

REVISTA DE

EL COLEGIO DE SAN LUIS

Nueva época • año XI, 22 • enero a diciembre de 2021

**Vulnerabilidad sociohídrica
en comunidades del río Sonora**
Un enfoque para los estudios
de seguridad hídrica

Sociohydric Vulnerability in Sonora
River Communities
An Approach to Water Security Studies

Rolando Enrique Díaz-Caravantes

Fernanda Elizalde Castillo

Pablo Escoboza

Revista multidisciplinaria enfocada
en las Ciencias Sociales y las Humanidades

REVISTA DE EL COLEGIO DE SAN LUIS

DIRECTOR

Fernando A. Morales Orozco

CONSEJO CIENTÍFICO (2021-2024)

Flavia Daniela Freidenberg Andrés, *Universidad Nacional Autónoma de México*
Aurelio González Pérez, *El Colegio de México*
Omar Alejandro Higashi García, *Universidad Autónoma Metropolitana campus Iztapalapa*
Jennifer L. Jenkins, *The University of Arizona*
Silvia Mancini, *Université de Lausanne*
Juan Ortiz Escamilla, *Universidad Veracruzana*
Elodie Razy, *Université de Liège*
Antonio Saborit, *Instituto Nacional de Antropología e Historia*
Martín Sánchez Rodríguez, *El Colegio de Michoacán*
Maria Cristina Secci, *Università degli Studi di Cagliari*
Pedro Tomé Martín, *Consejo Superior de Investigaciones Científicas*
Ricardo Uvalle Berrones, *Universidad Nacional Autónoma de México*
Rosa Gabriela Vargas Cetina, *Universidad Autónoma de Yucatán*

COMITÉ EDITORIAL

Neyra Alvarado
Agustín Ávila
Sergio Cañedo
Javier Contreras
Julio César Contreras
Norma Gauna
José A. Hernández Soubervielle
Marco Chavarín

EDICIÓN

Jorge Herrera Patiño / *Jefe de la Unidad de Publicaciones*
Diana Alvarado / *Asistente de la dirección de la revista*
Pedro Alberto Gallegos Mendoza / *Asistente editorial*
Adriana del Río Koerber / *Corrección de estilo*

COORDINADOR DE ESTE NÚMERO

Fernando A. Morales Orozco

DISEÑO DE MAQUETA Y PORTADA

Ernesto López Ruiz



PRESIDENTE

David Eduardo Vázquez Salguero

SECRETARIO ACADÉMICO

José A. Hernández Soubervielle

SECRETARIO GENERAL

Jesús Humberto Dardón Hernández

La Revista de El Colegio de San Luis, nueva época, año XI, número 22, enero a diciembre de 2021, es una publicación continua editada por El Colegio de San Luis, A. C., Parque de Macul 155, Fraccionamiento Colinas del Parque, C. P. 78294, San Luis Potosí, S. L. P. Tel.: (444) 8 11 01 01. www.colsan.edu.mx, correo electrónico: revista@colsan.edu.mx. Director: Fernando A. Morales Orozco. Reserva de derechos al uso exclusivo núm. 04-2014-030514290300-203 / ISSN-E: 2007-8846.

D. R. Los derechos de reproducción de los textos aquí publicados están reservados por la Revista de El Colegio de San Luis. La opinión expresada en los artículos firmados es responsabilidad del autor.

Los artículos de investigación publicados por la *Revista de El Colegio de San Luis* fueron dictaminados por evaluadores externos por el método de doble ciego.

VULNERABILIDAD SOCIOHÍDRICA EN COMUNIDADES DEL RÍO SONORA UN ENFOQUE PARA LOS ESTUDIOS DE SEGURIDAD HÍDRICA

Sociohydric Vulnerability in Sonora River Communities An Approach to Water Security Studies

ROLANDO ENRIQUE DÍAZ-CARAVANTES*
FERNANDA ELIZALDE CASTILLO**
PABLO ESCOBOZA***

RESUMEN

En este trabajo se analizan las amenazas y las vulnerabilidades que dificultan la seguridad hídrica en comunidades del río Sonora. Se realizaron 40 entrevistas a usuarios de agua para uso agrícola y a encargados del agua potable en 14 comunidades del río Sonora. Las principales amenazas encontradas son la sequía, el desabasto de agua y la contaminación, y en el caso de las comunidades periurbanas, a estas se le suma el crecimiento de la ciudad de Hermosillo. Ante tales amenazas, se encontró una gran vulnerabilidad sociohídrica, pues la mayoría considera que no tiene capacidad técnica, política, económica, institucional y social que le permita contar con agua suficiente para realizar sus actividades. Una limitación del estudio es que explora solamente la vulnerabilidad. No obstante, contribuye a entender aquellos elementos internos que aumentan la inseguridad hídrica. Se concluye que en las comunidades está presente la inseguridad *hídrica* y la vulnerabilidad sociohídrica porque no tienen disponibilidad sustentable del agua en cantidad y calidad suficientes.

PALABRAS CLAVE: VULNERABILIDAD SOCIOHÍDRICA, SEGURIDAD HÍDRICA, RÍO SONORA, COMUNIDADES, AMENAZAS.

