcavadora, si bien, quizás lo hicieron a falta de opciones de inversión más claras. En retrospectiva, parecía una mejor opción el emplearlos en un esquema de fondos concurrentes con la Comisión Nacional Forestal. Esta fue una de las ideas que se llegó a discutir, de forma que se conjuntaran recursos financieros para fortalecer un mecanismo local de pago por servicios ambientales que trabajara con propietarios de terrenos forestales en la cuenca.

En segundo lugar, con respecto de la UAQ, es importante cuidar la generación de expectativas en procesos de planeación territorial que quedan truncos. Estas acciones son necesarias, pero complejas. Por ello, es importante reconocer que hacer algunos talleres dispersos no es suficiente para sostener la coordinación entre gobierno, academia y sociedad civil. Si bien, este tipo de iniciativas brindan una excelente oportunidad para que sus estudiantes aprendan con base en proyectos, hay una gran responsabilidad detrás de la promoción de enfoques de cogestión participativos. En caso de no implementarse adecuadamente, o de sostenerse en el tiempo, podrían actuar como un proceso de legitimación que enmascare el *statu quo*, lo cual dificulta aún más el involucramiento genuino de la población local en el manejo del territorio.

Es evidente que, una vez realizado, los impactos negativos de un proyecto de trasvase van más allá de la exclusión de pobladores locales del proceso deliberativo que conduce a la definición de las características de un artefacto hidráulico de este tipo. Si bien, esta investigación documentó las deficiencias de la consulta pública llevada a cabo por las autoridades, sería conveniente conducir más estudios que determinen en el tiempo las consecuencias ambientales del trasvase del río Ayutla y otras posibles dimensiones de la exclusión, como la distribución inequitativa de los beneficios de la obra en la región.

Agradecimientos

Agradecemos al Programa para el Desarrollo Sustentable y Cuidado del Medio Ambiente del Estado de Querétaro, ejercicio fiscal 2021, que financió el proyecto "Corredor Regional de Formación Integral para la Sustentabilidad en el Estado de Querétaro".

A su vez, este trabajo forma parte de los resultados del PRONAI 318956 "Ecohidrología de la sustentabilidad y gobernanza del agua y cuencas para el bien común" del PRONACES-AGUA del CONACYT.

Referencias bibliográficas

- Alvarado, A. (2014). Robustecerán sistema de agua del chuveje. Noticias de Querétaro. Recuperado de: <https://noticiasdequeretaro.com.mx/2014/04/23/robusteceran-sistema-de-agua-de-chuveje/>
- Boelens, R. y Aline, A. (2013). *Agua Robadas. Despojo hídrico y movilización social*. Quito: Justicia Hídrica, Abya Yala, Instituto de Estudios Peruanos.
- Cameron, F. (2022). Water Justice as Socioenvironmental Justice. *Ethics, Policy & Environment*, DOI: 10.1080/21550085.2022.2090211
- Campos, V. y Ávila, P. (2015). Conflictos sociales por el trasvase del Río Temascaltepec, cuarta etapa del sistema Cutzamala. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 12 (2), pp. 147-164.
- Centro Mexicano de Derecho Ambiental (2015). Acueducto Independencia amenaza la sobrevivencia del pueblo Yaqui. Recuperado de: <http://www.cemda.org.mx/el-acueducto-independencia-amenaza-la-sobrevivencia-del-pueblo-yaqui/>
- Comisión Estatal de Aguas de Querétaro (2019). Sistemas Múltiples de Agua Potable en la Sierra Gorda Queretana. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=9E8rEy2inpo>
- Comisión Nacional del Agua (2011). *Identificación de reservas potenciales de agua para el medio ambiente en México*. México: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Diario Oficial de la Federación (2014, 24 de diciembre). Acuerdo de Coordinación para la ejecución del Programa de Infraestructura Indígena que celebran la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas y el Estado de Querétaro. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5388303
- Fioret, C. (2022). Water justice as socioenvironmental justice. *Ethics, Policy & Environment*, p. 1–16. <https://doi.org/10.1080/21550085.2022.2090211>
- García, A. (2016). Dimensiones socioculturales de la pobreza en la sierra gorda de Querétaro. Tesis de doctorado, Universidad de la Laguna, España.
- Grafton, R., Fanaian, S., Sacco, G., y Liberman, L. (2022). Bending towards water justice: pathways for truth, reconciliation, inclusion and transformative actions. *International Journal of Water Resources Development*, 38 (1), 1-10. DOI: 10.1080/07900627.2021.1952855
- Granados, L. (2015). Historia de las gentes y las cosas del Acueducto II de Querétaro: emulación hidráulica, nobleza y negocios [Tesis doctoral]. El Colegio de San Luis, San Luis Potosí, México.
- Gudynas, E. (2021). Justicia hídrica: Explorando las variedades de justicia y los derechos de la Naturaleza. *Justicia hídrica: una mirada desde América Latina*, pp. 37-56.
- Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). (2014). Peritaje antropológico respecto al impacto social por la operación del Acueducto Independencia. México: INAH. Recuperado de https://mediateca.inah.gob.mx/islandora_74/islandora/object/issue%3A607

- Lobato, T., Otte, M. y Rocha, M. (2022). Water and Wetlands Outreach Project in the Sierra Gorda Biosphere Reserve. *Wetland Science Practice*, 40 (1), pp. 82-87.
- Marié, M. (2004). *Las huellas hidráulicas en el territorio. La experiencia francesa*. México: El Colegio de San Luis, IMTA, SEMARNAT.
- Martínez-Alier, J. (2003). La justicia ambiental y los derechos humanos. *Ecología Política*, 26, pp. 11-16.
- Melgarejo, J., Molina, A; Del Villar, A. 2010. *El valor Socioeconómico del trasvase Tajo-Segura. Análisis jurídico y económico ante la hipótesis de su reducción o cancelación*. Alicante, España: Confederación Empresarial de la Provincia de Alicante (COEPA), Instituto de Estudios Económicos de la Provincia de Alicante (INECA).
- Milano, F y Sanhueza, A. (2016). Consultas Públicas con Sociedad Civil: Guías para agencias ejecutoras públicas y privadas. Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de: <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7499/Consultas-publicas-con-sociedad-civil-Guias-para-agencias-ejecutoras-publicas-y-privadas.pdf?sequence>
- Morote, A., Hernández, M., Rico, A., y Eslamian, S. (2020). Interbasin water transfer conflicts. The case of the Tagus-Segura Aqueduct (Spain). *International Journal of Hydrology Science and Technology*, 10 (4), pp. 364-391. DOI: 10.1504/IJHST.2020.108267
- Peña, F., y Granados, L. (2021). Archipiélagos urbanos. El trasvase como dispositivo de la desigualdad hídrica persistente en México. *Región y sociedad*, 33, e1439. DOI: 10.22198/rys2021/33/1439
- Ruiz, P. (2017). Análisis del proceso de consulta pública del proyecto de trasvase del Río Ayutla [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México.
- Sirenio, K. (2022). La sed de los Xi'ui. *Pie de página*. Recuperado de: <https://piedepagina.mx/la-sed-de-los-xiui/>
- Universidad Autónoma de Querétaro (2018). Plan de gestión y manejo de la microcuenca del río Ayutla. Recuperado de: <https://iefectividad.conanp.gob.mx/iefectividad/CyEN/RB%20Sierra%20Gorda/2.%20Componente%20de%20Contexto%20y%20Planeaci%C3%B3n/linfo-recursos-naturales/monitoreo%20PROCER/Plan%20de%20manejo%20microcuenca%20Ayutla.pdf>
- WWF (2007). *Trasvases: del mito a la realidad. Trasvases intercuencas y escasez de agua*. Países Bajos: WWF Global Freshwater Programme.
- Zwarteveen, M. y Boelens, R. (2014). Defining, researching and struggling for water justice: some conceptual building blocks for research and action. *Water international*, 39(2), 143-158. DOI: 10.1080/02508060.2014.891168

Percepción social de las funciones de la cuenca del río escanela

Eduardo Amador Enríquez¹, Raúl Francisco Pineda López¹, Carlos Alberto Murillo Cárdenas¹, Rene Fernando Tobar Díaz¹,
Juliana Rubio Ponce¹.

¹Universidad Autónoma de Querétaro

Correspondencia: eduardo.amador@uaq.mx

Resumen

El río Escanela forma parte de la cuenca del Pánuco, se encuentra en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda (RBSG)—específicamente en la zona funcional media de la microcuenca Pinal-Jalpan— y presenta asentamientos humanos, tanto en la ribera del río como en la parte más alta de esta zona funcional (la cual funge como zona de recarga o almacenamiento de agua de la microcuenca). Este estudio aborda diez de estas comunidades, de las cuales nueve se organizan para su abastecimiento de agua. Se buscó identificar la percepción social sobre las funciones de la cuenca, sus problemas y las formas de colaborar para mitigarlos. Se utilizó un enfoque mixto (para el abordaje desde el eje social) mediante entrevistas semiestructuradas a autoridades locales y un taller de participación social con actores claves. A partir del uso de una matriz de doble entrada, se identificó el desconocimiento conceptual del enfoque de cuenca; sin embargo, la población lo relacionó con el cuidado del medio ambiente, pues mencionaron trabajos de reforestación realizados hace más de 15 años. Al hablar de las seis funciones de la cuenca, se consideraron como principales problemas los siguientes: en primer lugar, fue la regulación hidrológica, pues hay una percepción de disminución de agua superficial y en manantiales (los cuales incluso se han llegado a secar) y ha ocasionado que algunas comunidades carezcan de agua para uso doméstico; en segundo lugar, se trató de la regulación de temperatura; y en tercer término se señaló la provisión de hábitat. Así mismo, se logró apreciar que los participantes de esta zona funcional están sensibilizados respecto al impacto de las actividades que realizan y las afectaciones que éstas generan en el funcionamiento de la microcuenca, por lo cual consideran necesario la participación conjunta de la sociedad, las instituciones y la academia para disminuir las afectaciones al funcionamiento de la microcuenca.

Palabras clave: funciones claves, microcuenca, agua

Abstract

The Escanela River is part of the Panuco basin, it is located in the Sierra Gorda Biosphere Reserve (RBSG) specifically in the middle functional zone of the Pinal-Jalpan micro-basin; human settlements can be found, both on the banks of the river and in the highest part of this functional zone, which serves as a recharge or storage area for water in the micro-basin. The study includes ten communities of which nine organize themselves for their water supply. It seeks to identify the social perception about the functions of the basin, its problems, and ways of collaborating to mitigate them. Under a mixed approach, since it is approached from the social axis through semi-structured interviews with local authorities and a social participation workshop with key actors, using a double-entry matrix, conceptual ignorance of the basin approach was identified. However, they relate it to caring for the environment, mentioning the reforestation work carried out more than 15 years ago. When talking about the six functions of the basin, they consider the main problems: hydrological regulation, given the perception of decreased surface water and springs that they dry up, causing some communities to lack water for domestic use; as second, the regulation of temperature, and third, the provision of habitat.

Likewise, it is possible to appreciate that the participants of this functional zone are sensitized regarding the impact of the activities they carry out and the affectations that these generate in the functioning of the micro-basin, for which they consider necessary the joint participation, both social, institutional, and academic to reduce the effects on the operation of the micro-basin.

Keywords: key functions, micro-basin, water

Introducción

La determinación de las zonas funcionales en las cuencas es una forma de entender su dinámica de una manera sistemática. Por esta razón, se realiza la división de las cuencas en tres partes: en primer lugar, la zona alta o de cabecera en donde se lleva a cabo el proceso de captación de agua; en segundo lugar, la zona media, la cual es donde se realiza el almacenamiento (también conocida como zona de transición); finalmente, la zona baja en donde sucede la descarga. De la misma manera se realiza la asignación para las subcuencas y microcuencas. También es importante clasificar las zonas funcionales, lo cual se realiza mediante un análisis paisajístico y físico-geográfico en donde juega un papel predominante la altura y la cobertura vegetal (puesto que es pertinente la delimitación que las caracteriza para realizar un trabajo de investigación). Todo lo anterior hace posible explicar y evaluar la dinámica, evolución y funcionalidad de las cuencas; además, un análisis integral otorga la posibilidad de planeación y manejo en relación con los procesos formadores y modeladores del relieve con los componentes hídricos y ecosistémicos que se llevan a cabo en la zona de estudio (Valdés-Carrera & Hernández-Guerrero, 2018).

En el caso de México, las microcuencas fueron denominadas por el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO), el cual fue instruido por la entonces Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) para que desarrollara la estrategia integral llamada Plan Nacional de Microcuencas. Esto sucedió bajo el marco legal de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable en donde se consideraron cuatro ejes de desarrollo: físico, económico, social y humano.

Para realizar la gestión de las microcuencas se puede partir desde la problemática, para lo cual se consideran las funciones clave de la cuenca, mismas que se resumen a seis de acuerdo a

Gjessing (2011). Éstas son: 1) la regulación hidrológica, la cual consiste en la existencia suficiente de agua para que los procesos naturales se puedan desarrollar de manera armónica y para que —en el caso particular de este estudio— la presencia humana pueda disponer del agua para cubrir sus necesidades; 2) la regulación de la química del agua, la cual hace referencia a la calidad del agua para satisfacción y desarrollo de las comunidades que habitan en los distintos ecosistemas que componen la microcuenca; 3) la regulación de sedimentos, función estrechamente relacionada con las actividades antrópicas (las cuales impactan de manera directa e influyen en las dos funciones anteriores) y que permite observar de manera directa el estado de la cuenca; 4) la conectividad hidrológica, esta función analiza las desviaciones o estancamientos artificiales creados para actividades agrícolas, ganaderas, para el uso cotidiano del agua o bien para el desarrollo de negocios, mismas que podrían afectar en el nivel de agua disponible cuenca abajo; 5) la provisión de hábitat, función que permite identificar que tan factible es la microcuenca para la vida y desarrollo de las especies, pues considera como factores esenciales el alimento y refugio e identifica la diversidad de especies y el tamaño de sus poblaciones; finalmente, 6) la regulación de temperatura, factor que se considera de suma importancia pues abona a la generación de hábitat y equilibrio ecológico dentro de la microcuenca.

En el presente estudio se buscó identificar la percepción social sobre el estado actual de la zona media de la microcuenca Pinal-Jalpan, para lo cual se consideró como ejes de análisis las seis funciones claves de la microcuenca. Participaron los representantes comunitarios o subdelegados y los presidentes de los comités de agua de las diez comunidades que integran la zona media.

Este trabajo contribuye en la determinación e identificación de los problemas observados por los habitantes desde un enfoque de cuencas, pues

son ellos quienes hacen la reflexión del estado de la microcuenca y las formas en que pueden colaborar para mitigar las afectaciones detectadas (mismas que influyen en sus formas de vida). Con esto se da la posibilidad de practicar procesos de organización y actuación mediante la gobernanza.

Método.

Para cumplir con el objetivo planteado este trabajo se realizó en cuatro etapas:

1) En primer lugar se clasificaron las zonas funcionales, para ello se usó la metodología planteada por Cotler (2007) y se adaptó a la zonificación local, para lo cual se tomó cuenta criterios topográficos e hidrográficos (red de drenaje superficial) y, de esta manera, se obtuvieron tres polígonos con características similares y con interdependencia entre ellos. Si bien las comunidades se agrupan tradicionalmente por razones político-administrativas, también es cierto que existe una dependencia común a un sistema hídrico que todas comparten de alguna manera; además, existe una red de caminos y vías de acceso que los comunican y los hacen vivir realidades similares dentro de su zona funcional.

2) La segunda etapa consistió en la aplicación de diez entrevistas semiestructuradas a actores locales claves y en las cuales se consideraron las recomendaciones otorgadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017). Estas recomendaciones mencionan que generalmente los actores claves son quienes tienen un nivel de influencia significativo (positivo o negativo) sobre la población de la microcuenca y, por tanto, su participación es relevante para lograr los objetivos del proyecto.

Por lo anterior, se tomó en cuenta a quienes presiden los comités de agua o, en su defecto, al subdelegado quien representa a la comunidad de manera formal. Esto tuvo la finalidad de describir los procesos de organización, gestión y experiencias de trabajo comunitario respecto a la

conservación de los recursos naturales y la coordinación con las entidades de gobierno municipal, estatal y federal para trabajar en materia manejo del agua.

Asimismo, para la identificación, caracterización y priorización de los actores se realizó una visita a las comunidades, se conoció el lugar y el ámbito de actuación del actor clave, sus intereses y la disposición a participar.

Para la aplicación de esta etapa se consideraron cuatro pasos: el primero consistió en la preparación, la cual es previa a la aplicación de la entrevista semiestructurada y derivó en definir los objetivos, así como el establecimiento de las preguntas a realizar; después se realizó la apertura, la cual se dio en el encuentro con los entrevistados, momento en que se dieron a conocer los objetivos de la investigación y el consentimiento informado; posteriormente vino la fase de desarrollo (núcleo de la entrevista) en donde se intercambió información siguiendo la guía con flexibilidad; finalmente se realizó el cierre, en el cual se recapituló y se llevó a cabo una síntesis para puntualizar la información obtenida.

Los ejes de análisis de la entrevista fueron: el conocimiento previo sobre el enfoque de gestión integrada de cuencas; las experiencias en organización social y su participación en coordinación con entidades de gobierno, organizaciones no gubernamentales y universidades con presencia regional; las experiencias vividas y los resultados obtenidos; finalmente, la disposición para desarrollar trabajos en beneficio de sus comunidades y la autovaloración de la participación social para la mejora del entorno y su calidad de vida.

Para el abordaje del estudio desde la percepción social, se enfatizó de manera esencial conocer la opinión de los actores sociales. Debido a esto, se hizo uso de las entrevistas semiestructuradas, pues esta técnica cualitativa

permite un mayor grado de flexibilidad para obtener la mayor cantidad de información. Posteriormente, al momento en que se interpretó la información bajo el enfoque cualitativo, se pudo comprender los alcances semánticos del lenguaje utilizado.

3) Como tercera etapa, se realizó un taller participativo en donde asistieron los representantes comunitarios (subdelegados) y se plasmó la perspectiva de las problemáticas en las funciones claves de la cuenca (regulación hidrológica, regulación de la química del agua, regulación de sedimentos, conectividad hidrológica, provisión de hábitat y regulación de temperatura) desde el punto de vista de los habitantes. Además, se hizo uso de la matriz de doble entrada, esto con la finalidad de priorizar estas problemáticas y así identificar el mayor interés y sus posibles soluciones mediante la participación social e institucional.

Para la planeación del taller se tomaron en cuenta guías y manuales tales como: *80 herramientas para el desarrollo participativo*, (2002); el *Manual para la gestión integrada de recursos hídricos en cuencas* (2009) de la Global Water Partnership; la *Guía metodológica para la formulación de los planes de manejo ambiental de microcuencas - PMAM* (2017); el *Manual de manejo de cuencas* (2004) de World Vision; la *Guía metodológica para el manejo participativo de microcuencas* (2007) promovido por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura por sus siglas en inglés (FAO); y finalmente, la *Guía para la elaboración de planes de manejo de microcuencas* (2009) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

En un primer momento se realizó la etapa de acercamiento y conocimiento, lo cual permitió un aproximamiento a la realidad local, de tal manera que se logró información básica y relevante. Esto possibilitó que las fases posteriores generaran propuestas de cambio a la realidad.

Posteriormente, y en consideración a lo anterior, se realizaron las acciones de sensibilización y detección de problemáticas. Con esto se buscaba despertar el interés de los representantes de las localidades y que éstos manifestaran las problemáticas con sus posibles soluciones a implementar por ellos mismos, así como las expectativas de intervención que tienen de las entidades gubernamentales, no gubernamentales y universidades.

Enseguida, se generó un conversatorio en el cual se socializó el concepto de cuenca, su importancia, sus zonas funcionales y las funciones de la cuenca. Más adelante se conformaron mesas de trabajo integradas por las comunidades de la zona funcional media y, a través del uso de un diagrama histórico, se promovió la reflexión sobre la salud de la microcuenca y sus funciones que han sido alteradas, así como la evolución de las actividades antrópicas que se desarrollan en esa unidad natural de la microcuenca.

Por último, se presentaron los resultados para generar un árbol de problemas, los cuales fueron priorizados mediante una matriz de doble entrada, pues ésta da la oportunidad de determinar rápidamente los principales conflictos y, de esta manera, priorizarlos —en este caso— en razón a las funciones de la cuenca.

Una vez priorizados los problemas, se identificaron las posibles soluciones a realizar por parte de los habitantes. De la misma forma, se identificó la expectativa sobre la colaboración de las organizaciones gubernamentales, no gubernamentales e instituciones de educación superior. Finalmente, se concretó el taller con la identificación de la ubicación de las comunidades en un mapa gigante que representaba la microcuenca y sus tres zonas funcionales.