* El Colegio de Sonora. Correo electrónico: rdiaz@colson.edu.mx

** El Colegio de Sonora. Correo electrónico: fernandaelizalde@gmail.com

*** El Colegio de Sonora. Correo electrónico: pablo-1994@live.com.mx

ABSTRACT

The objective of this work is to analyze the hazards and vulnerabilities that hinder water security in communities of the Sonora River. 40 interviews were conducted with users of water for agricultural use and those in charge of drinking water in some localities in the peri-urban area of Hermosillo and Ures. The main threats found are drought, water shortages and pollution, and in the case of peri-urban communities, the growth of the city of Hermosillo was added. Faced with these threats, a great sociohydraulic vulnerability was found, since most consider that they do not have the technical, political, economic, institutional and social capacity that allows them to have enough water to carry out their activities. It is concluded that sociohydraulic insecurity and vulnerability are present in the communities, as they do not have sustainable availability of water in sufficient quantity and quality, as a consequence of the conjunction of various dimensions that limit their ability to respond adequately.

KEYWORDS: SOCIOHYDRIC VULNERABILITY, WATER SECURITY, SONORA RIVER, COMMUNITIES, THREATS.

Fecha de recepción: 14 de mayo de 2021.

Dictamen 1: 8 de julio de 2021.

Dictamen 2: 3 de septiembre de 2021.

DOI: <http://dx.doi.org/10.21696/rcsl112220211344>

INTRODUCCIÓN

Los principales retos de seguridad hídrica en México son la contaminación de los cuerpos de agua, los eventos hidrometeorológicos extremos, los crecientes conflictos por el agua y el deterioro ambiental de cuencas y acuíferos (Martínez-Austria, Díaz-Delgado y Moeller-Chavez, 2019). No obstante, la importancia de identificar a escala nacional estos retos es fundamental para conocer sus implicaciones en las cuencas y cómo se ven reflejados en las comunidades.

En tal sentido, en este estudio se busca esclarecer las particularidades en ese nivel. Desde la perspectiva de sus principales usuarios, nos proponemos determinar los problemas, las amenazas y las vulnerabilidades más significativos, tanto en el agua para uso agrícola como para consumo público urbano, en comunidades del municipio de Ures y en la zona periurbana de Hermosillo, dentro de la cuenca del río Sonora. El término *periurbano* hace referencia a un lugar que se encuentra cerca de un centro urbano, pero a la vez conserva ciertas características rurales, por lo que se encuentra inmerso en un proceso en el cual se interrelacionan bienes y servicios entre las zonas rurales y las urbanas (Díaz-Caravantes y Wilder, 2014).

La zona baja de la cuenca del río Sonora es una región de clima semidesértico. Tradicionalmente, sus comunidades han realizado actividades económicas de carácter agropecuario, lo cual implica la necesidad de fuentes constantes de agua. El abastecimiento de este recurso depende de la afluencia del río para la recarga de sus pozos. Por esta razón, la seguridad hídrica en esta zona se vio afectada a partir del derrame minero de 40 000 metros cúbicos de lixiviado ácido sobre el río Sonora en 2014 por parte de la empresa Buenavista del Cobre (Díaz-Caravantes *et al.*, 2021).

Este artículo se divide en tres partes. La primera de ellas corresponde a los antecedentes. En esta se expone el concepto de seguridad hídrica; de igual manera, se señala la importancia de incluir en el estudio de esta las dimensiones relativas a los conceptos de riesgo y vulnerabilidad, que permiten entender cómo la seguridad hídrica es amenazada o truncada en condiciones específicas, así como brindar una óptica que contribuya a la identificación de las capacidades de respuesta de las comunidades. Es sobre estas bases como cobra forma la propuesta conceptual de vulnerabilidad sociohídrica aquí planteada.

En el segundo apartado se expone la metodología. En él se detallan las condiciones sociales e hidrológicas de la cuenca del río Sonora. Se destaca que para el presente estudio cualitativo se realizaron 40 entrevistas semiestructuradas, entre marzo y octubre de 2016, a usuarios de agua tanto de uso agrícola como público

urbano: 22 en las comunidades del municipio de Ures y 18 en la zona periurbana de Hermosillo. Los ejes temáticos de las entrevistas fueron las características socio-demográficas, la percepción del riesgo, la disponibilidad hídrica, la vulnerabilidad institucional y la adaptación a la inseguridad hídrica.

En el tercer apartado se desarrollan los resultados. Se aprecia que, tanto en las comunidades del municipio de Ures como de la zona periurbana de Hermosillo, la seguridad hídrica se ha visto afectada por elementos que la obstaculizan, tales como la sequía, el desabasto, el crecimiento de la demanda de agua para la ciudad de Hermosillo y la contaminación del río Sonora en 2014. A su vez, el análisis de vulnerabilidad elaborado a partir del marco propuesto por Wilches-Chaux (1993) evidencia que estos obstáculos no podrán ser superados mientras no se resuelvan otros problemas como la desatención institucional, la insuficiencia en la autonomía política para las decisiones sobre el agua, así como la capacidad técnica y financiera.

ANTECEDENTES

La palabra *seguridad* se ha utilizado para referirse a la certeza frente a daños o perturbaciones como desastres naturales, enfermedades, pérdida de ingresos, delitos, disturbios políticos o amenazas militares. De tal forma que, como noción general, la seguridad hídrica hace alusión a la importancia del agua para asegurar la integridad de un territorio (Allouche, Nicol y Mehta, 2011).

El concepto y la metodología de la seguridad hídrica han sido aceptados ampliamente por los estudiosos del tema del agua. En una revisión bibliométrica, Octavianti y Staddon (2021) ubican 17 diferentes definiciones conceptuales y 90 metodologías de medición. Estos autores distinguen dos niveles de investigación en la literatura: uno son las mediciones a través de encuestas en hogares que se centran en el suministro de agua y el bienestar humano; y otro son las métricas basadas en datos secundarios a una escala mayor que el hogar que evalúan principalmente la disponibilidad de agua dulce.

Aunque hay una amplia variedad de definiciones de seguridad hídrica (Octavianti y Staddon, 2021), una aceptada y citada con frecuencia es la siguiente:

[...] disponibilidad de una cantidad y calidad del agua aceptable para la salud, los medios de vida, los ecosistemas y la producción, junto con un nivel aceptable de riesgos relacionados con el agua a las poblaciones, los ambientes y las economías (Grey y Sadoff, 2007, p. 545).

Como se observa, la definición implica dos partes: una relacionada con la disponibilidad y la seguridad del agua en un territorio; la otra, con los riesgos y la inseguridad hídrica (Lemos, Díaz-Caravantes y Varady, 2016).

Por su parte, Scott *et al.* (2013, p. 281) definen la seguridad de agua como la “disponibilidad sustentable de cantidades y calidades de agua para la resiliencia de sociedades y ecosistemas frente al incierto cambio global”. Esta definición, además de enfatizar la inseparable relación entre los sistemas socioecológicos, vincula el concepto con los desafíos del cambio global. Sin embargo, con frecuencia las alteraciones a escala nacional o local son las causantes de la inseguridad hídrica, como ocurrió en el caso del río Sonora, donde el evento del derrame de origen minero alteró la seguridad hídrica de la cuenca (Orozco y Rodríguez, 2020).

En México, entre los principales retos de la seguridad hídrica se encuentran la escasez del agua, la contaminación de los cuerpos de agua, los eventos hidrometeorológicos extremos como la sequía, los crecientes conflictos por el agua y el deterioro ambiental de cuencas y acuíferos (Martínez-Austria, Díaz-Delgado y Moeller-Chavez, 2019, p. 116). De acuerdo con Martínez-Austria *et al.* (2019), los principales factores desencadenantes de estos retos son el crecimiento de la población y la urbanización, la necesidad de una mayor producción de alimentos, los efectos del cambio climático y la deficiente gestión del agua. Algunos de estos retos y factores se relacionan con el cambio global, pero otros son de carácter endógeno del territorio en cuestión.

En las comunidades del río Sonora, un evento que afectó de manera contundente la seguridad hídrica de la cuenca ocurrió el 6 de agosto de 2014, cuando en las instalaciones de la compañía minera Buenavista del Cobre se produjo un derrame de 40 000 metros cúbicos de lixiviado ácido hacia uno de los arroyos que alimenta al río Bacanuchi, afluente, a su vez, del río Sonora (Orozco y Rodríguez, 2020). Reportes de dependencias federales indican que el derrame fue causado por la falla de un amarre en un tubo de polietileno en una de las piletas de lixiviados y la falta de una válvula en la piletta de demasías. Algunos de los contaminantes encontrados son cobre, arsénico, aluminio, cadmio, cromo, fierro, manganeso y plomo (SEMARNAT, 2014). Este evento se sumó a otros retos de la cuenca, como la sequía hidrológica recurrente, la competencia entre los usos del agua y algunos cambios en la gestión del agua (Díaz-Caravantes y Wilder, 2014). Analizar la manera en que el evento de contaminación hídrica de la mina coexiste con otras amenazas a la seguridad hídrica es parte del objetivo de este estudio.

Como han señalado algunos autores, en ocasiones es más sencillo referirse a la inseguridad hídrica que a la seguridad hídrica (Díaz-Caravantes *et al.*, 2020). Esta

es una de las conclusiones de Díaz-Caravantes *et al.* (2020), quienes, partiendo de una definición de seguridad hídrica urbana (Romero-Lankao y Gnatz, 2016), comparan cinco dimensiones (sociodemográfica, económica, tecnológica, ecológica y gobernanza) entre las ciudades de Mendoza (Argentina), Tucson (Estados Unidos) y Hermosillo (México).