4) La cuarta y última etapa consistió en la integración y análisis de la información obtenida. Para ello se procesaron los datos de las entrevistas

en el programa Atlas.ti, el cual ayudó a su procesamiento por medio de frecuencias y cruces de resultados y, de esta manera, generó una red semántica en la cual se apreciaron las relaciones existentes, así como las posibilidades y dificultades que se presentaron para la aplicación del enfoque de gestión integrada de cuencas.

Resultados

Delimitación de las zonas funcionales y caracterización de la zona funcional media.

Para la delimitación de la microcuenca se tomó como base el modelo propuesto por el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO). La microcuenca Pinal-Jalpan cuenta con una superficie de 6 843 ha y una extensión perimetral de 41 721 km. Se caracteriza por ser una zona montañosa que presenta pendientes con alto y mediano grado de inclinación. El territorio presenta gradientes altitudinales variados, los cuales parten de elevaciones sobre los 800 - 1070 m.s.n.m. y están ubicados en la zona baja sobre la planicie que forma el río Jalpan, principal afluente de la microcuenca, mismo que se presenta en la zona funcional media con una altura máxima de 1 430 msnm. Finalmente, se observa la zona alta, la cual oscila entre los 1440 - 2140 msnm.

A continuación, podemos apreciar en la Figura 1 la delimitación de la microcuenca. La zona alta se representa en color verde, la zona media en color amarillo y la zona baja en color naranja. 1.

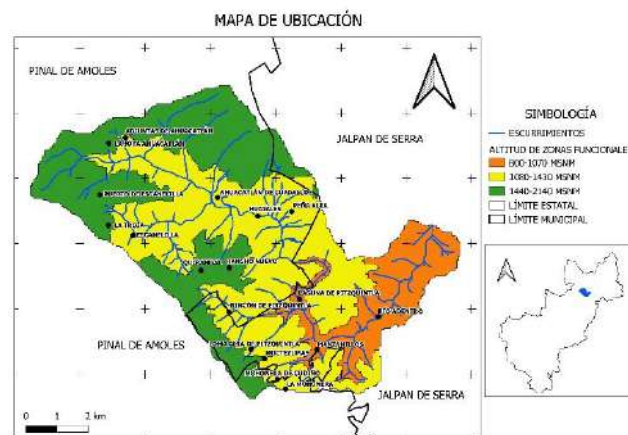


Figura 1. Mapa de las zonas funcionales de la microcuenca Pinal-Jalpan. **Fuente:** Elaboración propia

En la zona media de la microcuenca Pinal-Jalpan existen poblaciones que habitan en la ribera del río (Tabla 1) y, por esta razón, su relación con el agua es más evidente. Esto sucede principalmente en las comunidades de Escanelilla, Ahuacatlán de Guadalupe y Huajáles. Estas comunidades se establecieron a la orilla del río Escanela y casi todas carecen de infraestructura para el tratamiento de sus aguas residuales. La excepción es una parte de la comunidad de Ahuacatlán de Guadalupe, la cual cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales; sin embargo, el abastecimiento de agua es administrado por los mismos pobladores mediante comités de agua.

Tabla 1. Comunidades establecidas en la zona media de la microcuenca a la orilla del río Escanela

| Localidad | Abastecimiento de Agua | Población |
|-------------------------------|--------------------------------|--------------|
| Ahuacatlán de Guadalupe | Sistema de agua independiente. | 1 897 |
| Escanelilla | Sistema de agua independiente. | 501 |
| Huajáles | Sistema de agua independiente. | 268 |
| Total, de la población | | 2 666 |

Fuente: elaboración propia con información de INEGI (2020).

En la misma zona media de la microcuenca se encuentran las comunidades de Peña Alta, Rincón

de Pitzquintla, Loma Alta de Pitzquintla, Moctezumas, Mohonera de Gudiño, La Mohonera y Adjuntas de Ahuacatlán. Estas comunidades no están establecidas a la orilla del río Escanela y se abastecen de agua mediante sistemas independientes administrados por comités locales (a excepción de Peña Alta, pues es la Comisión Estatal de Aguas (CEA) quien ofrece el servicio de agua potable a la localidad). Asimismo, estas comunidades no cuentan con infraestructura para el saneamiento del agua. A continuación, podemos observar sus características poblacionales en la Tabla 2.

Tabla 2. Comunidades establecidas en la zona media de la microcuenca que no están establecidas a la orilla del río Escanela.

| Localidad | Abastecimiento de Agua | Población |
|-------------------------------|--------------------------------|--------------|
| Loma Alta de Pitzquintla | Sistema de agua independiente. | 94 |
| Rincón de Pitzquintla | Sistema de agua independiente. | 214 |
| Moctezumas | Sistema de agua independiente. | 156 |
| Mohonera de Gudiño | Sistema de agua independiente. | 43 |
| Las Adjuntas | Sistema de agua independiente. | 105 |
| La Mohonera | Sistema de agua independiente. | 490 |
| Peña Alta | CEA | 86 |
| Total, de la población | | 1 188 |

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2020).

Entrevistas a autoridades locales

Para el análisis de las entrevistas se utilizó el software Atlas.ti, con el cual se estableció una red semántica (como se muestra en la Figura 2) en donde se relacionó la apreciación de los entrevistados locales respecto al enfoque de gestión integrada de cuencas en sus comunidades, así como su organización, experiencias, disposición, limitantes para la participación social y conocimiento previo sobre el tema de cuencas.



Figura 2. Red Semántica simplificada origen de las entrevistas aplicadas. **Fuente:** Elaboración propia.

A continuación, se describe la red semántica. En primer lugar, las autoridades locales expresaron desconocer el significado de cuenca, a excepción de un entrevistado de la comunidad de Mohonera de Gudiño, quien expresó entender cuenca “como un espacio que se relaciona entre sí por el agua que escurre hacia un mismo lugar” y agregó que dicho concepto lo escuchó en la universidad. Asimismo, el entrevistado consideró que la mayoría de la comunidad lo desconocía y, por tal motivo, fue necesario explicar el concepto a los entrevistados, así como el enfoque de gestión integrada de cuencas. Posteriormente, se les preguntó si habían realizado algunas actividades en sus comunidades con el “enfoque de cuenca”, mismo que asociaron con acciones que benefician al medio ambiente y, por esta razón, las respuestas de los ocho entrevistados señalaron que sí habían realizado acciones bajo dicho enfoque, esto a través de los trabajos que se realizaban con el programa federal denominado PROSPERA.

Al abordarse el tema sobre los beneficios que esperarían por la aplicación de trabajos con enfoque de cuencas en sus comunidades, la manifestación se dividió en dos vertientes principalmente. La primera señaló que esperan ver mayor disponibilidad de agua en los manantiales, esto debido a que las comunidades de Mohonera y Mohonera de Gudiño se abastecían de un manantial de manera regular durante el año, sin embargo, este manantial se secó y ahora

aprovechan otro que no tiene la capacidad para solventar la necesidad de las comunidades; por esta razón, los entrevistados propusieron la rehabilitación de este manantial. La comunidad de Moctezumas, de igual forma, tiene dificultades para abastecerse del vital líquido y, además, tienen problemas de organización local. En Adjuntas de Ahuacatlán el problema de abastecimiento de agua lo adjudicaron más a problemas de organización, pues comparten agua con la comunidad de la Joya de Ahuacatlán (ubicada en la zona funcional alta). Por su parte, las comunidades de Huajáles, Ahuacatlán y Escanelilla obtienen su abastecimiento de agua de manantiales y retranques del mismo río y, además, tienen una organización aceptable sin presentar carencia significativa. Respecto a la comunidad de Peña Alta, es la única que —como se señaló anteriormente— recibe el servicio de agua potable por parte de la CEA.

La segunda vertiente manifestó el deseo de mejorar la organización local para lograr la unidad comunitaria. Esto se manifestó en todas las comunidades de la zona funcional media. Es relevante señalar que Mohonera y Mohonera de Gudiño no cuentan con un comité del agua; por otro lado, Moctezumas, Huajáles, Escanelilla, Ahuacatlán y Adjuntas de Ahuacatlán sí cuentan con comité del agua, sin embargo, son comités que llevan más de cinco años con los mismos representantes, pues carecen de formalidad y de un reglamento. Así mismo, los entrevistados manifestaron la falta de interés de los habitantes por participar en el comité.

Respecto a Adjuntas de Ahuacatlán es importante señalar que la situación de su comité de agua es un tanto distinta, pues éste se integra de manera conjunta con la Joya de Ahuacatlán, localidad que se ubica en la zona alta de la microcuenca. Aquí se identificaron problemas de organización, esto a pesar de contar con infraestructura básica como líneas de conducción y

depósitos de almacenamientos para la administración del agua.

Por otro lado, las localidades de Mohonera y Mohonera de Gudiño son comunidades que también comparten manantial y línea de conducción; sin embargo, reiteramos, éstas no cuentan con comité del agua y ambas presentan serios problemas de disponibilidad de agua.

Por último, la comunidad de Peña Alta no tiene problemas de abastecimiento y sí cuentan con un comité de agua, el cual tiene una función reducida; sin embargo, se expresó que la mayoría de los habitantes tienen la disposición de trabajar en actividades de beneficio comunitario.

Por otro lado, se identificó la carencia de un reglamento de la administración del agua y de las funciones de los integrantes de los comités. Los actores entrevistados expresaron que esta situación es necesario corregirse, pues la totalidad de comunidades consideran tener problemas de organización, lo cual ha repercutido de manera directa en no lograr coordinarse con entidades para mejorar las condiciones de sus comunidades.

Además, en la comunidad de Ahuacatlán y de Escanelilla sugirieron crear un reglamento sobre el cuidado del río, pues a las orillas se realizan ciertas actividades productivas que afectan la calidad del agua del cauce. Se mencionaron —principalmente— la existencia de criaderos de cerdos, corrales de engorda vacuna y autolavados. También se mencionó la preocupación por un hotel de nueva creación ubicado en la comunidad de Río Escanela, del cual se desconoce el manejo y destino de las aguas negras generadas, mismas que si no se tratan de manera adecuada terminarán afectando a los pobladores de estas comunidades por estar aguas abajo.

Por otra parte, al abordar el tema de las aportaciones sociales, los entrevistados propusieron la participación en faenas de

limpiezas, reforestaciones, mantenimiento a manantiales y río; esto en rescate de lo que se hacía anteriormente. También expresaron la necesidad y la voluntad de asistir a capacitaciones para conocer mejor el enfoque de cuenca, de lo cual hicieron mención especial al agua. Igualmente se hizo énfasis en la participación del ejido, al cual le reconocen estar mejor organizados. Así mismo consideraron que las mujeres tienen experiencia en trabajo comunitario y la necesidad de integrar a los jóvenes, pues éstos deben tomar responsabilidades sobre el bienestar de la comunidad.

Ciertamente los entrevistados se refirieron a la participación social como lo más complicado. Esto representa un gran reto, aun cuando existe el antecedente de hace algunos años, donde de manera tradicional se participaba en faenas comunitarias buscando mejorar las condiciones de la población a través del mejoramiento de caminos, acondicionamiento de espacios comunes y limpiezas de manantiales, entre otros. En estas comunidades se hizo mención sobre la participación social condicionada a cambio de recibir apoyos para, de esta forma, los pobladores versen obligados a realizar las faenas como sucedía con los programas de empleo temporal y PROSPERA. Por este motivo, recomendaron combinar las capacitaciones y trabajos bajo un enfoque de gestión integrada de cuencas con apoyos económicos o proyectos alternativos como el turismo y la apicultura y, de esta manera, mantenerse motivados.

Por último, cuando se habló de las posibles causas que no permitirían realizar la colaboración de la comunidad con las entidades, nuevamente se hizo hincapié en la necesidad de un motivante para los habitantes y se hizo referencia de algún apoyo de gobierno que al mismo tiempo obligue a participar. Otro factor mencionado fue la falta de organización de la comunidad.

Taller participativo con actores sociales (subdelegados comunitarios)

En el taller de sensibilización y detección de problemáticas (con sus respectivas propuestas de soluciones) realizado con autoridades locales de la zona media de la microcuenca Pinal-Jalpan, participaron ocho habitantes de la microcuenca como representantes de sus localidades. De las comunidades pertenecientes al municipio de Pinal de Amoles colaboraron autoridades de Escanelilla, Mabí (ejido Mohonera), Ahuacatlán de Guadalupe, Adjuntas de Ahuacatlán, Huajáles y Puerto Colorado (Ejido Ahuacatlán). Por parte del municipio de Jalpan de Serra asistieron de la localidad de Moctezumas, Mohonera de Gudiño y Rincón de Pitzquintla. Es relevante señalar que, de las diez comunidades reconocidas como subdelegaciones por ambos municipios, participaron ocho de éstas, por lo cual se contó con una representación del 80 % de las localidades de la zona media de la microcuenca Pinal-Jalpan. En dicho taller se obtuvieron los siguientes resultados (de acuerdo con las seis funciones clave de la microcuenca):

1) Función de regulación hidrológica.

Respecto a esta función, cinco participantes comentaron que la situación actual respecto a la disponibilidad y accesibilidad al agua está peor que antes (hicieron memoria de hace 15 años). Tres identificaron la regulación hidrológica en situación de grave. En la reflexión cinco expresaron que esta situación es por falta de lluvia, dos se refirieron a los manantiales secos, uno más a manantiales que dan menos agua.

2) Función de regulación de la química del agua.

Cuatro de los participantes mencionaron que sigue estando en las mismas condiciones, mientras que tres comentan que ha empeorado y uno lo aprecia como una situación grave; éste último es habitante de la comunidad de Huajáles, la cual está ubicada sobre el río y a un kilómetro y medio de la planta tratadora de aguas residuales de la comunidad de Ahuacatlán de Guadalupe, por lo que es parte de su reflexión de las causas. En ese sentido, un

participante acreditó a los químicos aplicados en sembradíos de maíz y la existencia de fosas sépticas como causantes de la degradación química del río. Otros dos, por parte de las comunidades Escanelilla y Ahuacatlán de Guadalupe, señalaron la basura y los químicos arrojados al río. En contraste, cuatro manifestaron que usan y cuidan el agua de manantial, el cual en su consideración sigue en las mismas condiciones: “su apariencia es transparente”.

3) Función de regulación de sedimentos.

Dos participantes identificaron que se ha mantenido en las mismas condiciones y, por el contrario, seis manifestaron que está peor; sin embargo, ninguno de ellos expresó estar en situación grave. Respecto a la reflexión sobre las causas de esta situación, los que señalaron que la regulación de sedimentos está peor que antes hicieron referencia al cambio de uso de suelo de forestal a agrícola o pecuario; también añadieron que en la comunidad se han dejado de hacer cercas para retener el suelo y, por lo tanto, ya no hay algo que detenga la tierra.

4) Función de conectividad hidrológica.

En este sentido los representantes de las comunidades de Escanelilla, Ahuacatlán y Huajáles consideraron que la conectividad se ha visto gravemente afectada; esto tanto por los habitantes de estas comunidades como por los habitantes de comunidades cuenca arriba (quienes de manera artesanal hacen retranques). Otra situación que se mencionó fue la extracción del agua para uso ganadero y agrícola, por lo cual hicieron hincapié en la importancia de contar con un reglamento que regule la ribera del río. Por su parte, las otras cinco comunidades relacionaron la conectividad con la escasez de agua en los manantiales en cierta época del año.

5) Función de provisión de hábitat.

Las ocho comunidades manifestaron que la provisión de hábitat actualmente está peor. Argumentaron que las especies de aves han

disminuido al igual que la cantidad de conejos, armadillos y venados (aunque en este caso se comentó que han visto mayor presencia de venados en los últimos años).

6) Función de regulación de temperatura.

Tres participantes percibieron que la temperatura se ha elevado en los últimos años, por lo cual consideraron que ahora está en peor condición la regulación de temperatura. Los otros cinco participantes señalaron la situación como grave. Las causas principales que se mencionaron fueron la contaminación que generan las grandes industrias y la deforestación, la cual hace que se perciba el calor más fuerte.

Al final de este análisis se citó por parte de algunos participantes que todos los problemas estaban relacionados entre sí, para lo cual hicieron notar la existencia de la integralidad de los recursos de la cuenca, la interdependencia y la necesidad de generar la gestión de manera integral. Posteriormente, con base al análisis de la situación de las funciones claves de la cuenca, se plantearon los problemas como se muestra a continuación:

- La cantidad de agua disponible no es suficiente.
- Se desconoce si el agua que fluye y se almacena en la parte media de la microcuenca cuenta con la calidad idónea.
- Existe pérdida de suelo y con ello pérdida de vegetación, esto derivado de las actividades agrícolas y ganaderas que no cuentan con un manejo adecuado.
- Ha disminuido considerablemente el caudal de agua del río Escanela, esto como consecuencia de su extracción, su desvío y la construcción de represas artificiales.
- No se ven las mismas especies de fauna y diversidad de flora que en el pasado; asimismo, las cantidades de animales han disminuido.
- Se han intensificado los calores y alargado los periodos de sequía, por lo cual ya no llueve como antes.

Posteriormente, mediante la matriz de doble entrada se realizó la priorización de problemas. Para esto, la opinión de los participantes fue dirigida hacia la importancia de todos los aspectos; sin embargo, para la población fue más importante la atención de manera prioritaria a la cantidad y acceso al agua, lo cual a su parecer ayudaría a generar interés por participar en actividades que colaboren a mejorar esta función. Asimismo, se comentó que al realizar labores a favor de una de las funciones esto ayudaría a mejorar las otras debido a la relación tan estrecha que observan entre ellas. En segundo lugar de priorización los participantes colocaron a la regulación de temperatura. En tercer lugar señalaron la provisión de hábitat. Como cuarto lugar mencionaron la regulación química del agua o la calidad del agua. En quinto lugar priorizaron la regulación de suelo y, finalmente, la conectividad. Todo lo anterior se puede observar a continuación en la Tabla 3.

Tabla 3. Matriz de doble entrada para la priorización de problemas

| | Cantidad y acceso al agua | Calidad de Agua | Regulación de suelo | Hábitat de flora y fauna | Regulación de temperatura | Conectividad hidrológica | Total | Orden |
|---------------------------|---------------------------|-----------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-------|-------|
| Cantidad y acceso al agua | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1er |
| Calidad de Agua | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 4to |
| Regulación de suelo | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 5to |
| Hábitat de flora y fauna | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 3er |
| Regulación de temperatura | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 2do |
| Conectividad hidrológica | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 6to |

Fuente: Elaboración propia.

Discusión y conclusiones

En la zona media de la microcuenca Pinal-Jalpan existe un desconocimiento general sobre el enfoque de gestión integrada de cuencas; sin embargo, los pobladores identificaron que el mal manejo de las aguas residuales en comunidades aguas arriba afecta a los habitantes de las comunidades aguas abajo. Esto deja de manifiesto que se entiende la interrelación que existe dentro de una cuenca.

Por otra parte, el cambio climático es un factor que genera preocupación, pues los habitantes lo han notado a lo largo de su vida y en sus actividades de campo, las cuales se han visto severamente afectadas. También son sensibles a sus malas prácticas como habitantes, pero al mismo tiempo se cree que las grandes empresas son las causantes principales del daño a la microcuenca y que las acciones comunitarias poco pueden hacer para cambiar esta situación.

Un factor que apreciaron los pobladores como parte de su responsabilidad es el trabajo en la organización comunitaria. La falta de ésta y el poco o nulo interés de participar en actividades que beneficien aspectos comunes es visto como el origen de varios problemas, entre ellos la afectación que se le ha hecho a los recursos naturales. Incluso, la falta de organización comunitaria se considera una causa de las dificultades del acceso al agua para el uso humano en las comunidades donde no se cuenta con comité de agua.

En este sentido, se consideró necesario realizar trabajos que orienten a la organización comunitaria de manera formal, los cuales se fortalezcan con reglamentos elaborados por los mismos habitantes, esto para consolidar el trabajo de los comités de agua. También se señaló la asistencia institucional como indispensable en la promoción del cuidado y monitoreo del río junto a la participación social.

Finalmente, para el total de los participantes la función de mayor prioridad, esto es, la regulación hidrológica (interpretada como la cantidad y el acceso al agua) deja de manifiesto que aun estando las comunidades en una zona donde se almacena el agua, se viven carencias de la misma. Al respecto uno de los participantes en el presente trabajo expresó: “somos una fábrica de agua con sed”.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte de los resultados del PRONAI 318956 “Ecohidrología de la sustentabilidad y gobernanza del agua y cuencas para el bien común” del PRONACES-AGUA del CONACYT.