Por esta razón, diversos autores han ajustado la lente de la seguridad hídrica para reconocer los límites de las intervenciones actuales para hacer frente a los escenarios imprecisos producidos por amenazas como los eventos extremos, lo cual los ha llevado a examinar la seguridad hídrica bajo el marco conceptual del riesgo y la vulnerabilidad (Ávila, 2008; Devineni, Perveen y Lall, 2013; Garrick y Hall, 2014; Holding y Allen, 2016). Garrick y Hall (2014) han sugerido un nuevo paradigma de desarrollo que coloca el riesgo al frente y fomenta la comprensión de las combinaciones de capacidades para gestionar los sistemas a través de los riesgos y caminos de desarrollo. Ávila (2008), en particular, aborda la relación del término *seguridad hídrica* con las diversas dimensiones de la vulnerabilidad: climática, por disponibilidad, por presión hídrica, por contaminación y por sectores productivos.

En resumen, una buena parte de la literatura sobre seguridad hídrica la relaciona con el concepto de riesgo, para el cual la vulnerabilidad es uno de los componentes, al igual que la amenaza y la exposición (IPCC, 2012). El término *vulnerabilidad* ha sido utilizado en una gran diversidad de acepciones para caracterizar la respuesta de los sistemas sociales y ecológicos ante diversas perturbaciones (Díaz-Caravantes, 2018). En un reporte que integra la ciencia del clima y la gestión del riesgo de desastres, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) define la vulnerabilidad como la propensión o predisposición interna a verse afectado adversamente (IPCC, 2012).

Un concepto ampliamente citado en la bibliografía latinoamericana sobre gestión de riesgos y que resulta de gran utilidad para este estudio es el de vulnerabilidad global, la cual se define como la interacción de una serie de factores y características que resulta en un “bloqueo” o incapacidad de una comunidad para responder adecuadamente ante un riesgo determinado (Wilches-Chaux, 1993, p. 23). Wilches-Chaux (1993) divide la vulnerabilidad global en diferentes ángulos o dimensiones que están en interacción dinámica: natural, física, ideológica, cultural, educativa, ecológica, institucional, técnica, económica, social y política. En este estudio, al estar enfocado, mediante el análisis de la vulnerabilidad, en la capacidad de gestión del agua de las comunidades del río Sonora, se considera que los últimos cinco ángulos de vulnerabilidad citados resultan especialmente relevantes porque

son los relacionados en mayor medida con las capacidades organizativas internas de las comunidades. Por esta razón, se presentan de manera explícita en el cuadro 1.

CUADRO 1. ÁNGULOS DE VULNERABILIDAD

Ángulo de vulnerabilidad	Definición
Técnico	Se refiere a la falta de tecnología para prevenir un riesgo o aprovechar recursos para un lugar que lo requiera; así como a las limitaciones existentes para el control y manejo adecuado de las tecnologías implantadas.
Económico	En los niveles local e individual, este ángulo se expresa en desempleo, insuficiencia de ingresos, inestabilidad laboral, dificultad o imposibilidad total de acceso a los servicios formales de educación, de recreación y de salud.
Social	Corresponde al nivel de cohesión interna que posee una comunidad. Una comunidad es socialmente vulnerable por la falta de relaciones entre vecinos, en la medida que estén ausentes los sentimientos compartidos de pertenencia y de propósito y no existan formas de organización de la sociedad civil.
Institucional	Se refiere a las acciones y la respuesta de las instituciones del Estado para afrontar las crisis de manera ágil y oportuna ante los cambios del entorno.
Político	Está íntimamente relacionado con lo social y considera el nivel de autonomía que una comunidad posee para la toma de las decisiones que la afectan.

Fuente: basado en Wilches-Chaux (1993).

Conviene aquí mencionar dos claves para este trabajo. Por un lado, están los conceptos de seguridad hídrica que coinciden en la importancia definitoria de contar con la cantidad y la calidad del agua aceptables (Grey y Sadoff, 2007; Scott *et al.*, 2013). Por otra parte, están las aportaciones de los estudios sobre vulnerabilidad que coinciden en definirla como la falta de capacidad de respuesta a las situaciones de riesgo (IPCC, 2012; Liverman, 2001; Wilches-Chaux, 1993). Basados en lo anterior y enfocando estas claves hacia la gestión del agua, proponemos en este estudio el concepto de vulnerabilidad sociohídrica, definida como la condición interna de las poblaciones humanas y los ecosistemas que les impide tener una disponibilidad de agua aceptable en cantidad y calidad, como consecuencia de la conjunción de diversas dimensiones que limitan su capacidad para responder de manera adecuada. Este concepto resume los ángulos de vulnerabilidad propuestos en el cuadro 1, los cuales están relacionados con la apropiada gestión del agua para lograr la seguridad hídrica.