Referencias

- Bassi, L. (2007). Guía metodológica para el manejo participativo de microcuencas. Guatemala: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-Unidad Especial de Ejecución de Desarrollo Integral en Cuencas Hidrográficas (UEEDICH).
- Donzier, J. F., Walshe, M., Brühl, H., Cordeiro, O. D. M., & Estrela, T. (2009). *Manual para la gestión integrada de recursos hídricos en cuencas*. Francia: Global Water Partnership. International Network of Basin Organizatinons.
- Geifus, F. (2002). *80 herramientas para el desarrollo participativo*. 8º Edición: San José de Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2017). *Guía Metodológica Para La Formulación de Los Planes de Manejo Ambiental de Microcuencas*. [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd_nsf/F8F2E9D4DD18AF4D05257BA3005F6F42/\\$FILE/Guia_elaboracion_planes_microcuencas_UICN.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd_nsf/F8F2E9D4DD18AF4D05257BA3005F6F42/$FILE/Guia_elaboracion_planes_microcuencas_UICN.pdf)
- World Visión (2004). Manual de manejo de cuencas. https://www.uv.mx/oabcc/files/2018/11/MANUAL-DE-MANEJO-DE-CUENCAS_COMPLETO.pdf.
- UICN. (2009). Guía de Elaboración de los planes de manejo de las microcuencas. https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd

[.nsf/F8F2E9D4DD18AF4D05257BA3005F6F42/\\$FILE/Guia_elaboracion_planes_microcuencas_UICN.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd_nsf/F8F2E9D4DD18AF4D05257BA3005F6F42/$FILE/Guia_elaboracion_planes_microcuencas_UICN.pdf)

- Valdés-Carrera, A. C. & Hernández-Guerrero, J. A., (2018). Zonas funcionales y unidades de paisaje físico-geográfico en la microcuenca Potrero de la Palmita, Nayarit, México. *Revista Geográfica de América Central*, 1 (60). DOI: <https://doi.org/dx.doi.org/10.15359/rgac.60-1.7>

Redes y comunidades epistémicas en el monitoreo de reservas de agua

Alex Ricardo Caldera Sosa & Daniel Tagle-Zamora
Universidad de Guanajuato

Correspondencia: arcaldera@ugto.mx, datagle@ugto.mx

Resumen

El objetivo del presente artículo es describir el potencial cambio del modelo de toma de decisiones en el sector agua en México, a partir una experiencia de colaboración entre comunidad científica, sociedad y gobierno. Mediante una metodología cualitativa y uso de categorías del análisis politológico centrado en el proceso de elaboración de políticas públicas (como lo son el de redes de política y comunidades epistémicas). Se caracteriza el modelo imperante en el sector agua y los elementos que pueden ayudar a configurar un modelo de toma de decisiones alternativo más participativo, social y ecológicamente más sustentable y equitativo. Para lo anterior se utiliza el caso del proyecto "Ecohidrología para la sustentabilidad y gobernanza del agua y cuencas para el bien común" que la Red de Monitoreo de Reservas de Agua (RedMora) está desarrollando con apoyo de los Programas Nacionales Estratégicos de Conacyt, en particular el centrado en el tema del agua (PRONACES-Agua), con una vigencia entre 2022 y 2024. A partir de un mesoanálisis centrado en el "modelo de decisión y colaboración entre actores involucrados", así como la orientación que proponen los PRONACES se concluye que es posible el cambio en dicho modelo hacia uno que sea más participativo, que incluya visiones múltiples desde el punto de vista científico y de diálogo, co-decisión y colaboración entre los principales actores involucrados.

Palabras clave: comunidades epistémicas, proceso de elaboración de políticas públicas, monitoreo en cuencas, gestión del agua

Abstract

The objective of this article is to describe the potential change in the decision-making model in the water sector in Mexico, based on a collaborative experience between the scientific community, society, and government. We worked through a qualitative methodology and the use of political analysis categories focused on the process of elaboration of public policies, such as that of political networks and epistemic communities. The prevailing model in the water sector is characterized, and the elements that can help to configure an alternative decision-making model more participatory, socially, and ecologically sustainable and equitable. For the above, the case of the project "Ecohydrology for the sustainability and governance of water and basins for the common good" is used. The Water Reserve Monitoring Network (RedMora) developed the project with the support of Conacyt's National Strategic Programs. In particular, the one focused on the issue of water (PRONACES-Agua) with validity between 2022 and 2024. The exploration is based on a meso-analysis focused on the "decision and collaboration model between involved actors", as well as the orientation proposed by PRONACES. It is concluded that it is possible to change said the model towards one that is more participatory, includes multiple visions from the scientific point of view with dialogue, co-decision and collaboration between the main stakeholders.

Keywords: epistemic communities, process of elaboration of public policies, monitoring in basins, water management.

Introducción

Para los estudios concentrados en el proceso de elaboración de políticas públicas (*decision making policy process*), las comunidades científicas son relevantes como actores orientadores y proveedores de evidencia en el proceso de elaboración de soluciones que implementan los gobiernos para tratar de resolver problemas públicos complejos (Parsons, 2007, p. 277). En la literatura se les suele asociar como “comunidades epistémicas”.

En la literatura anglosajona de los estudios de políticas (*Policy Studies*) la atención en las llamadas redes y comunidades de políticas la producción es extensa. No obstante, en América Latina y México la literatura aún es emergente y limitada (Zarembeg y Martínez, 2020). La idea de redes se refiere a un concepto de nivel meso que trata de explicar el comportamiento de actores involucrados y sus relaciones dentro de una sección específica del Estado o tema de políticas particular (Smith, 1993 en Parsons, 2007, p. 278). Por su parte, el concepto de comunidades epistémicas se le asigna al subconjunto de actores de esas redes que aportan orientación a los tomadores de decisión sobre ideas que modelan tanto el entendimiento de los problemas públicos (causas y dimensiones múltiples), como el planteamiento de respuestas para atenderlos (las propias políticas públicas). Se trata de poner atención en las ideas y los valores que los expertos promueven en un sector de políticas, así como los mecanismos para validarlos y consolidar su incidencia (Haas, 1992) Lo importante es reconocer que dichas comunidades no están dadas, se conforman en un proceso de deliberación continua que permite construir visiones compartidas sobre problemas y soluciones (Gómez-Lee, 2019).

Para el caso de América Latina y en particular México, una revisión de la literatura ubica una aplicación en temas del agua y medio ambiente en el trabajo de Caldera-Ortega (2014), quien hace un abordaje de las redes de política en dos casos de gestión del agua subterránea en dos casos del centro de México. Por otro lado, Zamora Saenz

(2018) caracteriza las comunidades epistémicas en el manejo y recuperación de ríos urbanos en el centro del mismo país. En el caso de otros países, destaca el trabajo de Vilas (2015) sobre Perú, donde se ha analizado el proceso de diseño del modelo la gestión integrada de cuencas. Asimismo, es relevante mencionar el trabajo de Gómez-Lee (2019), quien utiliza esta perspectiva para analizar la formulación de la agenda 2030 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el orden internacional. El artículo más reciente es el de Albuja-Echeverría, y Albornoz (2020) quienes se centran en el caso de la trayectoria del cambio en la política pública de agua y saneamiento en el Ecuador.

A partir de esta revisión de la literatura de las Ciencias Sociales, se identifica que en el subsistema de política pública de la gestión del agua ha dominado, por lo menos desde la década de los treinta del siglo pasado, una comunidad epistémica colonizada por la visión técnica centrada en infraestructura hidráulica. Esta postura ha abonado a una política centrada en expandir la oferta de agua para todos los usos. Además, más recientemente y tras la creación de la Comisión Nacional del Agua (Conagua) en 1989 se sumó una visión economicista basada en un paradigma mercantil-ambiental sobre los mecanismos de políticas que han incentivado la comercialización de los derechos de agua, la participación activa del sector privado en la provisión de recursos y construcción de obra, así como en acento en los resultados de eficiencia, donde los mecanismos de precios son los principales reguladores del intercambio del “recurso agua” (Aboites, 2009).

El Programa Nacional Estratégico de Agua del Conacyt (PRONACES-Agua), a través de la política científica del Gobierno de México, trata de enfrentar la grave crisis del agua que vive el país con una orientación alternativa de los paradigmas centrados en la técnica (donde la ingeniería es dominante), la infraestructura hidráulica y la mercantilización del recurso hídrico descritos anteriormente. Esto con la intención de ofrecer soluciones basadas en enfoques multidisciplinarios

que fomenten el diálogo de saberes (entre científicos y comunidades identificadas como sujetos sociales) que abonen a entendimientos de los problemas del agua que compartan una visión plural y enriquecida por la diversidad y deriven en soluciones que ubiquen su atención en resultados de sustentabilidad medioambiental, equidad y justicia social (Conacyt, 2020).

Enseguida, se caracteriza el caso del proyecto propuesto por la RedMora, y apoyado por los PRONACES-Agua, como parte de una red de políticas más amplia, con el potencial de consolidar una comunidad epistémica sólida en el tema del monitoreo de caudales de agua desde la perspectiva ecológica y sociohidrológica.

Métodos

Categorías de la ciencia política para análisis del proceso de elaboración de políticas públicas

La metodología utilizada en el presente artículo es de tipo cualitativa, de carácter descriptivo. Con ella, se busca categorizar la participación de la RedMora a través del PRONACES-Agua como representante de una comunidad epistémica que busca transformar el estilo de elaboración de políticas en el sector agua de México.

Para ello, se proponen ciertas categorías analíticas provenientes del análisis politológico en torno al proceso de formulación de políticas, tales como: redes, comunidades, corrientes o coaliciones promotoras (véase Del Castillo y Dussauge, 2020).

Estas categorías son propias del funcionamiento de subsistema de políticas —entendidos como los campos sectoriales o temáticos anidados en sistemas políticos más generales (Aguilar-Villanueva, 1993)— en el que participan actores de diferente naturaleza (*stakeholders*) que tratan de empujar agendas y soluciones a los problemas públicos desde sus muy particular sistema de creencias, intereses y capacidades de incidencia, ya sea en función de la configuración de relaciones de poder e institucionalización de una red de políticas públicas.

Las categorías de redes y comunidades de políticas se presentan como contraposición a interacciones o modelos de toma de decisiones únicamente gestados de forma intraorganizacional o de forma centralizada desde agencias gubernamentales específicas encargadas de un sector de políticas públicas (Parsons, 2007, p. 214).

En específico, el término de comunidades epistémicas hace referencia al conjunto de actores más homogéneo, unidos por un tejido cerrado entre actores que comparten valores y actitudes fundamentales hacia ciertos temas y políticas. Una comunidad de políticas por excelencia, por ejemplo, puede ser un grupo de profesionales en cierta área científica, técnica o con interés en aportar ciertas temáticas o problemáticas particulares. Estas comunidades de profesionales generalmente tratan de fungir como intermediarios entre tomadores de decisiones y la comunidad societal. Su aporte pretende ser un insumo esencial para el proceso de formulación de políticas públicas, como lo es la información o, incluso, mediante el apoyo a interpretar o facilitar el involucramiento del público en la implementación de políticas.

Es claro que los participantes de estas comunidades epistémicas no son neutrales al proceso. Existe la conciencia de que proponen soluciones que consideran adecuadas a partir de información (datos como evidencias), principios y referencias científico-técnicas, pero también marcos interpretativos o axiológicos que reflejan sus creencias, valores y preferencias en torno a los problemas públicos, sus causas y consecuencias, así mismo proponen soluciones (cursos de acción como estrategias), es decir, políticas públicas (Lindblom, 1992).

La interacción entre los actores se da por la necesidad o demanda de información, así como por la colaboración entre funcionarios públicos, la comunidad de profesionales y la sociedad más general o la comunidad interesada, afectada o beneficiada. El proceso político es mejor entendido si lo ubicamos como un *continuum* de una discusión abierta, incluso a veces conflictiva, en

torno a cómo entender la naturaleza de los problemas, así como las mejores estrategias para hacerles frente (Castro, 2005).

Resultados

El proceso de toma de decisiones dominante en el sector agua en México

En particular en la gestión del agua en México, hasta ahora es claro que hay un dominio de una comunidad técnico-ingenieril a la que recientemente se ha sumado una perspectiva economicista, que favorecen soluciones centradas en la expansión de la oferta y la mercantilización del recurso (Castro, 2005; Aboites, 2009).

La comunidad de profesionales y académica más cercana a la toma de decisiones desde 1989 con la creación de la Conagua y hasta muy recientemente ayudó a configurar una política que se sustenta en las siguientes ideas como principios (Caldera-Ortega, 2017):

- Un núcleo de la política basado en una visión del agua como bien económico, donde el mercado es el mecanismo más eficiente para su asignación.
- La centralización en la toma de decisiones será acotada, tutelada por la autoridad federal.
- La gestión por cuencas es el mecanismo adecuado para que los usuarios (usos competitivos entre sí) intercambien concesiones y puedan impactar en la sustentabilidad de la cuenca mediante mecanismo de precios.
- La participación del sector privado en el financiamiento y operación, no sólo como complemento al sector público, sino sustituto.
- La orientación de la política hídrica preferida es aquella que busca el incremento de la oferta —sobre todo en aquellas zonas donde no es posible frenar el dinamismo económico, aunque sea en escenarios de escasez—, antes que soluciones orientadas a ajustar la demanda a los recursos naturales disponibles.

- La determinación de disponibilidad del agua es calculada por la autoridad, con información técnica y no suele incluir otros criterios.
- El uso ecológico no es considerado en la disponibilidad del agua por cada cuenca.
- La participación social es acotada sólo a aquellos usuarios con concesión asignada de agua, en espacios reducidos de incidencia en la política pública.

La RedMora como comunidad epistémica que busca construir redes más amplias entorno al monitoreo de reservas en cuencas.

A mediados de 2018, el Poder Ejecutivo de México emitió diez decretos de reserva de agua en aquellas unidades de gestión clasificadas con disponibilidad de las cuencas de los ríos Grijalva-Usumacinta, Papaloapan, Pánuco, Costa Chica de Guerrero y Costa Grande, San Fernando Soto la Marina, Santiago, Actopan-Antigua, Costa de Jalisco y Ameca. Estos decretos se suman a otros previos en los ríos San Pedro Mezquital (2014), Fuerte (2016) y Coatzacoalcos (2018), con lo que en total se cubren cerca de 300 subcuencas de las 756 que abarca 20 estados de la república, lo que busca la protección del 55 % del volumen de agua superficial en todo el país (WWF, 2018).



Figura 2. Mapa de las reservas de agua decretadas con disponibilidad en México. Fuente: WWF (2018).

Los decretos buscan, en principio, la conservación de caudales para el equilibrio ecológico y el

aseguramiento del derecho humano al agua de las poblaciones residentes en estas cuencas. Sin embargo, presentan el reto de contar con información adecuada para la determinación de los montos de caudal a ser reservados del conjunto de usos ya concesionados, a fin de asegurar el bien común, con justicia social a partir de procesos participativos tanto en la escala regional (la región hidrológica decretada con disponibilidad), como local-comunitario (a nivel de subcuenca y microcuenca).

La estructuración del problema público que se presenta ante sí incluye (RedMora, 2021):

- Información insuficiente para el manejo de cuencas y agua
- Uso limitado de información estratégica por parte de los tomadores de decisiones en todos los órdenes político-administrativos, así como a nivel de cuenca, subcuenca o microcuenca
- Falta de participación social informada local-regional y acorde al marco socioambiental de cada cuenca
- Heterogeneidad de problemáticas asociadas a la disposición, demanda y usos de agua tanto en la dimensión espacial, como de temporalidad
- Relevancia en el contexto de uso inadecuado, sobreexplotación que provocan desigualdad social e injusticias hídricas al interior de las cuencas

En esta coyuntura es que se conforma la Red para el Monitoreo de Reservas de Agua en México (RedMora) el 25 de noviembre de 2018, con el objetivo de diseñar y operar a partir de algunas de estas cuencas decretadas con disponibilidad, un sistema de planeación, investigación, monitoreo y evaluación socioambiental para su implementación y manejo resiliente climáticamente (RedMora, 2020)¹.

La RedMora nace en el seno de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) desde donde se integra a más de 65 investigadores de diferentes áreas científicas y profesionales desde la biología, la hidrología, la ecología, hasta las humanidades y las ciencias sociales. Desde ese momento, la alianza estratégica ha incluido el apoyo y colaboración de la Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés) y la Fundación Gonzalo Río Arronte (FGRA), así como el establecimiento de puentes de comunicación y coordinación con la Conagua, y de la Comisión Nacional de Áreas Protegidas (Conanp) del gobierno de México.

Los fines de la RedMora incluyen: 1) la promoción de la visión del manejo integrado de cuencas con enfoque social (abordaje desde la ecohidrología y la socioecología); 2) la colaboración con soporte científico-técnico para la toma de decisiones en el seno de las cuencas, sub y microcuencas (incidencia de políticas públicas); 3) el trabajo intesectorial, interdisciplinario y multiactor de forma colaborativa e interdependientes (formación de redes); 4) la contribución al monitoreo socioecosistémico de caudales y demandas de uso del recurso hídrico (diseño de un Sistema Nacional de Evaluación de Reservas de Agua); 5) la integración y difusión del conocimiento sociohidrológico (para el fortalecimiento de sujetos sociales, ya sea comunitarios, así como a organizaciones de la sociedad) y 6) la promoción de la participación social informada en esquemas no sólo de incidencia en la toma de decisiones y en el propio monitoreo, sino en el de integración de saberes sociales (ciencia ciudadana ecohidrológica).

La estructura de la RedMora, a parte de los grupos de trabajo por cada una de las cuencas en las que se tiene presencia, se cuenta con grupos transversales de (a) Incidencia en Políticas Públicas e Integración Gobierno-Academia-Sociedad; (b) Ingeniería de datos y su

¹ Originalmente se comenzó a trabajar en seis de las cuencas: San Pedro Mezquital, Costas de Jalisco, Pánuco, Grijalva-

Usumacinta, Papaloapan, así como San Fernando Soto la Marina (RedMora, 2020, p. 2).

transferencia; (c) Grupo del sistema de evaluación y monitoreo; (d) Alternativas para determinar disponibilidad del agua; (f) De formación de capacidades y recursos humanos; y (g) De difusión y ciencia ciudadana.

La gobernanza de la red incluye un grupo coordinador que integra a los responsables por parte de la RedMora de cada una de las reservas incluidas, así como un grupo ampliado en el que participa la propia WWF, la Conagua, la Conanp y la ANUIES.

Desde esta plataforma es que se diseña y se propone ante el Conacyt del Gobierno de México, el proyecto “Ecohidrología para la sustentabilidad y gobernanza del agua y cuencas para el bien común” para ser apoyado por los PRONACES-Agua para el periodo 2022-2024. Se consideró que el proyecto era propicio para ser apoyado, pues se ajusta de manera natural a los propósitos de los PRONACES, entre los que está la incidencia social para genera procesos colaborativos en el abordaje de la propias problemáticas que le dan origen tratando de buscar soluciones no tradicionales, colaborativas entre gobierno, grupos de investigación y las comunidades locales o grupos de la sociedad que se conceptualizan como nuevos sujetos sociales para la transformación del país (García Barrios, 2021).

Los resultados concretos que pretende lograr este proyecto de incidencia e investigación en los tres años de su vigencia se presentan enseguida de forma sintética (RedMora, 2021):

1. Proponer nuevos métodos para el monitoreo de disponibilidad del agua y las formas de su uso, incorporándolos con caudal ecológico en la NOM011
2. Proponer sistema de trabajo colaborativo entre comunidad científica, funcionarios gubernamentales y comunidades de usuarios (en la escala regional y local) en la implementación de los nuevos sistemas de monitoreo

3. Colaborar en el diseño e implementación del Sistema Nacional de Monitoreo de Reservas de Agua
4. Contribuir en la formación de nuevos profesionales, funcionarios y sujetos sociales en el buen manejo del agua

La intervención tiene un doble objetivo, tanto de investigación, como de incidencia. Se trata de:

[Co-crear y fortalecer, los mecanismos de gobernanza y evaluación del desempeño socioambiental para el manejo adaptativo-climáticamente resiliente de cinco reservas de agua (escala regional) y seis sitios piloto (escala local subcuenca-microcuenca) de las regiones hidrológicas Presidio-San Pedro, Costa de Jalisco, San Fernando-Soto la Marina, Pánuco, Papaloapan y Grijalva-Usumacinta” (RedMora, 2021, p. 4).