METODOLOGÍA

Área de estudio

La cuenca del río Sonora está ubicada en el noreste-centro de Sonora, México, con un área total de 30 913 kilómetros cuadrados. La precipitación media anual de la cuenca es de 376 milímetros (Romo-León *et al.*, 2014). El río Sonora fluye hacia el suroeste, por 294 kilómetros, hacia la represa Rodolfo Félix Valdez (conocida como El Molinito), que tiene una capacidad de almacenamiento de 150 hectómetros cúbicos (hm^3), y, 23 kilómetros después, hacia la represa Abelardo L. Rodríguez, colindante con la ciudad de Hermosillo, y con una capacidad de almacenamiento de 219.5 hm^3 (Romo-León *et al.*, 2014). Según información hidrométrica, el río Sonora ha pasado de un caudal perenne, presente entre los años 1960 y 1995, a un régimen efímero, de 1995 a 2015 (CONAGUA, 2013). Entre estos dos periodos, la escorrentía anual disminuyó de un promedio de 134 hm^3 , en 1960-1995, a 34 hm^3 , en el último periodo. El agua de la cuenca del río Sonora se extrae principalmente de los acuíferos. De acuerdo con información recabada dos meses antes del derrame de origen minero ocurrido en 2014, poco más de 1 000 hm^3 de las concesiones inscritas en el Registro Público de Derechos de Agua (REPD), es decir, alrededor de 80 por ciento del volumen total concesionado en la cuenca, provenían de aguas subterráneas (CONAGUA, 2014).

Son 10 los municipios que se encuentran total o parcialmente dentro del área de la cuenca del río Sonora. Según el censo hecho en 2020 por el Instituto Nacional

CUADRO 2. MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL RÍO SONORA

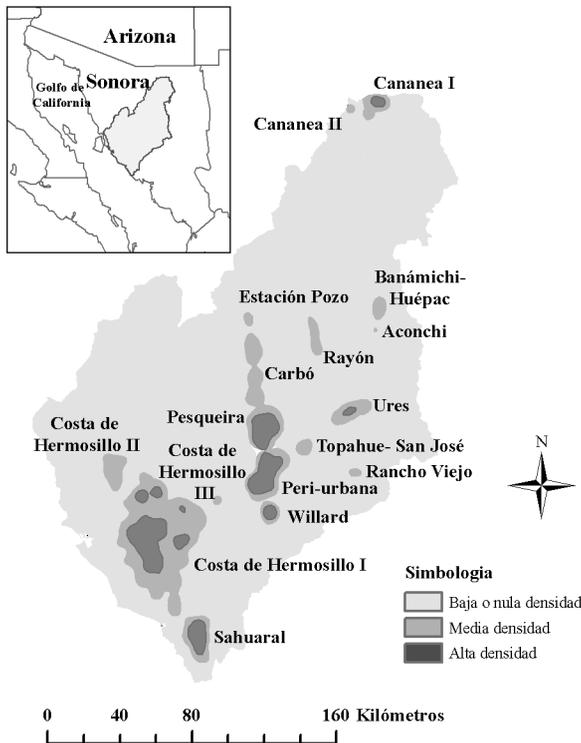
Municipio	Población
San Felipe de Jesús	369
Huépac	943
Bacoachi	1 475
Banámichi	1 825
Aconchi	2 563
Arizpe	2 788
Baviácora	3 191
Ures	8 548
Cananea	39 451
Hermosillo	936 263

Fuente: basado en INEGI (2021).

de Estadística y Geografía (INEGI, 2021), el municipio de mayor población es Hermosillo, con casi un millón de habitantes, seguido por Cananea, con cerca de 40 mil, y después por Ures, con casi nueve mil habitantes. La población de los siete municipios restantes oscila entre 369 y 3 191 habitantes.

Se seleccionaron dos áreas de estudio: la región de Ures y el área periurbana de Hermosillo, porque forman parte de las siete áreas con mayores densidades de extracción de agua subterránea, de acuerdo con un estudio geográfico realizado con datos de 2014 (Díaz-Caravantes *et al.*, s/f). Además, en estas dos áreas están las localidades con mayores casos de contaminación por arsénico (Díaz-Caravantes *et al.*, 2021); es decir, en ellas hay dos situaciones de amenaza a la seguridad hídrica: el desabasto de agua por la alta extracción y la contaminación del agua.

FIGURA I. ÁREAS DE ESTUDIO: URES Y PERIURBANA



Fuente: basado en Díaz-Caravantes *et al.* (s/f).

En 2020, en Ures había un total de 40 localidades, con una población de 7 420 habitantes (INEGI, 2021). El principal uso del agua es agrícola: 96 por ciento del volumen de esa región. En 2014 existían derechos de agua por un total de 27 hm³ de volumen anual (Díaz-Caravantes *et al.*, s/f).

Por su parte, en el área periurbana de Hermosillo, capital del estado de Sonora, en 2020 había un total de 213 localidades, con una población de 21 361 habitantes (INEGI, 2021). Además, dentro de esta área hay una gran cantidad de pozos que suministran agua a la ciudad. La presencia de estos pozos explica por qué el mayor uso en esa área es público urbano, 47 por ciento del volumen de esa área. En 2014 existían derechos de agua por un volumen anual alrededor de 102 hm³ (Díaz-Caravantes *et al.*, s/f). No obstante, en las comunidades rurales estudiadas, el uso del agua es predominantemente agrícola, la mayoría bajo la figura de una unidad de riego (Díaz-Caravantes y Wilder, 2014, p. 201).

En estas dos áreas se seleccionaron algunas de las comunidades con mayor población, las cuales se mencionan en el cuadro 3 según el número de habitantes en 2020.

CUADRO 3. COMUNIDADES DE ESTUDIO SEGÚN SU POBLACIÓN TOTAL EN 2020

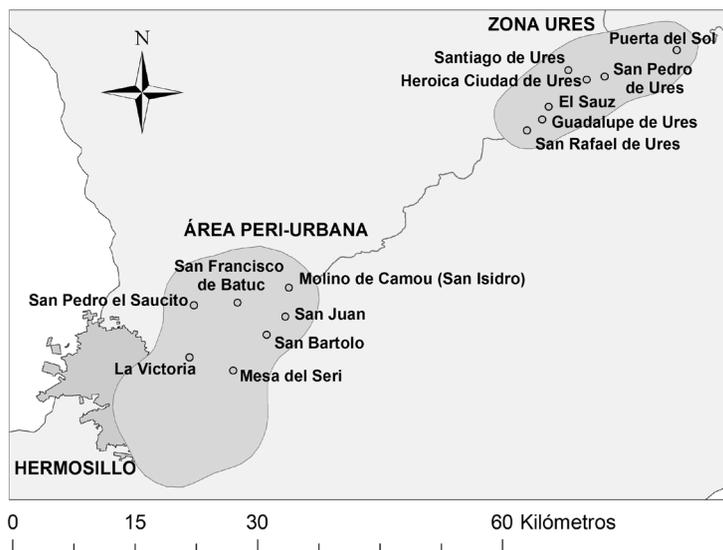
Área	Localidad	Población, 2020
Periurbana	San Pedro el Saucito	3 366
	La Victoria	2 237
	Molino de Camou	1 277
	Mesa del Seri	843
	San Francisco de Batuc	225
	San Bartolo	195
	San Juan	62
Ures	Heroica Ciudad de Ures	3 619
	San Pedro de Ures	1 453
	Guadalupe de Ures	904
	El Sauz	432
	San Rafael	333
	Santiago de Ures	267
	Puerta del Sol	149

Fuente: basado en INEGI (2021).

Como se observa en el cuadro 3, la población en las comunidades estudiadas es muy variada: desde más de tres mil habitantes en una comunidad hasta menos de cien en otra. Esta variedad es suficiente para representar las diversas realidades que se viven en las comunidades.

En la figura 2 se puede ver la ubicación de estas localidades en las zonas de estudio.

FIGURA 2. LOCALIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES DE ESTUDIO



Métodos

La entrevista es la técnica de recolección de información utilizada en esta investigación. En un primer momento, se aplicó una entrevista piloto de contenido de la entrevista. En un segundo momento, se aplicaron las entrevistas semiestructuradas con base en la técnica de bola de nieve. El guion temático final de la entrevista, con un total de 52 preguntas, fue el siguiente: 1) características sociodemográficas del entrevistado (siete preguntas); 2) percepción del riesgo (13 preguntas); 3) disponibilidad hídrica (tres preguntas); 4) vulnerabilidad socioeconómica (cinco preguntas); 5) capacidad de autogestión (ocho preguntas); 6) vulnerabilidad institucional (cinco preguntas), y 7) adaptación a la inseguridad hídrica (12 preguntas).

En estas comunidades se realizó un total de 40 entrevistas semiestructuradas de marzo a octubre de 2016. De estas, 22 corresponden a la región de Ures y 18 a las comunidades rurales del área periurbana de Hermosillo, como se indica en el cuadro 4.

CUADRO 4. PERSONAS ENTREVISTADAS SEGÚN LA LOCALIDAD DE RESIDENCIA Y EL USO DE AGUA

Área	Localidad	Público urbano	Agrícola
Periurbana	La Victoria	2	1
	Mesa del Seri	1	2
	Molino de Camou	1	2
	San Francisco de Batuc	1	1
	San Juan		2
	San Bartolo		1
	San Pedro el Saucito	1	3
	Subtotal	6	12
Ures	El Sauz	1	
	Guadalupe de Ures		5
	Puerta del Sol	1	3
	San Pedro de Ures	1	1
	San Rafael	1	2
	Santiago de Ures		3
	Heroica Ures	1	3
	Subtotal	5	17
Total	11	29	

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en el cuadro 4, de los entrevistados en Ures, 17 son usuarios agrícolas y cinco son encargados del abastecimiento público en su respectiva comunidad; en tanto, en las comunidades periurbanas, 12 son usuarios agrícolas y seis son responsables del agua de uso público para los hogares, de los cuales cinco pertenecen a organizaciones comunitarias del agua y solo uno es encargado de un organismo operador municipal del agua. 34 entrevistados son hombres y seis son mujeres. De los 40 entrevistados, cuatro cuentan con licenciatura; tres, con estudios de bachillerato o técnico; 18, con estudios básicos; cuatro no habían

recibido educación formal, y 10 de ellos no indicaron su escolaridad. La edad de los entrevistados oscilaba entre 46 y 75 años: 10 personas tenían entre 31 y 50 años; 19, entre 51 y 70; ocho, de 71 a 85 años, y tres no la especificaron.