La generación de información que se destine al monitoreo y la gestión del agua tiene como base un “sistema de monitoreo participativo”, en los niveles regionales y locales, con potencial de réplica en las demás cuencas del país. Las cuencas piloto son las que se indican en la Figura 3,

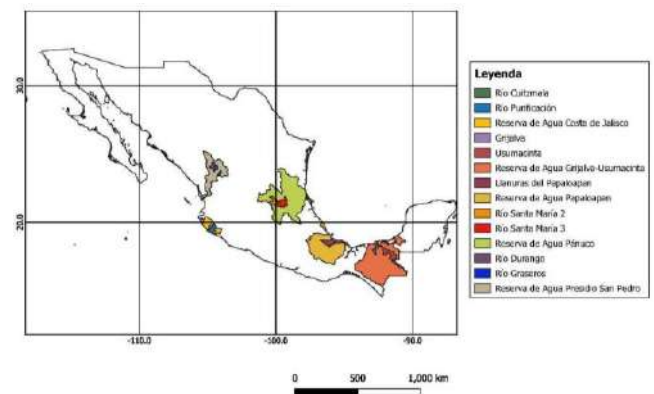


Figura 3. Reservas de agua y cuencas piloto del proyecto Ecohidrología para la sustentabilidad y la gobernanza del agua para el bien común. Fuente: RedMora (2021).

La red de políticas a la que se pretende contribuir en su consolidación incluye, además de la comunidad científica de la RedMora, la WWF y la propia ANUIES (integrada no sólo por los académicos participantes directos de la RedMora, sino a las instituciones de educación superior con

sus capacidades de docencia y extensión), así como las autoridades gubernamentales de la Conagua, la Conanp y la Conabio. Además, se involucra a los actores públicos (dependencias estatales y municipales) y sociales a nivel regional de la propia cuenca, como de cada subcuenca y microcuenca.

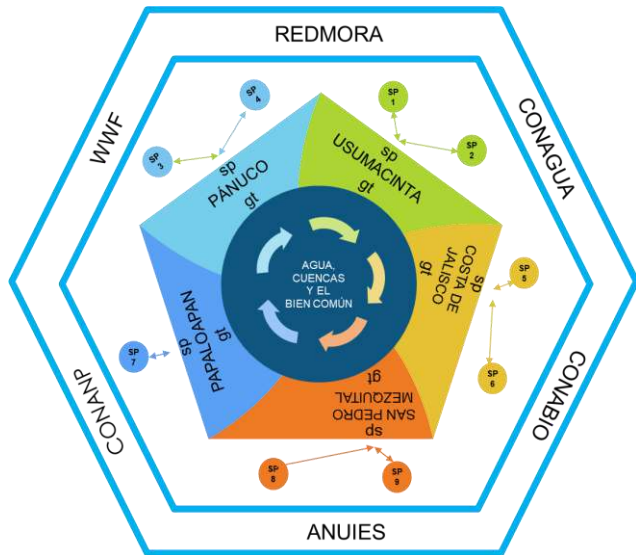


Figura 4. Red de políticas públicas a consolidar en el proyecto Ecohidrología para la sustentabilidad y la gobernanza del agua para el bien común. Fuente: RedMora, 2021.

Discusión y colusiones

La RedMora en la contribución a un estilo de incidencia en políticas públicas colaborativo en el ámbito de la cuenca

Los PRONACES tienen en el centro de su génesis el planteamiento de que el conocimiento generado por las comunidades científicas debe incidir en la transformación del país, a partir del abordaje de los principales problemas nacionales, entre ellos el agua. Para lograrlo, se pretende asegurar la inclusión de saberes y métodos generados por la academia, los propios actores gubernamentales y, especialmente, de la sociedad, convertidos estos últimos en sujetos sociales, principalmente conformados por comunidades locales, indígenas, o grupos sociatales de diversa índole. La idea es encontrar soluciones adaptativas, innovadoras y efectivas para la búsqueda de la justicia social, el equilibrio medioambiental y el bien común en general. Para ello, los proyectos desarrollados con

el cobijo de los PRONACES, desarrollan y difunden “nuevos conocimientos e instrumentos teóricos, metodológicos, técnicos, institucionales y organizacionales; que den mayor dimensión a los sujetos sociales con capacidades para la transformación y propicien nuevos campos jurídicos, normativos y culturales” (García Barrios, 2021).

En esencia, se trata de dar forma a estilos de incidencia de políticas públicas colaborativos entre funcionarios abiertos a dialogar, cooperar y cogestionar con sectores de la sociedad. Estos sectores cuentan con información y participan amplia en la construcción de métodos de incidencia en las políticas públicas. Asimismo, se busca que estén acompañados por una comunidad científica que sirve de facilitadora de los procesos de aprendizaje, generación de conocimientos novedosos y su configuración en instrumentos, procedimientos e, incluso, políticas, que permitan alcanzar los objetivos sociales y medioambientales.

La comunidad empistémica que configura la RedMora, es una plataforma desde la cual pueden desarrollarse en buenos términos proyectos como que se describe en este texto, que fortalece capacidades sociales y trata de construir instrumentos de políticas públicas, como en este caso de monitoreo de caudales hidrológicos, que contribuya a un manejo integrado y adaptativo tanto del agua, como de los procesos integrados al ciclo hidrosocial.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte de los resultados del PRONACII 318956 “Ecohidrología de la sustentabilidad y gobernanza del agua y cuencas para el bien común” del PRONACES-AGUA del CONACYT.

Referencias

Aboites, L. (2009). *La decadencia del agua de la nación. Estudio sobre la desigualdad social y cambio político en México, segunda mitad del siglo XX*. Ciudad de México: El Colegio de México.

Aguilar-Villanueva, L. F. (1993). Estudio Introductorio. En L. F.

- Aguilar Villanueva (Ed.), *Problemas públicos y agenda de gobierno*. México: Miguel Ángel Porrúa.
- Albuja-Echeverría, W. S. y Albornoz, M. B. (2020). Autoridad política y cambio de política pública: un análisis desde el enfoque de redes de política. *Revista Española de Ciencia Política*, 52, pp. 147-175. DOI: <https://doi.org/10.21308/recp.52.06>
- Caldera-Ortega, A. R. (2017). Cambio y confrontación de proyectos políticos en la gestión del agua en México. En Pacheco-Vega, R. (coord.). *El agua en México. Actores, sectores y paradigmas para una transformación social-ecológica*. México: Friedrich Ebert Stiftung.
- Caldera-Ortega, A. R. (2014). Redes de política y diseño de estrategias para superar la crisis del agua. Los casos de los acuíferos del Valle de León, Guanajuato, y del Valle de Aguascalientes (México). *Agua y Territorio*, (2), pp. 56-66. DOI: <https://doi.org/10.17561/at.v1i2.1344>
- Castro, J. E. (2005). Agua y gobernabilidad: entre la ideología neoliberal y la memoria histórica. *Cuadernos del Cendes*, 22(59), pp. 1-21.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) (2020). Programas Nacionales Estratégicos: Agua, Página web del Conacyt. URL: <https://conacyt.mx/pronaces/pronaces-agua/>
- Del Catillo, G. y Dussauge, M. (editores) (2020). *Enfoques teóricos de políticas públicas: desarrollos contemporáneos para América Latina*. México: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.
- García Barrios, R. (2021). *¿Qué son los Pronaces?* Web de CONACYT. URL: <https://conacyt.mx/que-son-los-pronaces/>
- Gómez-Lee, M. I. (2019). Agenda 2030 de desarrollo sostenible: comunidad epistémica de los límites planetarios y cambio climático. *Opera*, (24), pp. 69-93.
- Haas, (1992). P. (1992) (coord.) Introduction: Epistemic Communities and International Policy Coordination. *International Organization* 46, (1) 1-35 Knowledge, Power, and International Policy Coordination. Published by: The MIT Press Stable Recuperado de: <http://www.jstor.org/stable/2706951>
- Klijn, E., Koppenjan, J., & Termeer, K. (1995). Managing Networks in the Public Sector: A Theoretical Study of Management Strategies in Policy Networks. *Public Administration*, 73. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9299.1995.tb00837.x>
- Lindblom, C. E. (1992). La Ciencia de "salir del paso". In L. F. Aguilar-Villanueva (Ed.), *La Hechura de las Políticas Públicas, Antología de Políticas Públicas* (Segunda). Miguel Ángel Porrúa.
- Parsons, W. (2007). El meso-análisis: análisis de la definición del problema, el establecimiento de la agenda y la formulación de las políticas públicas. In M. y D. En *Políticas públicas: una introducción a la teoría y la práctica del análisis de políticas públicas*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (México) (Ed.),
- RedMora. (2020). *Agua, ambiente y gente: un futuro co-construible*. Documento Interno.
- RedMora. (2021). *Ecohidrología para la sustentabilidad y gobernanza del agua y cuencas para el bien común*. Proyecto PRONAI-PRONACES Agua, Conacyt.
- Scholz, J. T., & Stiffel, B. (2005). *Adaptive Governance and Water Conflict. New Institutions for Collaborative Planning*. Resources for the Future Press Book.
- WWF. (2018). *Presidente de México decreta reservas de agua para el ambiente en cerca de 300 cuencas*. Página WWF. Recuperado de: <https://wwf.panda.org/es/?328930/Reservas-de-agua-Mx>
- Vilas, G. (2015). Construcciones sobre la gestión integrada de los recursos hídricos en el Perú: Una aproximación desde el estudio de comunidades epistémicas. *Revista Gestão & Políticas Públicas*, 5(1), pp. 33-54. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2237-1095.v5p32-54>
- Zamora Saenz, I. (2018). Comunidades epistémicas en la solución de problemas ambientales. Tendencias en la recuperación de ríos urbanos. *Espiral* (Guadalajara), 25(71), pp. 115-154. DOI: <https://doi.org/10.32870/espiral.v25i71.6106>
- Zaremborg, G. y Martínez, D. (2020). El enfoque de redes de políticas: contextos, aportes y desafíos. En G. Del Catillo y M. Dussauge (editores). *Enfoques teóricos de políticas públicas: desarrollos contemporáneos para América Latina*, México, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.

¿Es sostenible el uso del agua superficial en la subcuenca Santa María 3?

Raúl Francisco Pineda López¹ & Dora Beatriz Palma Hernández¹

¹Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales, Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

Correspondencia: rfpineda@uaq.mx

Resumen

La subcuenca 3 del río Santa María en el norte de Querétaro, forma parte de la reserva de agua de la cuenca del Pánuco y su manejo representa un reto para garantizar su sostenibilidad con una perspectiva hacia el bien común. Este trabajo pretende analizar el uso del agua superficial en la subcuenca como parte de una visión integral que permita contar con información precisa y clara a los tomadores de decisiones. Los análisis se basaron en la base de datos oficial de escala nacional e información generada por nuestro grupo y talleres de trabajo comunitario. Los usos principales del agua son el público urbano y la agricultura. Las 825 concesiones en la subcuenca, los datos de disponibilidad y las asignaciones de la CONAGUA a los gobiernos de Guanajuato y Querétaro implican un panorama futuro de pérdida de sostenibilidad del recurso hídrico. Las fuentes principales del volumen superficial son manantiales y ríos, en adición a los reservorios y la presa Jalpan. La zona funcional de la cuenca con mayor número de concesiones es la zona media, mientras que en la zona baja se concentra el mayor volumen de uso. En los últimos 14 años, las condiciones originales de la reserva de agua han estado cambiando lentamente hacia un proceso de deterioro. Se mantiene el objetivo ambiental sólo para una reserva, pero las amenazas aumentan. Se enfrenta la introducción de especies exóticas invasoras, la presión de uso, la disminución del caudal ecológico y el trasvase potencial hacia zonas urbanas de Guanajuato y Querétaro.

Palabras clave: cuencas, concesiones hídricas, objetivos ambientales

Abstract

The third sub-basin of the Santa María river in northern Querétaro is part of the water reserve of the Panuco basin and its management represents a challenge to guarantee its sustainability for the common good. This work aims to analyze the use of surface water in the sub-basin as part of an integral vision that allows decision-makers to have accurate and clear information. The analyses were based on the official national scale database and information generated by our group and community workshops. The main water uses are urban public and agriculture, the 825 concessions in the sub-basin, the available data and the CONAGUA allocations to the governments of Guanajuato and Querétaro, imply a future scenario of loss of sustainability of the water resource. The main sources of surface volume are springs and rivers, in addition to the reservoirs and the Jalpan dam. The functional zone of the basin with the greatest number of concessions is the middle zone, while the lower zone concentrates the greatest volume of use. In the last 14 years, the original conditions of the water reserve are slowly changing towards a process of deterioration. The maximum environmental objective A for a reserve is maintained, but the threats are increasing: the introduction of invasive exotic species, the pressure of use, the decrease in ecological flow, and the potential transfer to urban areas of Guanajuato and Querétaro.

Key words: watersheds, water concessions, environmental objectives

Introducción

En nuestro país, el agua se ha convertido en un recurso limitado básicamente por la pérdida de una valoración y el creciente desarrollismo basado en el crecimiento económico que han dado como resultado la erosión del ciclo socio natural del agua RedMORA (2022).

En este contexto, la heterogénea distribución natural del agua en nuestro territorio afectada por el cambio climático y la sobreestimación de la disponibilidad por la CONAGUA, están provocando un sobre concesionamiento en las diversas cuencas del país (Masari, y Noyola, 2019). Además, muchas concesiones importantes por su volumen están en muy pocas manos, lo que representa una desigualdad social importante y una ausencia de políticas públicas que busquen una mayor equidad en la distribución hídrica (Gómez y Moctezuma, 2020, Martínez-Austria et al. 2017).

El programa nacional de reservas de agua, establecido por la CONAGUA, se basa en la protección de cuencas sin déficit en su balance hídrico y que tienen objetivos ambientales importantes para nuestro país. Estas reservas se decretaron para proveer agua para el ambiente y para la gente. Una de ellas, se decretó en la cuenca del río Pánuco, donde la propuesta original de reserva incluía el 60 % del caudal medio anual (UAQ, CONAGUA y WWF, 2014), pero que, al someterse al escrutinio del Consejo de Cuenca respectivo, sus integrantes acordaron sólo otorgar (como ya lo tenían considerado) el 30 % del caudal medio anual.

Entre 2018 y 2022 la Red de Monitoreo de Reservas de Agua (ANUIES, 2018) propuso el análisis de cinco cuencas representativas de México con la finalidad de proponer un sistema nacional de evaluación para cuencas con superávit hídrico. Este proyecto propuso el objetivo de investigar en la cuenca del Pánuco los usos y disponibilidad del agua. Para ello, se propuso una doble escala: a nivel regional con toda la cuenca y a nivel local con la subcuenca Santa María 3 (RedMORA, 2022).

La subcuenca está incluida en los límites de las reservas de la Sierra Gorda de los estados de Guanajuato y Querétaro, pero ocupa parte del estado de San Luis Potosí (ver Figura 1). Tiene una superficie de 390,076.8 ha y cuenta con una población de 90,903 habitantes de acuerdo con el censo poblacional de INEGI (2020). El DOF (2020) muestra que la disponibilidad media anual de esta cuenca es de 292.851 hm³. Sin embargo, la mayor parte de este escurrimiento se sucede entre los meses de julio a septiembre, mientras que en la estación de estiaje sus volúmenes son mucho menores.

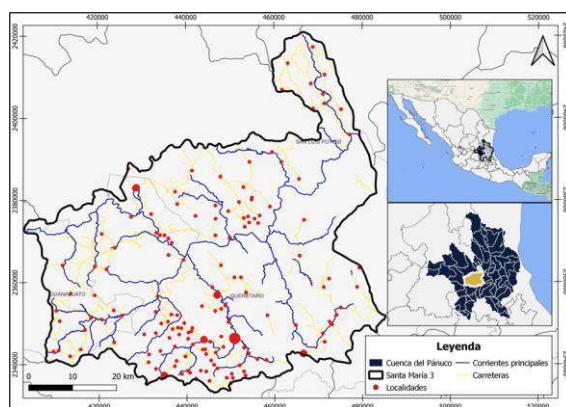


Figura 1. Subcuenca Santa María 3 y su ubicación relativa en la cuenca del Río Pánuco, los círculos rojos corresponden a sus localidades. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI, 2020.

En este trabajo analizamos los usos del agua en la subcuenca Santa María 3 con los objetivos de: 1) analizar la dinámica espacial de las concesiones contenidas en la base de datos del REPDA del 2020; 2) analizar la distribución espacial de las concesiones en las distintas categorías de uso humano y ambiental y 3) comparar los objetivos ambientales establecidos en los estudios base para el decreto de la reserva de agua con respecto a la situación actual de la subcuenca a fin de construir una hipótesis para su extrapolación a la cuenca.

Metodología

El análisis espacial de los usos del agua se hizo a partir de la base de datos 2020 del Registro Público de Derechos del Agua REPDA (REPDA) disponible en la página web de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Las concesiones

de aguas superficiales fueron trasladadas en el programa Q-GIS y se hizo un análisis basado en las zonas funcionales de la subcuenca (Figura 2).

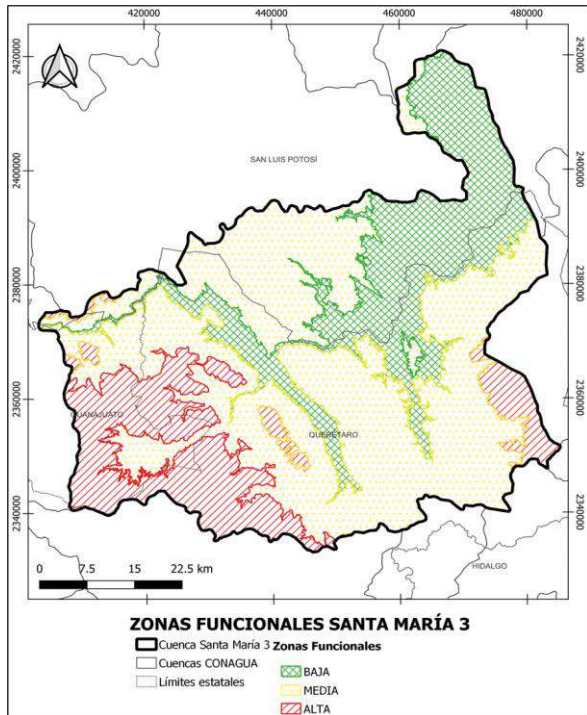


Figura 2. Mapa de las zonas funcionales de la subcuenca Santa María 3. Fuente: elaboración propia.

El análisis de los patrones de uso de las concesiones se llevó a cabo mediante el mismo programa QGIS. Se emplearon las zonas funcionales de la subcuenca y la capa del uso del suelo y vegetación serie VII de INEGI (2021).

Se estableció el uso ambiental mediante el escurrimiento superficial determinado por el análisis hídrico de UAQ, CONAGUA y WWF (2014), los objetivos ambientales revisados por Salinas (2020) y los establecidos por las comunidades y habitantes de la subcuenca en un taller *ad hoc* llevado a cabo los días 29 de junio y 22 de septiembre del 2022.

La comparación de los objetivos ambientales en la subcuenca SM3 se llevó a cabo considerando aquellos contenidos en el Documento de Estudio de Caudal Ecológico (UAQ-CONAGUA-WWF, 2014) y los obtenidos en este estudio, de manera que este análisis será la base para proponer una

hipótesis de trabajo que determine el uso del agua para el ambiente en la subcuenca.

Resultados

El objetivo de análisis de la variación espacial de las concesiones del agua se hizo con base en las zonas funcionales de la cuenca SM3, las cuales son características de una cuenca con una alta variabilidad topográfica (Figura 2).

La zona funcional de cabecera o cuenca alta tiene una extensión de 740 km² y se ubica principalmente en la zona suroeste de la SM3, la zona baja o de emisión de sedimentos se concentra en las zonas de cauces y las vegas del río y sus afluentes con una mayor extensión en la porción noreste de la SM3 con una extensión de 960 km². Finalmente, la zona funcional media o de transición (2,200 km²) está conformada por lomeríos y mesetas ubicadas principalmente en la zona central de la SM3. En estas zonas funcionales, la parte alta de la cuenca cuenta con 123 concesiones de aguas superficiales, la cuenca media con 465 y la cuenca baja con 237 que incluyen ríos y manantiales, así como la presa Jalpan.

Con relación al objetivo de este trabajo relacionado con el uso del agua, se encontró que los análisis de disponibilidad de aguas superficiales realizados en el 2020 con base en la NOM-011, muestran que esta cuenca cuenta con 292.851 hm³ anuales y se considera una cuenca sin déficit hídrico. Sin embargo, el uso del agua, basado en el REPDA del 2020, se muestra en la Figura 3 con 825 concesiones de aguas superficiales concentradas en los alrededores de las principales zonas urbanas o agrícolas.

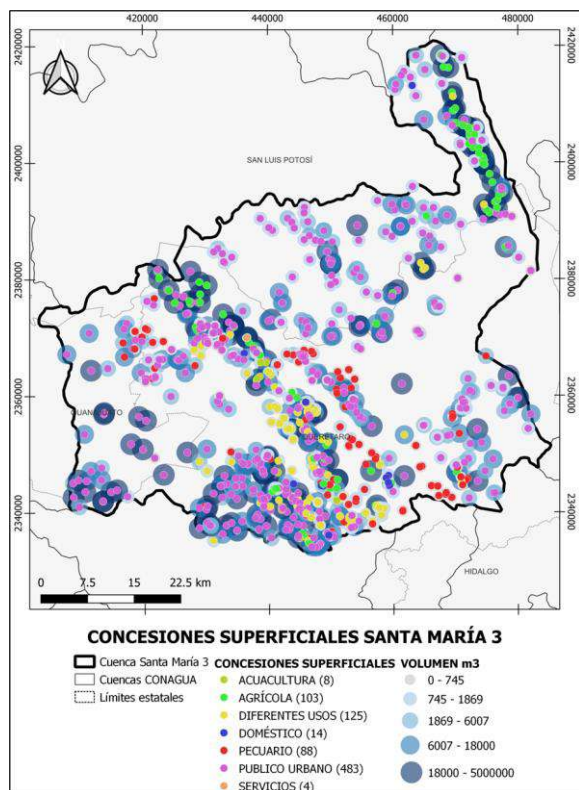


Figura 3. Mapa de ubicación y tamaño relativo de las concesiones otorgadas por la CONAGUA en la subcuenca Santa María 3 de acuerdo con el REPGA, CONAGUA (2020).

La Tabla 1, muestra que los volúmenes concesionados en la SM3 de los usos agrícola y público-urbano son similares y alcanzan los 30 hm³, lo cual implica poco menos del 10 % del volumen considerado para la disponibilidad actual. Por otro lado, el Consejo de Cuenca del Río Pánuco, consideró que el volumen de reserva de estas cuencas debe ser aproximadamente del 30 % del agua disponible, lo que representa casi 100 hm³, ello implica un margen de reserva de poco más de 160 hm³. Sin embargo, el análisis realizado en el estudio técnico justificativo para el establecimiento

de la reserva de agua (UAQ-CONAGUA-WWF, 2014) determinó la necesidad de que el caudal ecológico alcanzara un total de casi el 60 % del escurrimiento medio anual para la conservación de los objetos ambientales prioritarios y el ciclo socio hídrico de la cuenca. Si ello se cumpliera, el uso actual del agua y el caudal ecológico necesario para la conservación del río alcanzarían 205 hm³, lo que deja a la reserva con 87 hm³ para otros usos. Lo anterior quiere decir que apenas se podría atender la demanda presente y futura de los habitantes de la Sierra Gorda.

El posible uso del agua de la SM3 para las ciudades de Guanajuato y Querétaro publicadas en el Diario Oficial de la Federación del 29 de agosto del 2013 y 07 de abril del 2014 incluyen 158 y 138.97 hm³ anuales para ser utilizados entre 2021-2080 para Querétaro y 2020-2070 para Guanajuato, se basaron en el estudio de disponibilidad del año 2012 que suponía un volumen disponible para la esta subcuenca de 409.93 hm³ anuales. Estos números se han vuelto insostenibles a la luz de la publicación de la disponibilidad de agua en la cuenca del 2020 (DOF, 2020) de 292.851 hm³. Si ello se llevara a cabo, implicaría una sobreasignación de agua, aún sin considerar el uso actual y el crecimiento poblacional en la subcuenca.

En este contexto de insostenibilidad del uso proyectado del agua de la subcuenca Santa María 3 hacia las ciudades de Guanajuato y Querétaro, es importante revisar la situación de los volúmenes de uso. En la Tabla 1, se observa que hay un uso heterogéneo por las entidades municipales dentro de la cuenca, pero relacionado con la superficie relativa de cobertura de cada municipio en la cuenca (Rho= 0.95, P<0.005).

Tabla 1. Distribución de los usos del agua en las entidades municipales relativas a las concesiones de aguas superficiales dentro de la subcuenca Santa María 3.

| USO/MUNICIPIO | AGRÍCOLA | PECUARIO | ACUÍCOLA | DIFERENTES | SERVICIOS | PÚBLICO URBANO | DOMÉSTICO |
|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|
| ATARJEJA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.49 | 0 |
| XICHÚ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.083 | 0 |
| A SECO | 2.668 | 0.049 | 0.178 | 0.888 | 0.034 | 1.927 | 0.001 |
| JALPAN | 6.001 | 0.048 | 0.0003 | 1.662 | 0 | 1.439 | 0.006 |
| LAGUNILLAS | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0535 | 0 |
| LANDA | 0.087 | 0.009 | 0 | 0.007 | 0 | 0.229 | 0 |
| PINAL | 0.042 | 0.003 | 0.0005 | 0.112 | 0.003 | 8.63 | 0.002 |
| TAMASOPO | 4.798 | 0 | 0 | 0.29 | 0 | 0.066 | 0.0005 |
| S CATARINA | 0.27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.426 | 0 |
| TOTAL | 13.867 | 0.111 | 0.179 | 2.961 | 0.037 | 13.353 | 0.010 |

Fuente: REPDA, CONAGUA (2020). Las unidades están en hectómetros cúbicos.

Las fuentes de origen de las concesiones de la subcuenca SM3 (Figura 4) tienen tanto una categoría lótica (aguas corrientes) como ríos, arroyos y manantiales; como otra de tipo léntico (aguas estancadas) como almacenamientos artificiales, ciénagas y lagunas. En el primer caso, las fuentes principales en los municipios son los

manantiales, con la excepción del río que surte algunas concesiones del municipio de Tamasopo. En el segundo caso, las principales fuentes las constituyen bordos artificiales que se llenan en la época de lluvias y en el caso del municipio de Jalpan, la presa del mismo nombre.

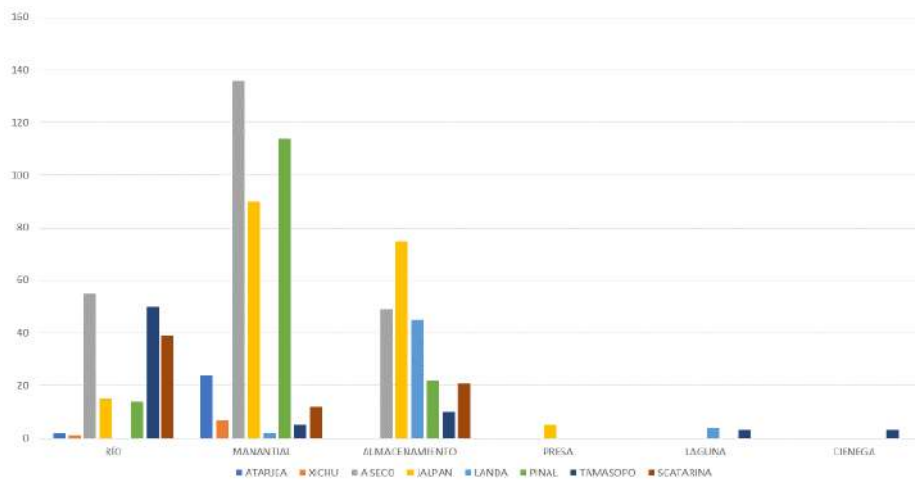


Figura 4. Origen del agua superficial según las concesiones para aguas superficiales. Fuente: Elaboración propia a partir del REPDA, CONAGUA (2020).

El análisis de los patrones de uso del agua con relación a su ubicación en las zonas funcionales de la subcuenca SM3, muestra que en la cuenca media se encuentran el mayor número de concesiones (56.4 %) que implica el 34 % del volumen total de concesionado de 30.5 hm³. Por el contrario, en la

subcuenca baja se incluye el 28.8 % del total de las 825 concesiones que implica el 52.6 % del volumen total de agua concesionada. Los usos agrícolas y el público urbano son los más importantes en estas zonas funcionales (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de los usos del agua en las zonas funcionales considerando el número de concesiones de aguas superficiales/ volumen en hm³ en la subcuenca Santa María 3.

| Uso/Zona Funcional | ACUÍCOLA | AGRÍCOLA | DIFERENTES USOS | DOMÉSTICO | PECUARIO | PÚBLICO URBANO | SERVICIOS | TOTAL |
|--------------------|----------|----------|-----------------|-----------|----------|----------------|-----------|------------------|
| Alta | 0/0 | 2/0.009 | 10/0.15 | 0/0 | 4/0.004 | 105/3.4 | 0/0 | 121/3.41 |
| Media | 3/0.001 | 26/5.64 | 76/0.40 | 10/0.01 | 80/0.10 | 269/4.3 | 2/0.003 | 466/10.50 |
| Baja | 5/0.17 | 75/8.21 | 39/2.54 | 4/0.002 | 4/0.002 | 109/5.6 | 2/0.034 | 238/16.60 |

Fuente: REPGA, CONAGUA (2020.)

Del total de concesiones de aguas superficiales en la subcuenca, el 59 % son de uso público urbano, aunque el mayor volumen es para el uso agrícola (Tabla 2).

principales fuentes de aguas están asociadas a usos del suelo con alta antropización (agrícola, ganadera y deforestada) y que contribuyen de manera importante con el agua para el uso público urbano y el agrícola.

La relación entre los usos del agua (REPGA) con respecto a los usos de suelo y vegetación Serie VII (INEGI, 2018) muestra (Tabla 3), que las

Tabla 3. Distribución de los usos del agua en los usos de suelo y vegetación relativas a las concesiones de aguas superficiales dentro de la subcuenca Santa María 3.

| USO / USV | ACUICOLA | AGRÍCOLA | DIFERENTES USOS | DOMÉSTICO | PECUARIO | PÚBLICO URBANO | SERVICIOS | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|-----------------|-----------|----------|----------------|-----------|--------|
| AGRICULTURA | 0.001 | 3.559 | 1.005 | 0.004 | 0.032 | 5.781 | 0.034 | 10.416 |
| ASENTAMIENTOS HUMANOS | 0 | 0.84 | 0.027 | 0.001 | 0.004 | 0.13 | 0 | 1.001 |
| SELVAS | 0.16 | 2.994 | 0.065 | 0 | 0.005 | 0.891 | 0 | 4.114 |
| VEGETACIÓN SECUNDARIA | 0.017 | 5.951 | 1.673 | 0.005 | 0.036 | 2.015 | 0.002 | 9.699 |
| PASTIZAL | 0.177 | 8.945 | 1.738 | 0.005 | 0.041 | 2.906 | 0.002 | 13.814 |
| BOSQUES | 0 | 0 | 0.051 | 0 | 0.023 | 4.083 | 0.001 | 4.157 |

| | | | | | | | | |
|---------------------|---|-------|-------|---|---|-------|---|-------|
| TULAR | 0 | 0.09 | 0.061 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.150 |
| MATORRAL SUBMONTANO | 0 | 0.001 | 0 | 0 | 0 | 0.152 | 0 | 0.153 |

Fuente: REPDA, CONAGUA (2020). Las unidades están en hectómetros cúbicos.

El tercer objetivo de este trabajo fue comparar los objetivos ambientales del 2014 (UAQ, CONAGUA y WWF 2014) con la situación actual del río Santa María. En este sentido, durante el año 2014 se consideraron los procesos de evaluación y línea base para la propuesta de la reserva de agua (Figura 6). Lo que muestra el análisis es un río con un alto significado e importancia ambiental y cultural. Un río que, en ese entonces, estaba apenas siendo afectado por la presa El Realito en la cuenca precedente, con alta sensibilidad a las condiciones del flujo del río tanto para el mantenimiento de la biodiversidad como para su dinámica de regulación del agua y los sedimentos. Aunque albergaba especies introducidas, sus efectos aún eran limitados y ello contribuía a contar con un alto estado de conservación. Todo ello contribuyó a la determinación de un objetivo ambiental A para esta reserva, el máximo valor aplicable de acuerdo con la Norma Mexicana de Determinación de Caudal Ecológico (DOF, 2012), lo cual, acompañado con una baja presión de uso, contribuyó a decretar su estado de reserva de agua.

En el año 2022, con la información basada en los estudios e investigaciones en la zona (RedMORA, 2022) y en los talleres y foros de discusión de la situación del agua en la subcuenca SM3, el objetivo ambiental de esta subcuenca se mantiene en los límites de la escala A, cercano al límite inferior que corresponde al objetivo B. Lo anterior se debe a la pérdida de estructura fluvial causada por la extracción de agua, el efecto de cambio climático, la introducción de especies exóticas y la baja

presión del uso del agua. Ello permite proponer una hipótesis de trabajo que implica que es necesario el cuidado integral del sistema hidrológico superficial de la subcuenca SM3 donde se implique a los habitantes, sus autoridades y la academia para establecer estrategias que apunten a la conservación del ciclo socio hidrológico en la subcuenca.

Conclusiones

El futuro del agua en esta subcuenca se puede observar en la Figura 6. Se muestra: 1) la disminución de la fauna nativa e incremento de especies altamente invasoras, como el caracol *Thiara tuberculata*, la almeja *Corbicula fluminea* y el crustáceo *Cherax quadricarinatu*; 2) una sensibilidad aumentada de los ecosistemas acuáticos por el efecto de la retención del agua en la presa El Realito y la declinación de especies de importancia pesquera y ambiental; 3) los efectos sobre el estado de conservación debido a la minería, las especies invasoras y el incremento de actividades turísticas sin considerar la capacidad de carga de los sitios visitados; finalmente, 4) el incremento en las necesidades de mayor cantidad de agua en las comunidades serranas y en las ciudades cercanas que incrementan poco a poco la presión de su uso. Por ello, es urgente establecer un sistema científico-comunitario de monitoreo y evaluación de la subcuenca, que permitan la toma de decisiones para asegurar el agua para el ambiente y la gente en un contexto de sostenibilidad.

¿Es sostenible el uso del agua superficial en la subcuenca Santa María 3?

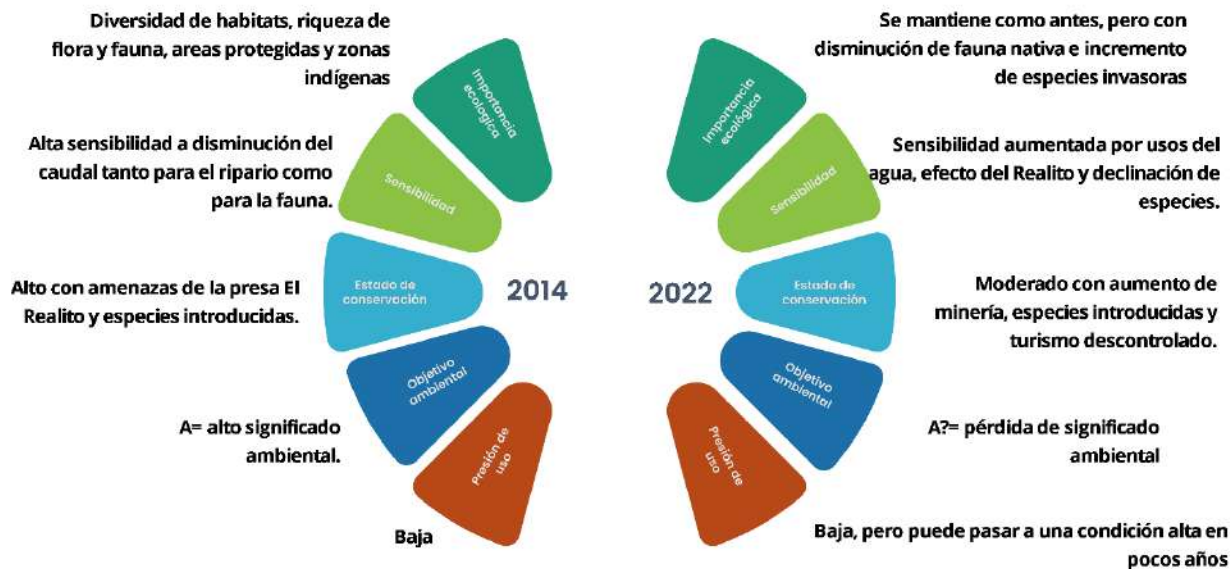


Figura 6. Comparación de las características socioambientales de la cuenca Santa María 3 en 2014 (UAQ, WWF y CONAGUA, 2014) y análisis propio del 2022.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte de los resultados del PRONAI 318956 “Ecohidrología de la sustentabilidad y gobernanza del agua y cuencas para el bien común” del PRONACES-AGUA del CONACYT llevado a cabo por la REDMORA-ANUIES.

Referencias

- ANUIES (2018). Acta de aprobación de la Red de Monitoreo de Reservas de Agua, México. Acta del Consejo nacional, 26 de noviembre del 2018, Mazatlán Sinaloa, México.
- Comisión Nacional del Agua. Registro Público de Derechos de Agua (2020). <https://app.conagua.gob.mx/ConsultaRepda.aspx>
- Diario Oficial de la Federación (2020). ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales de las 757 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 Regiones Hidrológicas en que se encuentra dividido los Estados Unidos Mexicanos. (29 de agosto, 2013). Secretaría de Gobernación, México.
- Diario Oficial de la Federación (2013). DECRETO por el que se establece la reserva parcial de aguas nacionales superficiales para destinarse a los usos doméstico y público urbano, en la zona que ocupan las cuencas hidrológicas Río Moctezuma 1, Río Extoraz y Río Santa María 3. (21 de septiembre, 2013). Secretaría de Gobernación, México.
- Diario Oficial de la Federación, (2018). DECRETO por el que se suprime la veda en las cuencas hidrológicas que se indican, se establece zona de veda en las cuencas hidrológicas Arroyo Zarco, Río Ñadó, Río Galindo, Río San Juan 1, Río Tecozautla, Río San Juan 2, Arroyo El Puerquito o San Bartolo, Arroyo Altamira, Río Santa María 1 y Embalse Zimapán, y zona de reserva parcial de aguas nacionales superficiales para uso ambiental o conservación ecológica en la cuenca hidrológica Río Pánuco 2, en la Subregión Hidrológica Río Pánuco, de la Región Hidrológica número 26 Pánuco. (6 de junio, 2018). Secretaría de Gobernación, México.
- Gómez-Arias, W. A., & Moctezuma, A. (2020). Los millonarios del agua. *Argumentos. Estudios Críticos De La Sociedad*, 2(93), pp. 17-38. DOI: <https://doi.org/10.24275/uamxoc-dcsh/argumentos/202093-01>
- INEGI (2020). Censo Nacional de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información.
- Gobierno de México. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- INEGI (2021). Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación Serie VII. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información. Gobierno de México. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/ususuelo/>
- Martínez-Austria, Polioptro F., & Vargas-Hidalgo, Alberto. (2017). Sistema de asignaciones, concesiones y política hídrica en México.
- Efectos en el derecho humano al agua. *Tecnología y ciencias del agua*, 8(5), 117-125. Epub 30 de julio de 2021. DOI: <https://doi.org/10.24850/tj-tyca-2017-05-08>.
- Mazari Hiriart, M. y A. Noyola Robles (2019) La problemática del agua en México. En Merino, L. (coord.). Crisis ambiental en México: ruta para el cambio. UNAM, México, pp. 27-52.
- Prieto, M. (2017). El riego que el mercado no quiere ver: historia del despojo hídrico en las comunidades de Lasana y Chiu-Chiu (Desierto de Atacama, Chile). *Journal of Latin American Geography*, 16(2), pp. 69-91
- REDMORA (2022). Ecohidrología para la sustentabilidad y gobernanza del agua y las cuencas para el bien común. PRONAI 318956, Informe anual. PRONACES-AGUA, CONACYT, México.
- UAQ, CONAGUA y WWF (2014). Documento de estudio de Caudal Ecológico en las cuencas Santa María 2 y 3, Río verde 3, El Salto y Tampaón. BID-CONAGUA-WWF, México.

La importancia del tratamiento del agua residual para su reúso

Lorena Elisa Sánchez Higuero¹, Janete Morán Ramírez¹, Gabriela Vázquez Hurtado², Raúl Francisco Pineda³, José Alfredo Ramos Leal¹

1. División de Geociencias Aplicadas, Instinto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A. C.
2. Red de Ecología Funcional, Instituto de Ecología, A. C.

Maestría en Gestión Integrada de Cuencas. Universidad Autónoma de Querétaro

Resumen

Durante los últimos 20 años México ha visto reducida la disponibilidad hídrica por habitante en un 87.7 %, esto aunado a ser el sexto país a nivel mundial que más agua consume por habitante. El presente trabajo tuvo como objetivo realizar un análisis sobre la disponibilidad hídrica por habitante en México, la manera en cómo se contamina el agua y la importancia de tratar el agua residual y vigilar su descarga en los ecosistemas. Para esto se tomó como base la recién actualizada NOM-001-SEMARNAT-2021. Esta primera actualización contempla cambios muy importantes como la inclusión de parámetros que abarcan contaminantes que no se habían considerado antes y con fuertes efectos sobre los ecosistemas (como Carbono Orgánico Total, Demanda Química de Oxígeno, color verdadero, toxicidad y bacteriológicos más específicos), así como límites más estrictos en otros aspectos. El mayor reto de México es aplicar las normas vigentes que permitirían controlar la calidad de las descargas de aguas residuales para poder preservar nuestros ecosistemas.