Los participantes fueron entrevistados en diferentes sitios, principalmente en sus hogares, oficinas o lugares de trabajo. El criterio de inclusión de las personas entrevistadas se centró en que fueran usuarios del agua o encargados de administrar el recurso hídrico para uso público urbano. Para contactar a los potenciales informantes se utilizó, como ya se mencionó arriba, el método conocido como bola de nieve, que consiste en utilizar un contacto para reclutar a otro que, a su vez, puede poner al investigador en contacto con otra persona (Flowerdew y Martin, 2005, p. 117). En algunas ocasiones, cuando no se tenía un contacto previo, simplemente se visitaba alguna vivienda para preguntar dónde se podría localizar al encargado del agua o a algún agricultor.

A todas las personas entrevistadas se les solicitó su consentimiento informado verbal, reiterando el carácter voluntario de la participación y la confidencialidad de sus datos. Asimismo, se pidió permiso para grabar en audio las entrevistas. Estas fueron transcritas posteriormente. Los resultados se analizaron con el programa NVivo 10 en función de los ejes temáticos de la guía de entrevista descrita anteriormente. Para la codificación de la información se realizaron nodos temáticos y nodos subtemáticos, con el fin de compilar las entrevistas según estos nodos.

RESULTADOS

Principales problemas y amenazas de seguridad hídrica

Como se estableció en la revisión de la literatura, diversos expertos han abogado por retomar algunos elementos de la gestión del riesgo para analizar la seguridad hídrica (Ávila, 2008; Devineni, Perveen y Lall, 2013; Garrick y Hall, 2014; Holding y Allen, 2016). En consecuencia, comenzaremos este análisis identificando los principales problemas y amenazas de la seguridad hídrica. Cabe señalar que los llamados problemas se refieren a situaciones pasadas o contemporáneas al momento de la entrevista, mientras que las amenazas incluyen situaciones latentes y futuras respecto del agua (Díaz-Caravantes, 2018).

Los principales problemas y amenazas en torno al agua en Ures y en el área periurbana son la sequía, el desabasto de agua, el crecimiento de la ciudad de Hermosillo y la contaminación ocasionada por el derrame minero de 2014 (véase el cuadro 5).

CUADRO 5. PRINCIPALES PROBLEMAS PASADOS DEL AGUA EN EL RÍO SONORA

Problema pasado	Periurbana		Ures		Total
	Agrícola	Público urbano	Agrícola	Público urbano	
Sequía	6	2	8		16
Desabasto de agua	1	3	4	2	10
Crecimiento de Hermosillo	4				4
Contaminación	1	1	5	2	9
No contestó				1	1
Total	12	6	17	5	40

Fuente: elaboración propia.

El cuadro 5 hace patente que, de las 40 personas entrevistadas, 16 afirman que el principal problema en el pasado era la sequía; 10, el desabasto de agua; cuatro, el crecimiento de Hermosillo, y nueve, la contaminación. Si nos detenemos en este mismo aspecto según el tipo de uso del agua y área (filas de subtotales en el cuadro 5), vemos que todos los usuarios agrícolas afirman que han tenido problemas con la sequía. Los agricultores de Ures consideran también el desabasto de agua y la contaminación como problemas principales, y los periurbanos indican que la infraestructura desarrollada para la ciudad de Hermosillo ha sido un problema central. Por otra parte, los encargados del uso público urbano tanto del área periurbana como de Ures afirman que el desabasto de agua es el principal problema; los primeros suman a este la sequía y los segundos la contaminación.

En el cuadro 6 se resumen las principales amenazas futuras del agua en el río Sonora en los cuatro grupos de estudio.

CUADRO 6. PRINCIPALES AMENAZAS FUTURAS DEL AGUA EN EL RÍO SONORA

Amenaza	Periurbana		Ures		Total
	Agrícola	Público urbano	Agrícola	Público urbano	
Sequía	7	2	8		17
Desabasto de agua	4	1	2	2	10
Contaminación		2	5	3	10
Crecimiento de Hermosillo		1			1
Venta de tierras ejidales	1				1
No contestó			1		1
Total	12	6	17	5	40

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con el cuadro 6, 17 personas ven la sequía como la mayor amenaza; 10, el desabasto de agua; 10, la contaminación, y solo una persona, el crecimiento de Hermosillo. Al revisar la información por el tipo de uso de agua y área nos damos cuenta de que los usuarios agrícolas tanto de Ures como del área periurbana identifican el desabasto de agua y la sequía como futuras amenazas; aunque, entre los primeros, algunos opinan que la contaminación es la principal amenaza. En cuanto a los encargados del uso público urbano tanto del área periurbana como de Ures, estos señalan la contaminación como la amenaza principal, seguida del desabasto de agua. Los encargados del área periurbana agregan la sequía como un peligro.

Ahora revisaremos algunos de los testimonios que señalan los cuatro aspectos mencionados: sequía, desabasto de agua, crecimiento de Hermosillo y contaminación. La sequía es muy importante para los habitantes del río Sonora, ya que la economía de la región depende del sector agropecuario. La mayoría de los usuarios agrícolas refiere que la sequía ha sido el principal problema que han tenido en el pasado y, por lo tanto, supone que será la principal amenaza en el futuro. Como señala un entrevistado, en el río Sonora “ha sido una sequía toda la vida, nunca ha habido agua aquí” (anónimo 1, 2016, uso agrícola, Santiago de Ures).