Palabras clave: Agua residual, Normas Oficiales Mexicanas, contaminación, disponibilidad hídrica, México.

Abstract

In the last 20 years, Mexico has faced an 87.7% reduction in water availability per inhabitant per day in the last 20 years, in addition to being the sixth country in the world that consumes the most water per capita. We analyze water availability per inhabitant in Mexico, how water is contaminated, and the importance of treating wastewater in Mexico and monitoring its discharge into ecosystems based on the recently updated NOM - 001-SEMARNAT-2021. The first update of NOM-001-SEMARNAT-2021 contemplates changes such as including parameters that cover contaminants that had not been considered before or with strong effects on ecosystems such as TOC, COD, true color, toxicity, more specific bacteriological, as well as tighter limits on various parameters. The biggest challenge for Mexico is to apply current regulations that allow the quality of wastewater discharges to be controlled to preserve our ecosystems.

Keywords: Wastewater, Official Mexican Standards, Pollution, Water availability, Mexico.

Introducción

En 2017 la UNICEF publicó que en el mundo se descargaban el 80 % de las aguas residuales (sin recibir ningún tratamiento) directamente a los ecosistemas. De acuerdo con los datos actualizados y publicados por Jones et al. (2020), el 50 % del agua residual recibía algún tratamiento previo a su descarga mientras que sólo el 11 % del agua tratada se reutilizaba. Sin embargo, esto no implica que el agua tratada se incorpore al ambiente con las condiciones óptimas para soportar y mantener la vida y, a su vez, pueda ser reutilizada por el ser humano.

En el caso de México, aproximadamente entre 9 y 15 millones de personas no cuentan con acceso al agua potable ni al saneamiento, esto tanto en zonas rurales como en las periferias de las zonas urbanas (Centro Virtual de Información del Agua, 2017). Sumado a esto, también se cuenta con los siguientes datos:

- El 30 % de la población que cuenta con el servicio de agua potable no la tiene en la cantidad o calidad necesaria.
- Un 40 % del recurso hídrico se pierde en la red de distribución por fugas.
- Sólo el 63 % del agua residual es tratada en el país.
- El 11% del agua residual tratada se reutiliza.

Si consideramos lo anterior, el presente trabajo tuvo los siguientes objetivos: 1) Analizar la disponibilidad hídrica por habitante en México. 2) Realizar un análisis de cómo se contamina el agua dependiendo de los diferentes usos. 3) Analizar la importancia de tratar el agua residual en México. 4) Con base en la NOM-001-SEMARNAT-2021 recientemente actualizada, vigilar la descarga de aguas residuales tratadas en los ecosistemas. 5) Identificar los retos y dar recomendaciones para el reúso del agua residual tratada en México.

Metodología

Se revisó la información oficial sobre la situación del agua potable y el agua residual, así como su tratamiento en México. Se realizó una comparación entre la NOM-001-SEMARNAT-2021 y su versión de 1996. Se hizo una revisión bibliográfica sobre el uso del agua residual tratada en diferentes países y los retos que implica la aprobación del público y su implementación.

Resultados

Disponibilidad hídrica por habitante en México

En México ha habido una reducción importante de la disponibilidad hídrica que cada habitante tendría en un año (ver Figura 1). Para principios del siglo XX se contaba con 31 mil m³ por habitante al año; sin embargo, para 2020 la cifra se había reducido a 3 923 m³ por habitante al año; es decir, se redujo el 87.7 % de la disponibilidad hídrica (esto especialmente en los últimos 40 años), lo cual ya es considerado disponibilidad baja (Breña Puyol & Breña Naranjo, 2007). Aunado a ello, México es el sexto país con mayor consumo de agua por habitante con 366 litros por habitante por día (ONU, 2022).

La tendencia es que la población continuará en aumento, así como las actividades económicas que demandan agua dulce, por lo cual la presión sobre el recurso hídrico será cada vez mayor. Esta situación hace urgente no sólo el tratamiento del agua residual sino también su reutilización. Estamos cercanos al valor mínimo recomendado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) antes del estrés hídrico o escasez crítica (1 700 m³ por habitante por año).

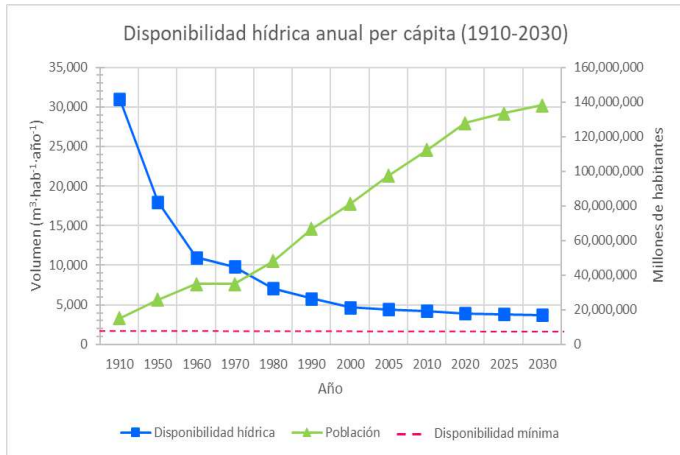


Figura 1. Disponibilidad hídrica anual per cápita entre 1910-2030 para México. Elaborado a partir de datos publicados por CONAGUA 2012, 2018, 2019.

¿Por qué o cómo se contamina el agua?

La contaminación del agua es la acumulación de una o más sustancias ajenas (naturales o antropogénicas), que generan condiciones adversas para los seres vivos y los ecosistemas. De tal forma, el agua contaminada con sustancias ajenas a su composición original, puede afectar la salud de las personas y el equilibrio de los ecosistemas en donde se vierten. Todas las actividades humanas que requieren el uso del agua (casas, ciudades, industria, agricultura, actividades pecuarias, etc.), generan agua residual que puede tener diversos contaminantes.

Se han identificado indicadores físicos, químicos y biológicos de los diferentes usos del agua, cuya cuantificación permite caracterizar la calidad del agua y el grado de contaminación de los diferentes sistemas. En el Cuadro 1 se presentan algunos ejemplos de tipos de actividades y los contaminantes que pueden generar.

Cuadro 1. Grado de influencia del agua residual no tratada de diversas actividades sobre características físicas y químicas del agua de los cuerpos receptores: Alto, Medio, Bajo o Nulo. Fuentes: Guo et al., 2017, Metcalf & Eddy, 1995; Seoáñez, 1999.

| | Nutrientes (nitrógeno, fósforo) | Materia orgánica | Sólidos en suspensión | Coliformes | Metales pesados | Otros contaminantes (toxicidad microbiana, dificultad) | Caudal (en cuerpos de agua superficiales) |
|--|---------------------------------|------------------|-----------------------|------------|-----------------|--|---|
|--|---------------------------------|------------------|-----------------------|------------|-----------------|--|---|

| | | | | | | de biodegradación) | |
|--|-----------|-----------|-------|------|-------|--------------------|------------|
| Aguas residuales municipales | Alta | Alta | Alta | Alta | Media | Media | Alta |
| Agricultura (fertilizantes, pesticidas, hormonas) | Alta | Alta | Media | Nula | Baja | Baja-Media | Baja |
| Industria minera-metalúrgica | Nula-Baja | Nula-Baja | Media | Nula | Alta | Alta | Media-Alta |
| Industria textil | Baja | Media | Media | Nula | Alta | Alta | Alta |
| Industria química farmacéutica | Nula | Media | Baja | Nula | Alta | Alta | Alta |
| Industria de alimentos | Alta | Alta | Alta | Alta | Nula | Alta | Alta |
| Actividad pecuaria y acuícola | Alta | Alta | Alta | Alta | Nula | Baja | Baja |

¿Cómo se regula la calidad de las descargas de aguas residuales en México?

El agua residual generada por las diferentes actividades humanas debe recibir un tratamiento y no verterse directamente a ningún ecosistema. Para esto se utilizan plantas de tratamiento de aguas residuales en las que se aplican diferentes tipos de sistema de depuración, tanto a las aguas residuales municipales como las industriales.

En el caso de las aguas residuales municipales, el principal tratamiento que se utiliza es el de lodos activados, seguido del tratamiento dual y lagunas de estabilización (CONAGUA, 2019). Regionalmente, el mayor número de plantas en operación municipales se encuentran en las Regiones Hidrológicas Administrativas Lerma-Santiago-Pacífico (568), Pacífico Norte (429) y Balsas (227) (CONAGUA, 2019).

Los principales tipos de tratamientos para aguas residuales industriales son los siguientes

(CONAGUA, 2019): 1) primario, en el cual se remueven materiales orgánicos e inorgánicos en suspensión; 2) secundario, donde se remueven materiales orgánicos coloidales y disueltos; y 3) terciario, en esta línea de tratamiento se remueven materiales disueltos como gases, iones, bacterias y virus.

De estos sistemas de tratamiento, el que más se aplica a nivel nacional es el tratamiento secundario (65.9 %), seguido por el primario (28.7 %) y, por último, el terciario (2.6 %). Regionalmente el mayor número de plantas en operación se encuentra en la Ciudad de México (287), Sonora (238) y Puebla (218).

Regulación del agua residual en México

En México se generó una norma (NOM-001-SEMARNAT-1996) para saber si el agua residual generada después del tratamiento, cuenta con la calidad necesaria para ser vertida a cuerpos receptores. La norma abarca una gran variedad de usos del agua (industrias, agricultura, pecuario, doméstico, etc.) y en ella se establecen los límites máximos permisibles de contaminantes y engloba todos los potenciales tipos indicadores según el uso del agua.

La NOM-001-SEMARNAT-2021 regula las características o composición química que debe cumplir el agua residual de cualquier origen (urbanas, industriales, agrícolas, etc.), para poder ser incorporada a suelos (inyección a acuíferos o riego de cultivos) y cuerpos de agua (ríos, lagos, humedales, lagunas costeras, playas y mares). Al regular cuánta agua residual tratada se vierte y qué contiene, se busca garantizar que la descarga tenga el menor efecto negativo en el cuerpo de agua o ecosistema que la está recibiendo.

Actualización a la NOM-001-SEMARNAT-2021

Las normas se actualizan para incluir nuevas y mejores metodologías, parámetros no considerados anteriormente o que no existían, como son los contaminantes emergentes, así como para ajustar

los límites mínimos y máximos permisibles de los diferentes parámetros de acuerdo con las investigaciones más recientes. En la actualización de la NOM-001-SEMARNAT-2021 se consideraron los siguientes cambios:

i) Se revisó el apartado 2, “Referencias Normativas”, a fin de actualizar el listado de las normas mexicanas aplicadas al muestreo y análisis de los parámetros usados como referencia en la aplicación de la NOM-001-SEMARNAT-2021. De esta revisión se eliminaron aquellas normas que han sido canceladas o modificadas.

ii) Se eliminó el parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y se sustituyó por la Demanda Química de Oxígeno (DQO).

iii) Se incluyó el parámetro Carbono Orgánico Total (COT) como alternativa para aguas que posean altas concentraciones de cloruros.

iv) Se incluyeron los parámetros de color verdadero y toxicidad en el agua.

v) Se sustituyó la medición de coliformes totales por *Escherichia coli* y, además, se presentó como método alternativo en aguas con altas concentraciones de cloruros, la cuantificación de *Enterococcus faecalis*.

vi) Se modificaron los límites máximos permisibles de varios parámetros en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores de propiedad nacional. En general, con esta modificación, los límites son más estrictos para los sólidos suspendidos totales, nitrógeno total y fósforo total. De esta manera, también se reduce el intervalo del pH hacia neutral-básico.

Uso de agua residual tratada

En regiones áridas y semiáridas —que es donde suele haber mayor limitación del recurso hídrico— el uso del agua residual doméstica ha sido una práctica de varios siglos. En el mundo, el agua residual no tratada se emplea en el riego de cultivos agrícolas, recarga de acuíferos, en la industria y

para la restauración de ecosistemas (Gökçekus et al., 2023). No obstante, a pesar de las ventajas de su reúso en la agricultura, pues genera menor o nulo uso de fertilizante, buenos rendimientos de cosecha y una fuente de agua constante (Akpan et al., 2020); también se han evaluado los riesgos por uso de agua residual no tratada, tales como biológicos (bacterias, helmintos, protozoarios, virus y platelmintos), químicos (sustancias de interés sanitario, metales pesados, hidrocarburos, pesticidas) (Gökçekus et al., 2023), o contaminantes emergentes como antibióticos y hormonas (Delli Compagni et al., 2020). Existe otro riesgo por el uso de agua residual y que impacta directamente en otras fuentes de agua: la contaminación de acuíferos (García-Salazar, 2019).

En México se han empleado las aguas residuales desde hace más de un siglo en el Valle de Mexquitic, en donde Porfirio Díaz decretó la creación de una nueva área agrícola en una zona sin agua y que sería abastecida con las aguas negras de la Ciudad de México. Más recientemente, otras regiones como las áreas cercanas al río Lerma y en las zonas urbanas donde hay sembradíos de hortalizas se han abastecido de agua residual no tratada para el riego (García-Salazar, 2019).

Discusión

El manejo integral del agua incluye el tratamiento, disposición y manejo del agua residual. Esto queda plasmado por la ONU en el Objetivo del Desarrollo Sostenible 6 “Agua limpia y saneamiento” que establece que los países deben garantizar disponibilidad, su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Además, debido al incremento poblacional, al crecimiento de las zonas urbanas e industriales y a la reducción de fuentes de agua dulce disponibles (tanto superficiales como subterráneas), cada vez es más frecuente la necesidad de considerar el reúso del agua residual. Por otra parte, es importante recordar que los ríos se descargan finalmente en la zona costera (lagunas costeras, manglares, humedales) y el mar, por lo cual debe considerarse que la calidad del agua que éstos llevan debería estar libre de contaminantes.

En muchos países se ha considerado el uso del agua residual, sin embargo, se trata de un tema difícil de manejar por la percepción del público al respecto (factor asco). Es especialmente en los últimos años que se han empezado a realizar estudios sobre la percepción de los habitantes al reúso del agua tratada. Esto con el fin de poder desarrollar e implementar proyectos de reúso del agua residual, avalados por la comunidad y que faciliten su éxito. En general, en diversos estudios realizados (EUA., Copenhague, Nigeria, Sultanato de Omán, Irán), las encuestas y entrevistas realizadas reportan que los habitantes están dispuestos a emplear el agua residual siempre que sea para actividades con poco contacto humano, como su empleo en sanitarios, actividades de construcción, generación de electricidad, lavado de autos, riego de jardinerías y extinción de incendios. Por otra parte, su uso para lavado de ropa, albercas, preparación de alimentos o su potabilización para consumo, son actividades que están fuertemente rechazadas en los entrevistados (Akpan et al., 2020; Baawain et al., 2020; Khanpae et al., 2020; Oteng-Peprah et al., 2018; Prajapati, 2018; Smith et al., 2018).

La experiencia en diferentes lugares indica que las zonas con menos agua ha fomentado que los habitantes sean más ingeniosos y abiertos a un manejo del agua residual. Esto ya sea para poder abastecer al sector agrícola o para reducir los costos por desalinización. Los mismos autores también mencionan que la escasez y restricciones severas de agua por sequías han concienciado a la población australiana a ser más abiertos al reúso del agua residual (Akpan et al., 2020).

Son diversos factores que deben considerarse y que pueden ser únicos a cada región o país para poder tener un manejo exitoso y eficiente del agua residual; por lo tanto es necesario partir de cuál sería el uso que un lugar determinado haría del agua residual, es decir, cuál es la necesidad a atender. El costo, la conservación de ecosistemas y el combate a la escasez de agua son temas que detonan la aceptación del uso del agua residual (Akpan et al., 2020). Aunado a ello, se requiere de

un trabajo entre las autoridades de los tres niveles: local para la ubicación del sistema de tratamiento; estatales y federales tanto para financiamiento y validación de las obras (su realización y el proceso). Además también es necesaria la vinculación de actores clave que posean alta credibilidad como médicos, académicos y expertos en el campo. Finalmente, es importante un fuerte trabajo de comunicación con la población a fin de que puedan conocer y entender el tren de tratamiento, los riesgos de su uso y sus ventajas, especialmente de autoridades locales que son las primeras con las que tienen contacto (Akpan et al., 2020).

En el caso de México, estudios anteriores por Lesser-Carrillo et al. (2011) y, más recientemente, por García Salazar (2019), han evidenciado los efectos negativos que han tenido el riego con agua residual tanto en el Valle del Mexquitic como en el río Lerma, en donde la calidad del agua del acuífero se ha deteriorado por problemas de salinización.

La reducción de la disponibilidad de agua en el país, aunado a los periodos de sequía cada vez más frecuentes, intensos y extensos que se observan en el Monitor de Sequía de la CONAGUA, hacen evidente la necesidad urgente del uso de agua residual debidamente tratada para actividades como la agricultura, actividad que consume el 70 % del agua en México. No obstante, para poder realizarlo se requiere incrementar el volumen tratado (sólo se trata el 63 %) y reducir la heterogeneidad de la distribución de plantas de tratamiento de agua en el país. La mayor parte de las plantas de tratamiento, así como las más grandes se encuentran hacia la zona del Bajío. Por otro lado, existen grandes áreas del país con poca infraestructura para el tratamiento del agua.

A pesar de que se cuenta con normas que han ido mejorando, el principal problema del agua en México continúa siendo la aplicación de éstas y la verificación de su cumplimiento para evitar la contaminación de los diferentes cuerpos receptores y los ecosistemas donde se encuentran.

Si bien la NOM-001-SEMARNAT-2021 regula la calidad del agua residual efluente de las plantas de tratamiento para salvaguardar los ecosistemas, siguen faltando dos aspectos ajenos a la norma:

1. La obligatoriedad del tratamiento del agua residual a todos los niveles.
2. La regulación del uso del agua residual tratada.

Finalmente, el uso del agua residual tratada debe acompañarse de:

- Un proceso de comunicación efectiva con la población.
- Integración de la población al proceso del reúso del agua residual tratada en sus localidades.
- Identificación de la necesidad específica a atender con el uso del agua residual tratada en la localidad.
- Transparentar el proceso de selección del tipo de tratamiento y su difusión para la sociedad.
- Participación activa de las autoridades de los tres niveles (local, estatal y federal), particularmente de las locales que son el primer contacto de la sociedad.
- Participación de actores clave que brinden confianza a la población, especialmente cuando se tienen problemas de comunicación con las autoridades.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte de los resultados del PRONAI 318956 “Ecohidrología de la sustentabilidad y gobernanza del agua y cuencas para el bien común” del PRONACES-AGUA del CONACYT.

Referencias bibliográficas

- Agua.org.mx. Consultado en Noviembre de 2022. Un estuche de enfermedades crean verduras regadas con aguas negras. Disponible en: <https://agua.org.mx/un-estuche-de-enfermedades-crean-verduras-regadas-con-aguas-negras/#:~:text=Un%20estuche%20de%20enfermedades%20crean%20verduras%20regadas%20con%20aguas%20negras,-06%20febrero%202009&text=El%20consumo%20de%20verduras%20y,hepatitis%20A%2C%20salmonela%20o%20c%C3%B3lera.>
- Akpan, V. E., Omole, D. O., & Basse, D. E. (2020). Assessing the public perceptions of treated wastewater reuse: opportunities and implications for urban communities in developing countries. *Heliyon*, 6(10), e05246. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05246>.
- Baawain, M. S., Al-Mamun, A., Omidvarborna, H., Al-Sabti, A., & Choudri, B. S. (2020). Public perceptions of reusing treated wastewater for urban and industrial applications: challenges and opportunities. *Environment, Development and Sustainability*, 22, 1859-1871. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0266-0>
- Centro Virtual de información del Agua. (2017). Visión general del agua en México. Disponible en: <https://agua.org.mx/cuanta-agua-tiene-mexico/>
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2012). Atlas del Agua en México, 142 pp. Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/sgp-36-12.pdf>.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2018). Estadísticas del Agua en México, 306 pp. Disponible en: https://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019). Estadísticas del Agua en México, Comisión Nacional del Agua, México, 276 pp. Disponible en: https://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2019.pdf.
- Dotor-López, G., A. Zúñiga-Cruz, R. Cruz-Monterrosa, M. Díaz-Ramírez, A. Rayas-Amor. (2017). Cuantificación de metales pesados en el cultivo de la fresa (*Fragaria ananassa* Duch. var. *festival*) En Tenancingo y Villa Guerrero, Estado de México, *Agroproductividad*: Vol. 10: 29-33. Disponible en: <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/92>
- García Salazar, M., 2019. El agua residual como generadora del espacio de la actividad agrícola en el Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Estud. soc. Rev. aliment. contemp.reg.* Vol. 29 (54). Hermosillo jul./dic. Epub 30-Abr-2020. <https://doi.org/10.24836/es.v29i54.741>.
- Guo, Y., Qi, P. S., & Liu, Y. Z. (2017). A review on advanced treatment of pharmaceutical wastewater. En *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* Vol. 63, No. 1, p. 012025. IOP Publishing.
- Khanpae, M., Karami, E., Maleksaeidi, H., & Keshavarz, M. (2020). Farmers' attitude towards using treated wastewater for irrigation: The question of sustainability. *Journal of cleaner production*, 243, 118541. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118541>.
- Lesser-Carrillo, L., Lesser-Illades, J., Arellano-Islas, S. & D. González-Posadas, D. (2011). Balance hídrico y calidad del agua subterránea en el acuífero del Valle del Mezquital. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 28(3):323-336.
- Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Última reforma Diario Oficial de la Federación DOF 30-04-2009. Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/107522/LEYFEDERALSOBREMETROLOGIAYNORMALIZACION.pdf>
- Metcalf and Eddy. 1995. Ingeniería de aguas residuales: Tratamiento, vertido y reutilización. 3a Edición Vol. 1. MacGraw-Hill.
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permiscibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad e la nación: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; 2021.
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permiscibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales: Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 1996.
- ONU HABITAT, 2022. Comprender las dimensiones del problema del agua. Disponible en: <https://onuhabitat.org.mx/index.php/comprender-las-dimensiones-del-problema-del-agua>.
- Oteng-Peprah, M., Acheampong, M. A., & DeVries, N. K. (2018). Greywater characteristics, treatment systems, reuse strategies and user perception—a review. *Water, Air, & Soil Pollution*, 229(8), 255. <https://doi.org/10.1007/s11270-018-3909-8>.

Prajapati, B. (2018). Decentralized Grey Water Reuse: Developing Grey Water Treatment Technology and Mapping End-users' Perceptions (Doctoral dissertation, University of Copenhagen, Faculty of Science, Department of Geosciences and Natural Resource Management). <https://doi.org/10.9790/3021-02943135>.

Seoáñez, M. 1999. Aguas residuales: tratamiento pro humedales artificiales. Fundamentos científicos. Tecnologías. Diseño. Ediciones Mundi-Prensa.

Smith, H. M., Brouwer, S., Jeffrey, P., & Frijns, J. (2018). Public responses to water reuse—Understanding the evidence. *Journal of Environmental Management*, 207, 43-50. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.11.021>.

Guardianes del agua: una visión común de la subcuenca Santa María

Clara Tinoco Navarro¹ y Dora Beatriz Palma Hernández²

¹ Centro Regional de Capacitación en Cuencas, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro

² Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro

* Correspondencia: clara.tinoco@uaq.mx

Resumen

La participación ciudadana para el manejo de cuencas es un elemento clave de la gobernanza, pues se vinculan comunidades, academia y gobierno. El objetivo de esta investigación es identificar las bases para establecer una visión común del agua y la cuenca a partir de procesos de diálogo de saberes a fin de articular acciones colectivas para la atención de problemáticas que amenazan los medios de vida locales. Se realizó un análisis cualitativo de los valores de conservación a través de una metodología de juegos cooperativos. Se identificaron aquellos aspectos socioculturales, económicos y ecológicos asociados a la cuenca y el río, así como los aspectos considerados relevantes para el monitoreo ciudadano. El grupo de "Guardianes del Agua" se formó como resultado de un acuerdo comunitario. En el taller se trabajó el concepto, acciones y necesidades del grupo a ser fortalecidos. Como resultado, los principales valores de conservación de la cuenca identificados fueron: 1) recreativos, de convivencia social y turismo en el aspecto cultural; 2) bosques, manantiales y biodiversidad (particularmente puma y jabalí) en el aspecto ecológico y 3) actividades agrícolas, turismo y extracción de arena como aspectos económicos principales. Los principales intereses para el monitoreo ciudadano fueron la cantidad y calidad de agua, impactos de la extracción de arena, aumento de infraestructura alrededor del río y contaminación por descargas, estado de los ecosistemas y deforestación. El concepto de un "Guardián del Agua" se centró en la protección y defensa del agua y el territorio con acciones de monitoreo, difusión y educación ambiental, desarrollo de proyecto, gestión y articulación intersectorial.

Palabras clave: participación, cuenca, monitoreo ciudadano, gobernanza

Abstract

Citizen participation for watershed management is a key element of governance linking communities, academia, and government. The objective of this research is to identify the bases for establishing a common vision of water and the watershed based on processes of dialogue of knowledge to articulate collective actions to address problems that threaten local livelihoods. A qualitative analysis of conservation values was carried out through a methodology of cooperative games to identify those socio-cultural, economic, and ecological aspects associated with the watershed and the river, as well as those aspects considered relevant for citizen monitoring. Regarding the "Water Guardians" group, the concept, actions and needs of the group to be strengthened were established collaboratively. As a result, the main conservation values of the watershed identified were recreational, social coexistence and tourism in the cultural aspect; forests, springs, and biodiversity (particularly puma and wild boar) in the ecological aspect; and agricultural activities, tourism and sand extraction as the main economic aspects. The main interests for citizen monitoring were water quantity and quality, impacts of sand extraction, increase of infrastructure around the river and pollution from discharges, state of the ecosystems and deforestation. The concept of a "Water Guardian" focused on the protection and defense of the water and the territory with actions of monitoring, dissemination and environmental education, project development, management and intersectoral articulation.

Keywords: participation, watershed, citizen monitoring, governance

*“El agua y los ríos son el inicio y el final de todo,
pues son el Cielo”*

María Balderas

Concá, subcuenca del Río Santa María 3 (2022).

Introducción

La gestión y gobernanza del agua y las cuencas requiere, además de marcos institucionales y regulatorios apropiados, una coordinación y participación social que permita equilibrar los usos y las prácticas entre los usuarios y habitantes de una cuenca que dependen de un recurso limitado (Tinoco et al., 2022). Si bien en la Ley de Aguas Nacionales de 1992, se considera la cuenca como la unidad territorial para la gestión de los recursos hídricos, en el país prevalece una visión político administrativa, además de la subordinación histórica hacia los intereses privados por encima de los derechos comunitarios. El modelo actual de gestión parte de una visión neoliberal y extractivista respecto al agua por sobre el bien común, lo cual se advierte en las contradicciones y limitantes de las políticas públicas, que generan una continuidad de las desigualdades y el extractivismo. Además, provocan una gobernanza del agua precaria y fragmentaria, pues no todos los actores de la cuenca participan con los mismos recursos, ni tienen la misma representatividad (Cagüeñas, 2020).

Ante un modelo de desarrollo altamente extractivista y que amenaza la autonomía de las comunidades y los bienes comunes, en Latinoamérica se han gestado movimientos de defensa del agua, los territorios y la vida. En específico, se ha recurrido al binomio agua-cerro que incluyen grupos o personas que se denominan como “Guardianes del Agua o Guardianes del Río” por ser conocedoras de su territorio, sensibles al lenguaje de la naturaleza, interesados en la conservación de los recursos naturales, el mantenimiento de prácticas milenarias (indígenas o campesinas) y la transmisión de ese conocimiento de generación en generación. Estas personas y grupos se integran y actúan cuando ven

afectados sus territorios por diversas problemáticas, desde el aumento poblacional y nuevas actividades económicas, intereses, relaciones de poder que impactan en las formas de gestión y uso del agua, que derivan en la degradación de sus ecosistemas (Cambará, 2019; Acosta, 2020; Palacio, 2022). De esta manera, los grupos que se van organizando en los territorios bajo la figura de “Guardianes del Agua” representan un sujeto colectivo conformado por gente del río o de la cuenca (Cagüeñas, 2020). Sin embargo, también se han presentado algunos casos donde la movilización ciudadana funciona bajo una lógica mercantilista como esquemas de incentivos o compensación donde los objetivos se enfocan con asegurar agua para las ciudades en crecimiento, perpetuando desigualdades en las relaciones rurales-urbanas de agua (Hommes et al., 2020)

En estos escenarios, la gestión del agua implica el reconocerla como parte del territorio y en relación con los saberes y relaciones que se conforman en la cuenca lo que se conoce como ciclo hidrosocial. Desde este enfoque el agua no solamente es sustento sino que posibilita los medios de vida comunitarios, la memoria histórica e identidad cultural (Acosta, 2020). Sin embargo, las presiones tanto internas como externas impactan en el ciclo hidrológico y ponen la mirada en el acaparamiento de agua y la destrucción de bienes comunes naturales en estos territorios, haciendo urgente la organización y acción colectiva para fortalecer el conocimiento y las redes de articulación para la defensa, conservación y gestión desde una visión común de integridad de la cuenca. Para ello, es fundamental partir de modelos locales donde la experiencia, el sentido comunitario y de pertenencia e identidad generan un tejido de vida que va más allá del conocimiento informado y que en ese contexto y cosmovisión permita construir alianzas entre actores, sectores y organizaciones (Palacio, 2022)

El presente trabajo tiene el objetivo identificar las bases para establecer una visión común del agua y la cuenca a partir de procesos de juegos

cooperativos para el diálogo de saberes, enfocados a los valores de conservación, indicadores de evaluación para el monitoreo comunitario y la organización colectiva a partir de la formación del grupo “Guardianes del Agua”. Considerar esta perspectiva desde lo local respecto a la conformación sociocultural del agua, permite reconocer el conflicto, las afectaciones a las comunidades y las propuestas para articular acciones colectivas ante estas problemáticas que amenazan los medios de vida locales.

Si consideramos que “el hilo del río va tejiendo muchas tramas, va cambiando, así como va variando la gente que habita su cuenca” (Cagüañas, 2020, p.177), podremos establecer una conversación sobre los valores de conservación del río y la cuenca, las problemáticas que preocupan a los pobladores y los aspectos que pueden monitorearse en algunos puntos clave del río, así como el papel de los “Guardianes del Agua”. Sin desconocer las diferencias y la diversidad de percepciones, es una oportunidad para imaginar colectivamente la cuenca del río Santa María y, a partir de ese imaginario, actuar para su manejo integral desde, por y para las comunidades que la habitan.

Antecedentes

La subcuenca del río Santa María (Figura 1), forma parte de la cuenca del Pánuco que se caracteriza porque existen procesos de dominación de centros urbanos, extracción, demanda y degradación crecientes y una desigualdad que persiste ante la consideración potencial de trasvase de agua hacia ciudades del norte del país (Peña y Granados, 2021). Pertenece también a la Reserva de Biosfera Sierra Gorda. Se caracteriza por ser una región muy biodiversa y donde, además, se encuentran poblaciones silvestres vulnerables como la guacamaya verde (*Ara militaris*) (Grupo Ecológico Sierra Gorda, 2022). Asimismo, las extensiones forestales son de importancia para la infiltración, así como la presencia de ríos y manantiales, entre otros valores de conservación estratégicos. Por esa razón, ha sido decretada como una de las reservas de agua nacionales, con la finalidad de “lograr la

conservación del medio ambiente y los ecosistemas de una cuenca, dando sustento a todas las actividades que en ella se desarrollen fortaleciendo la gestión integrada de los recursos hídricos” (CONAGUA, 2011, p. 2; 2022).

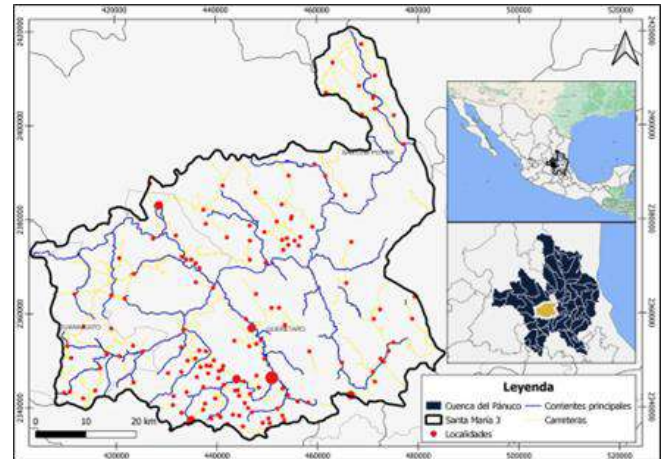


Figura 1. Mapa de la subcuenca del río Santa María y su localización respecto a la cuenca del Río Pánuco. Fuente: elaboración propia.

En 2018, el Poder Ejecutivo de México realizó 10 decretos presidenciales de Reservas de Agua, éstas son el volumen de agua para la protección ecológica de ríos y provisión de servicios ambientales, representando alrededor del 50 % del volumen de agua superficial del país (WWF, 2018).

Derivado de lo anterior, se formó en el año 2018 la Red de Monitoreo de Reservas de Agua, integrada por académicos, organizaciones civiles y comunidades en un esfuerzo de vigilancia del proceso de implementación de esos instrumentos de gestión. Se propuso además un proyecto para la definición de evaluación y monitoreo de cuencas hidrográficas en zonas piloto, el PRONACES AGUA 2021 “Ecohidrología para la sustentabilidad y gobernanza del agua y cuencas para el bien común” que incluye el poder establecer una visión común de la Cuenca para trabajar en conjunto, es decir, cómo se articulan los actores en nuevos esquemas de gobernanza para generar información para el cuidado del río y la cuenca, a partir de una alianza instituciones, comunidades y academia. Los resultados del

monitoreo ciudadano y científico habrían de ser utilizados a nivel municipal y en el Consejo de cuenca para la toma de decisiones. Para ello existen tres escalas de incidencia. En primer lugar, la formación y operación del grupo “Guardianes del Agua”. En este proceso se plantea como una estrategia para integrar y difundir conocimientos para la participación informada en la gestión del agua y de la cuenca a nivel local en la subcuenca. En segundo lugar, el grupo intersectorial “Montañas del Agua” formado por autoridades de CONANP, Municipios, UAQ, Ceibas A.C. y “Guardianes del Agua” se está formando para los acuerdos a nivel intermunicipal en la subcuenca. Finalmente, el “Grupo Especializado de Trabajo en Evaluación y Monitoreo” (GETEYM) para que los resultados del sistema de monitoreo sean considerados en las decisiones del Consejo de Cuenca del Pánuco.

En la subcuenca del Río Santa María, considerada uno de los sitios piloto en este proyecto, se han realizado talleres y encuentros con representantes de distintos sectores de la cuenca. Se incluyó también un proceso de construcción colectiva de los significados del río Santa María (Figura 2) y la cartografía participativa para la identificación de problemáticas en la cuenca de los cuales se encontraron como aspectos principales:

- 1) Deterioro del río (extracción de arena, poca corriente, exceso de carga de turismo, especies exóticas, deterioro del bosque ripario);
- 2) Falta de disponibilidad (poblaciones sin acceso al agua o con poca agua, requerimientos para la producción);
- 3) Contaminación (mal funcionamiento de las PTAR, agroquímicos, drenaje, minería);
- 4) Sobreexplotación de especies nativas y degradación.



Figura 2. Significados del río Santa María, obtenidos a partir del trabajo colectivo en los talleres de la RedMORA. Fuente: elaboración propia.

Ante estas problemáticas, los tres acuerdos centrales obtenidos de las reuniones y talleres coordinados por el grupo gestor de la Universidad Autónoma de Querétaro, donde participaron representantes de diferentes sectores de la cuenca (comunidades, académicos, prestadores de servicios, gobiernos locales) incluyen: 1) organizarnos como localidades e incrementar el interés de la sociedad (de aquí se deriva el acuerdo de formación del grupo “Guardianes del Agua”); 2) obtener información estratégica del agua y la cuenca y socializarla y 3) capacitar a la sociedad y de los “Guardianes del Agua”. A partir de estas tres propuestas, la generación de una visión común respecto a los valores de conservación, los aspectos relevantes para el monitoreo y el significado y rol de los Guardianes del agua serán una de las bases para el trabajo colaborativo en la búsqueda de mejoras en la gobernanza del agua y de la cuenca, a partir de un sistema de intercambio de información científica-comunitaria-gubernamental para la toma de decisiones.

Método

La metodología utilizada se basa en la observación participante y aplicación de estrategias didácticas de juegos cooperativos para responder tres aspectos propuestos por el grupo académico. Se trabajó en un primer taller realizado el 22 de septiembre de 2022 en la comunidad de Concá con un total de 12 asistentes.

1. Valores de conservación de la cuenca: Considerados como valores biológicos, ecológicos, sociales o culturales de excepcional importancia para los modos de vida locales. Para ello, se seleccionaron las categorías: a) sociocultural, b) económica, y c) ambiental (ecológica). Por lo que se expuso el significado de cada categoría y, mediante el dibujo de un río, los participantes colocaron en post it de tres colores (naranja: valores económicos, azul: valores socioculturales y verde: valores ambientales), los elementos que consideraron más importante en su cuenca para cada categoría. Posteriormente se observaron todos los resultados y se discutieron las coincidencias encontradas.
2. Elementos clave del monitoreo ciudadano del río: En este punto se expusieron los principales componentes del monitoreo ambiental ciudadano y se realizó una dinámica de identificación de elementos de interés para la comunidad sobre calidad ambiental.
3. “Guardianes del Agua”. Para dar significado desde lo local a la formación del grupo “Guardianes del Agua”, en una silueta se consideraron cinco interrogantes:
 - i. ¿Qué somos (como guardianes del agua)? (cabeza)
 - ii. ¿Qué queremos hacer? (brazos)
 - iii. ¿Qué podemos aportar (si consideramos las capacidades existentes)? (pecho)
 - iv. ¿Cuáles son las formas de movilización en el territorio? (piernas)
 - v. ¿Qué necesitamos para fortalecerlos? (alrededor del cuerpo)

Para realizar las tres actividades propuestas, se consideró que los participantes pudieran trabajar, ya sea de manera individual o por comunidad. Así, se consideró a las personas que no escriben o leen. Además, no se puso ninguna restricción de cantidad de respuestas. Así mismo, se respetó la forma en que nombraron todos los elementos plasmados.

Resultados

El grupo “Guardianes del Agua” actualmente está formado por 29 participantes (15 mujeres y 14 hombres) de las localidades Mesas de Agua Fría, Concá, Río El Carrizal, Tancama, Purísima, Puerto de Ayutla, Pinal de Amoles, Ahuacatlán, Jalpan, Río Escanela, Arroyo Seco, Vegas Cuatas, Ejido Tejamanil. En este taller participaron 12 integrantes que incluyen pobladores locales, proveedores de servicios ecoturísticos y representantes de ejidos.

Valores de conservación de la cuenca

Se realizó una explicación sobre el concepto de valores de conservación. Se dieron algunos ejemplos de los elementos que pueden ser considerados como valores biológicos, ecológicos, sociales o culturales de excepcional importancia para los modos de vida locales y desde la percepción particular de los participantes. Entre todos los participantes representaron el río e integraron los valores de conservación identificados para dar respuesta a las categorías seleccionadas: a) sociocultural, b) económica, y c) ambiental (ecológica). Se hizo una reflexión respecto a todos los valores asociados al río, el agua y la cuenca, desde las perspectivas de quienes la habitan, a fin de reconocer la interrelación en el sistema social y ecológico y aquellos valores que unen a las comunidades por su importancia.

En las figuras 3, 4 y 5, se observan los valores de conservación identificados a partir del taller realizado por el grupo interdisciplinario de la RedMORA-Cuenca del Pánuco. En cuanto a los que corresponden a la categoría “Culturales”, la mayoría de ellos se relacionan con actividades

recreativas y turísticas que son características de la región: cinco relacionados a la recreación, cinco al turismo, a la espiritualidad, y otros como conocimiento, autonomía, servicios ecosistémicos (bosque da aire y agua) y convivencia social.

Los valores de conservación asociados a la categoría Naturaleza (ecológicos), en su mayoría corresponden a especies de flora y fauna característicos de la zona y que son reconocidos como clave en la dinámica de la cuenca. Las especies más identificadas son el jabalí y el jaguar, seguido de ecosistemas de los cuales se reconocen dos sistemas acuáticos como humedales y manantiales; y los bosques de pino, encino, escobillo y roble se consideraron haciendo énfasis en su importancia por el rol que tienen en relación con el ciclo hidrológico y servicios ecosistémicos (ejemplo: por ellos llueve).



Figura 3. Valores de conservación culturales identificados para la subcuenca del río Santa María, obtenidos a partir del trabajo colectivo en los talleres de la RedMORA. Fuente: elaboración propia

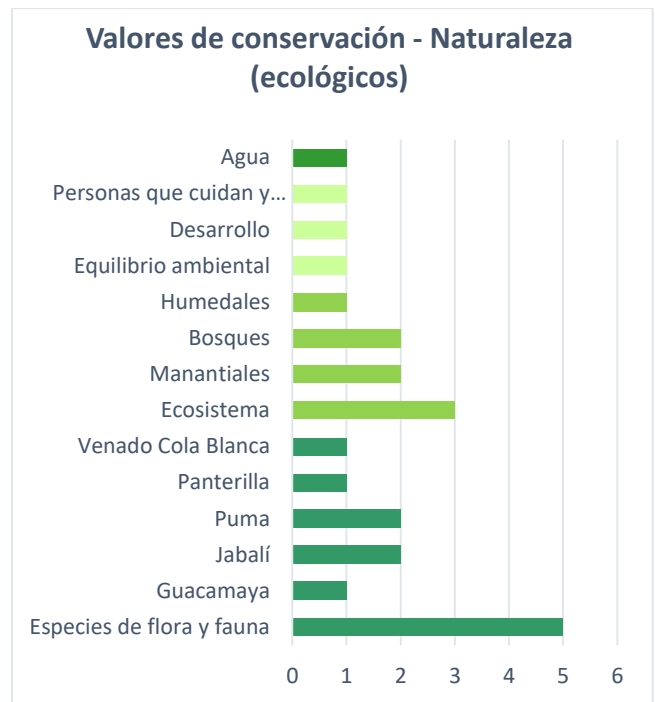


Figura 4. Valores de conservación naturales (ecológicos) identificados para la subcuenca del río Santa María, obtenidos a partir del trabajo colectivo en los talleres de la RedMORA. *Los resultados mostrados son tal y como fueron plasmados por los participantes. Fuente: elaboración propia.

En cuanto a los valores de conservación relacionados con actividades económicas, que sustentan los modos de vida locales, la mayoría de se relacionan con actividades agrícolas y ganaderas de base para la alimentación, así como actividades turísticas que se consideran con impactos contrastantes, ya que desde una óptica son recursos económicos externos de importancia para el mantenimiento de las comunidades, pero por otro lado se considera que impactan ante la falta de regulación. También se identifican dos valores relacionados con acuicultura y tres valores relacionados con extracción de agua y arena del río.

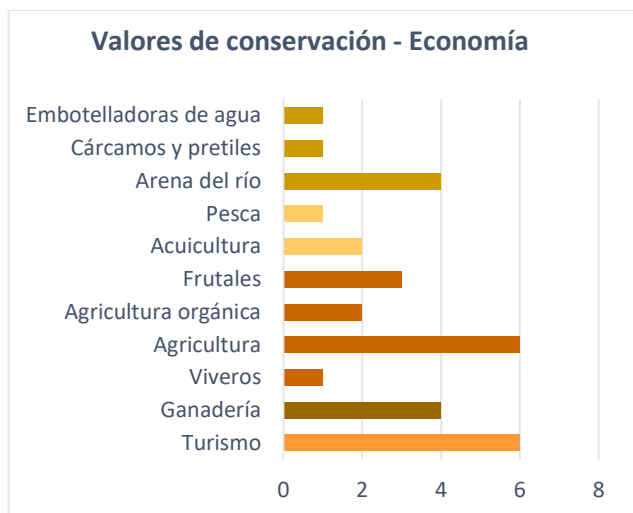


Figura 5. Valores de conservación económicos identificados para la subcuenca del río Santa María, obtenidos a partir del trabajo colectivo en los talleres de la RedMORA. Fuente: elaboración propia

Elementos clave del monitoreo ciudadano del río

Para la identificación de elementos clave del monitoreo ciudadano del río, se tomó como base el río construido de forma colectiva con los participantes. A partir de esa información se hizo la pregunta respecto a cuáles son aquellos aspectos que, para los participantes y desde sus comunidades, les parece relevante conocer y que les indiquen el estado de la cuenca y el río.

Los resultados se agruparon en tres categorías (figuras 6, 7 y 8): a) Flora y fauna, donde los indicadores más relevantes fueron el estado del ecosistema y la deforestación (la cual se relaciona a la preocupación por la tala clandestina que se ha observado en la región). 2) Río, donde se da mayor importancia a la cantidad de agua debido a la preocupación por la disminución del caudal en algunas temporadas y el aumento en temporada de lluvias, cuyos extremos representan un riesgo para el abastecimiento y para la seguridad de los pobladores. 3) Actividades humanas (impacto), donde las mayores preocupaciones se perciben por la extracción de arena, la contaminación por mal funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y otras descargas de actividades acuícolas y de centros de población, y el aumento de infraestructura cercana al río.

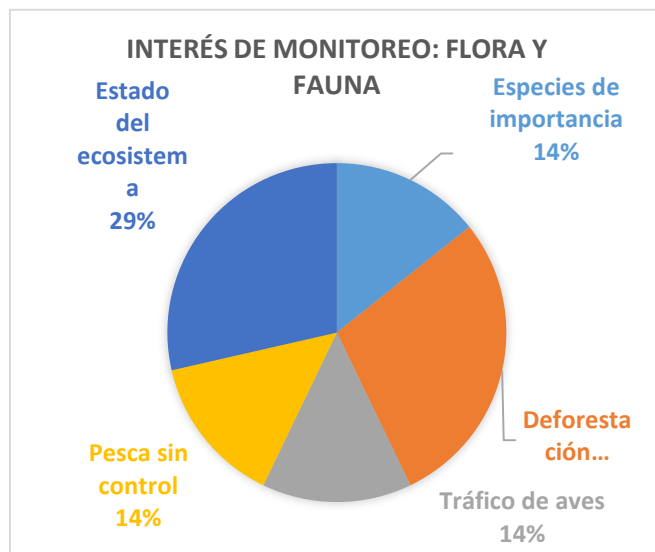


Figura 6. Intereses de monitoreo: Flora y Fauna, identificados para la subcuenca del río Santa María, obtenidos a partir del trabajo colectivo en los talleres de la RedMORA. Fuente: elaboración propia

Estos aspectos están vinculados con las problemáticas principales detectadas en el taller previo de cartografía participativa, por lo que los participantes de las comunidades mostraron interés en participar en un proceso de monitoreo ciudadano de calidad ambiental, con el objetivo de poder contar con información que les indique los impactos que están teniendo las actividades humanas sobre el río y la cuenca. Así, podrán utilizar esos datos para la toma de decisiones y la denuncia ciudadana.

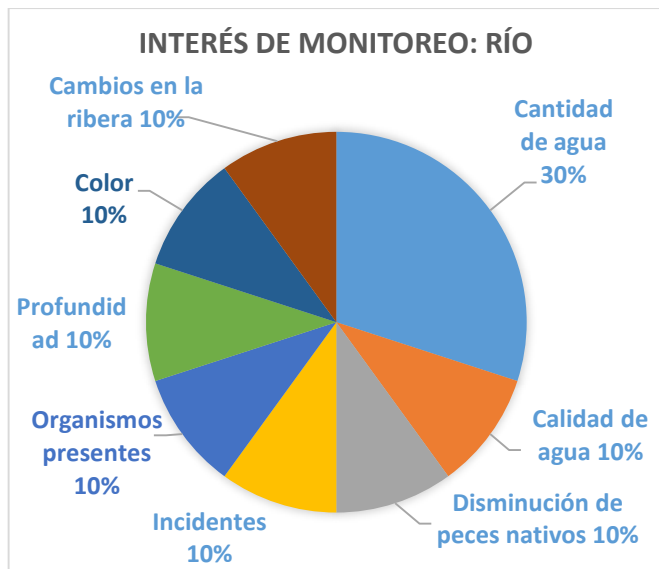


Figura 7. Intereses de monitoreo: Río, identificados para la subcuenca del río Santa María, obtenidos a partir del trabajo colectivo en los talleres de la RedMORA. Fuente: elaboración propia

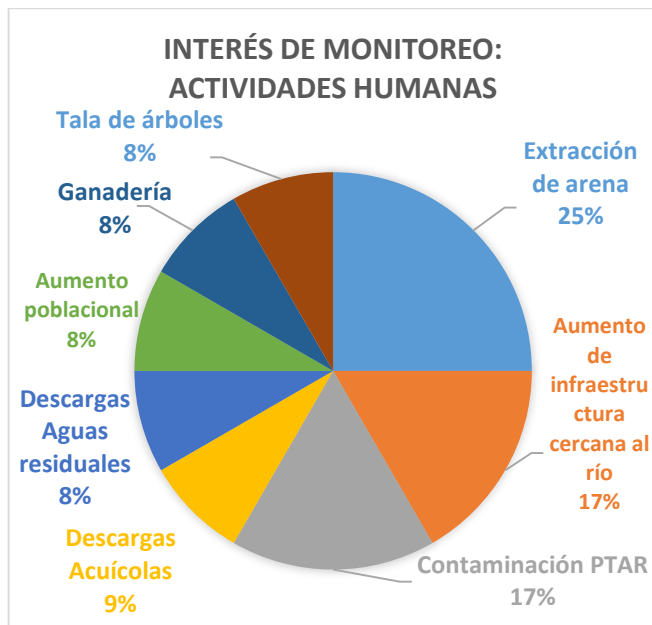


Figura 8. Intereses de monitoreo: Actividades humanas, identificados para la subcuenca del río Santa María, obtenidos a partir del trabajo colectivo en los talleres de la RedMORA. Fuente: elaboración propia

Los “Guardianes del Agua”

Para dar significado desde lo local a la formación del grupo “Guardianes del Agua”, se consideraron cinco interrogantes a reflexionar en grupo y plasmar en un dibujo colectivo de un “Guardián del

Agua”. Los participantes se dividieron en dos equipos y cada uno seleccionó a uno de sus integrantes para dibujar su silueta en rotafolios.

Cada equipo trabajó de forma conjunta en identificar las respuestas a las cuatro interrogantes que, de común acuerdo, fueron plasmando en el rotafolio y en cada parte del cuerpo del “Guardián del Agua” dibujado: ¿qué somos? (cabeza), ¿qué queremos hacer? (brazos y manos), ¿qué podemos aportar? (corazón), ¿cuáles son las formas de movilización en el territorio? (piernas) ¿qué necesitamos para fortalecernos? (espacio blanco en el rotafolio fuera de la cabeza del guardián del agua) y finalmente se integraron a partir de una reflexión colectiva (Figuras 9, 10, 11 y 12).

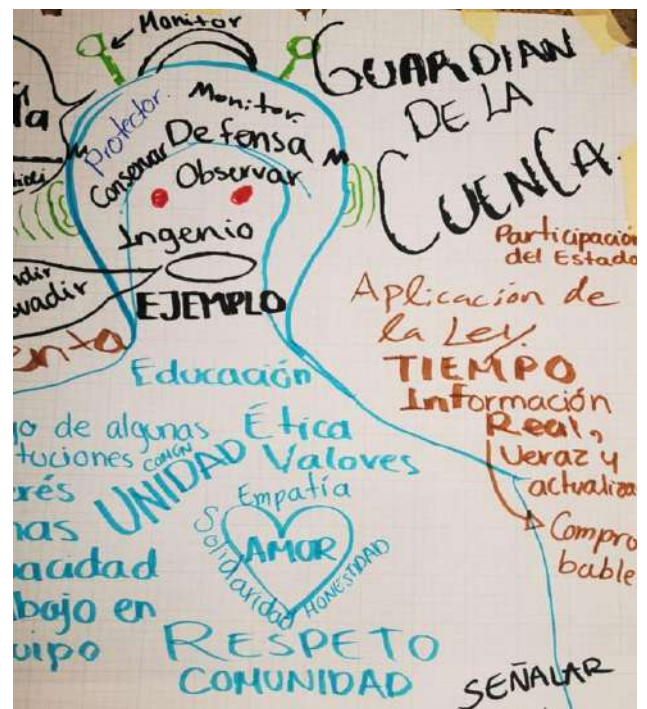


Figura 9. “Guardianes del Agua” y de la cuenca. Fotografía: Clara Tinoco (2022)



Figura 10. ¿Qué somos como “Guardianes del Agua” y la Cuenca? Fuente: elaboración propia, con información obtenida a partir del trabajo colectivo en el segundo taller de la RedMORA para la subcuenca del río Santa María



Figura 11. ¿Qué queremos hacer? Fuente: elaboración propia, con información obtenida a partir del trabajo colectivo en el segundo taller de la RedMORA para la subcuenca del río Santa María

Se identificaron también las formas de movilización en el territorio, que incluyeron desde la formación de comités específicos, cursos y talleres sobre el tema de cuencas y agua, reuniones

para integrar a la población y generar talleres de educación ambiental, fortalecer las organizaciones de la sociedad civil y otros grupos organizados ya existentes, realizar convenios de colaboración y retribuir o mantener algún tipo de fondo de contingencia ambiental que les permita operar.



Figura 12. ¿Qué tenemos para aportar? Fuente: elaboración propia, con información obtenida a partir del trabajo colectivo en el segundo taller de la RedMORA para la subcuenca del río Santa María

Las principales limitantes y los aspectos en los que requieren ser apoyados por el grupo RedMORA y otros actores de cuenca: capacitación, financiamiento, recursos, personalidad jurídica, tiempo, movilidad, información real, veraz, actualizada y comprobable, participación social y del Estado para la gestión del agua, la cuenca y la aplicación de la normatividad.

Discusión y conclusiones

A partir del trabajo colaborativo realizado con los participantes en el taller, se pudieron identificar los principales valores de conservación, aspectos de interés para el monitoreo comunitario y el papel de los grupos organizados en la figura de “Guardianes del Agua”. Tanto los valores de conservación como los aspectos de interés para el monitoreo adquieren mayor significado al considerarse en

relación con las problemáticas que se presentan y sus afectaciones al mantenimiento de los medios de vida locales, desde una perspectiva integral del río y la cuenca. De esta forma, se entrelazan en el imaginario colectivo, las relaciones entre el río y los ecosistemas que lo rodean y mantienen, las principales actividades que causan conflictos asociadas a procesos de extracción y aumento de demanda de bienes comunes como el agua, la biodiversidad acuática y espacios forestales en la cuenca y en la zona ribereña.

Reconocer estas percepciones sobre el río y la cuenca, que posteriormente serán vinculadas a la percepción de los otros actores de cuenca académicos y gubernamentales, será una primera aproximación para el entendimiento de los factores que movilizan a cada sector, así como la visibilización de los problemas y necesidades a nivel local que deben ser atendidos dentro de una visión integral de la cuenca.

El interés de los participantes para la formación del grupo “Guardianes del Agua” parte de la preocupación de los procesos extractivistas en la región que generan grandes desigualdades entre quienes tienen acceso al agua y otros recursos de la cuenca sin considerar las afectaciones a otros sectores. Por ejemplo el abastecimiento urbano por encima del rural, la extracción de arena y agua, la contaminación por descargas y actividades turísticas. Así, se buscó reconocer los impactos que amenazan sus medios de vida, tales como la contaminación y la pérdida de biodiversidad, así como la amenaza latente de la extracción de agua de esta cuenca para abastecer otras regiones y zonas metropolitanas de San Luis Potosí, Querétaro y Guanajuato, la posibilidad de uso del agua para fracking y las condicionantes de cambio climático, que representan importantes presiones externas a la cuenca que tienen incidencia en las injusticias hídricas que se presentan.

La identificación de las necesidades para operar como grupo de “Guardianes del Agua” inicia con el reconocimiento de requerimientos de capacitación en cuanto a la dinámica de la cuenca y para la obtención de información caracterizada

como “sistemática, proactiva, oportuna, regular, accesible, comprensible, y actualizada” (CEPAL, 2022, p. 21), pues se considera que no existe suficiente información, ésta no es difundida hacia las comunidades, se desconfía de la información y las instituciones o bien, se considera que hay datos y estudios cuyo acceso se limita a las instituciones que la generan.

En este sentido, el fortalecimiento de las capacidades de organización, aprendizaje colectivo sobre la cuenca y la obtención de información a partir de esquemas colaborativos, es un estímulo a la participación ciudadana para la gestión informada del territorio de incidencia (Uribe, 2019). Esta integración entre los problemas sentidos desde la percepción comunitaria y la necesidad de tener información para medir los impactos, tomar decisiones de manejo e, incluso, para la exigencia de la regulación de actividades económicas a partir no sólo de la acción gubernamental, sino de la vigilancia y monitoreo desde y por las comunidades. Así, la propuesta representa tanto una demanda sentida desde la población como una oportunidad para que, desde la vinculación academia-gobierno-comunidad, se articulen acciones hacia el objetivo común, es decir, a través de la diversidad de percepciones se puede construir una visión integrada con objetivos en colectivo, donde se priorice el agua como un bien común.

Como primera aproximación, se concluyó que es importante mejorar la forma en la que se maneja el agua, los ríos y las cuencas para el bien común, así como la generación de información a partir del monitoreo y vigilancia ciudadana y en colaboración con el sector gubernamental y académico. Asimismo, es necesaria la democratización de esta información a partir de la integración de conocimientos y su difusión desde de las organizaciones locales. Esto puede ser un detonante para transitar hacia una la participación informada, proactiva y funcional que permita evidenciar dónde y cómo se presentan estas

problemáticas y sus impactos en la cuenca, así como demandar mejores soluciones e involucrar en ellas a los actores de cuenca desde la responsabilidad compartida y la construcción de alianzas para la defensa, conservación y gestión desde una visión común de integridad de la cuenca.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte de los resultados del PRONAI 318956 “Ecohidrología de la sustentabilidad y gobernanza del agua y cuencas para el bien común” del PRONACES-AGUA del CONACYT

Referencias

- Acosta, E. (2020). Saberes ancestrales y gestión comunitaria del agua frente a su apropiación y la imposición de megaproyectos en el estado de Puebla. Argumentos. *Estudios Críticos De La Sociedad*, 2(93), pp. 59-81. <https://doi.org/10.24275/uamxoc-dcsh/argumentos/202093-03>
- Cagüañas, D., Galindo Orrego, M. I., & Rasmussen, S. (2020). El Atrato y sus guardianes: imaginación eco política para hilar nuevos derechos. *Revista Colombiana de Antropología*, 56(2), pp. 169-196. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/1050/105064118007/105064118007.pdf>
- Calambás, J. (2019). *Guardianes del agua, una mirada desde la comunidad Misak de Silvia - Cauca*. Bogotá. Universidad Externado de Colombia. Recuperado de: <https://bdigital.uexternado.edu.co/server/api/core/bitstream/c8da391b-1ea9-46a4-83e7-396bb751aac7/content>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2022). Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43595/S2200798_es.pdf
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2011). Identificación de reservas potenciales de agua para el medio ambiente en México. Recuperado de: <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/sqt-3-11media.pdf>
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2022). Programa Nacional de Reservas de Agua (PNRA) para el Medio Ambiente URL: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/programa-nacional-de-reservas-de-agua-pnra-para-el-medio-ambiente>.

- Grupo Ecológico Sierra Gorda (2021). rRecuperado de: <https://sierragorda.net/reserva-de-la-biosfera-sierra-gorda/>
- Hombres, L., Boelens, R., Bleeker, S., Duarte-Abadia, B., Stoltenborg, D., Vos, J., & Roldán, D. (2020). Gubernamentalidades del agua: la conformación de los territorios hidrosociales, los trasvases de agua y los sujetos rurales-urbanos en América Latina. *A&P Continuidad*, 7(12), pp. 10-19. DOI: <https://doi.org/10.35305/23626097v7i12.247>
- Palacio Tamayo, Dolly Cristina. 2022. “Agua, colaboración y bienes de uso común, más allá de lo humano. Aprendizajes en el borde sur de Bogotá”. *Trabajo Social* 24 (2): pp. 29-60. Bogotá: Departamento de Trabajo Social, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Colombia. DOI: 10.15446/ts.v24n2.98845
- Peña, F., y Granados, L. E. (2021). Archipiélagos urbanos. El trasvase como dispositivo de la desigualdad hídrica persistente en México. *Región y sociedad*, 33, e1439. doi: 10.22198/rys2021/33/1439
- Tinoco, C., Julio, N., Meirelles, B., Pineda, R., Figueroa, R., Urrutia, R., & Parra, Ó. (2022). Water Resources Management in Mexico, Chile and Brazil: Comparative Analysis of Their Progress on SDG 6.5.1 and the Role of Governance. *Sustainability*, 14(10), pp. 5814. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14105814>
- Uribe, P. (2019). Experiencias de aprendizaje social de adolescentes que participaron en el Programa Guardianes del río Silao y Mapa Verde en Irapuato, Guanajuato. En: De la Fuente J. y A. Martínez “Estrategias y prácticas innovadoras La educación ante el siglo XXI”. Universidad Nacional Autónoma de México. 143-166 pp.
- WWF. (2018). *Ecosistemas de agua dulce*. Página WWF. Recuperado de: https://www.wwf.org.mx/que_hacemos/agua_dulce/