Si bien todos los años se presentan las temporadas de lluvia, estas no son suficientes para garantizar que haya agua en el río durante todos los meses y, con ello, poder regar las tierras de cultivo o, en su caso, para el abasto de los abrevaderos.

Pues va a llover, todos los años llueve, pero cae una poquita; que caiga una llovidita buena, ya aguanta el río, nomás que crezca el río [...]. Hasta abril aguantó, ya hasta abril, se acabó; del tamaño que salga la creciente, grandota o chiquita, hasta abril nomás (anónimo 1, 2016, uso agrícola, Santiago de Ures).

Al no contar con agua, quienes tienen ganado intensifican el trabajo durante el verano, pues deben llevar el agua desde las comunidades hasta los abrevaderos, lo cual genera una tensión en sus comunidades por utilizar para este fin el agua destinada para uso público urbano. Además, deben comprar forraje porque en ese periodo no hay alimento suficiente en el agostadero o en sus sembradíos.

Flacas, flaquitas estaban; están en el monte, allá se muere una que otra. Todos los días se la estoy llevando [el agua]. Sí es mucho trabajo y todavía le queda un mes. Es mucho gasto, la gasolina y luego estar pagando el agua (anónimo 2, 2016, uso agrícola, Puerta del Sol).

Si bien expresan que tienen esperanza de que ya no haya sequías en el futuro, prevén que si se suscitan, tendrán que sembrar menos hectáreas y vender el ganado, como ya ha ocurrido en otras ocasiones. Sobre esto último un entrevistado comenta:

Si no llueve en este tiempo, los pozos para la siguiente temporada se van a bajar más, y volvemos otra vez a lo mismo, a batallar con el agua otra vez: si sembrábamos cuatro hectáreas vamos a sembrar la mitad, y así se va a ir yendo [...]. Que vamos a tener que volver a vender ganado (anónimo 1, 2016, uso agrícola, Santiago de Ures).

Los encargados del agua para uso público urbano también mencionan que se han visto perjudicados por la sequía, ya que no han tenido agua para las comunidades. Incluso, un entrevistado dijo que entre 2009 y 2013 no hubo agua para consumo humano, por lo que se tuvo que recurrir al uso de camiones cisterna o pipas para abastecer de agua a la población:

El 80 por ciento del territorio agrícola se dejó de sembrar en esos años. Sí, de hecho, en el municipio no había agua potable para consumo urbano. Hubo muchos problemas; tuvieron que perforar como diez, once pozos del agua potable, en ese periodo de 2009-2013, y de agrícola pues ocupa más agua [...]. De hecho, tuvimos que traer pipas para acarrear agua de otros pozos donde había agua agrícola; las potabilizamos para darle agua a la gente. Hubo pozos que eran de diez pulgadas; con pipas dábamos abastecimiento, pero estuvo muy feo y ojalá no se repita en muchos años (anónimo 3, 2016, uso agrícola, San Pedro de Ures).

El desabasto de agua para uso agrícola en Ures y en el área periurbana tiene diferentes causas, entre ellas están los límites de extracción de agua impuestos por las instituciones. Por ejemplo, de acuerdo con los entrevistados, en San Rafael de Ures y San Juan no falta el agua en los pozos, pero no pueden utilizarla, y señalan que en la actualidad hay una medición muy estricta de parte de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Porque ahorita están cortos los millares de los pozos por la CONAGUA, no como antes, antes estaba libre, pues ahorita hay medidor en el pozo, está checado todo, y antes no, estaba libre, muy suave, podrías regar todo lo que tú quisieras, y ahora no [...]. Pos, cada tierra tenía doce horas, ahorita tienen seis [...]. Muchos no riegan porque tienen miedo que nos quiten el agua, si viene otra multa, o algo [...], pues, pueda. ¿Y de qué nos sirven las tierras? De nada, ¿verdad? ¿Para qué queremos una tierra sin agua? (anónimo 4, 2016, uso agrícola, San Rafael).

Los problemas en la infraestructura contribuyen al desabasto de agua señalado en las distintas localidades, en las cuales, si bien cuentan con agua, no tienen la presión suficiente para poder realizar las tareas domésticas. Por ejemplo, en San Francisco de Batuc hubo problemas con el medidor del nivel de agua del tinaco de la comunidad durante dos meses, lo que obligaba a los encargados del agua a ir con frecuencia a encender y apagar manualmente la bomba para el tinaco.

Pues ese, el desabasto, de que todo el tiempo, por una cosa u otra, no tenemos el agua. El pozo sí da mucha agua, pero no está bien administrado. El pozo no lo controlan bien; necesita estar viniendo seguido a estarlo checando; si necesita darle más al reloj, hay que darle más, y no. La gente de Agua de Hermosillo no está trabajando bien como debería (anónimo 5, 2016, uso público urbano, San Francisco de Batuc).

Además, el tinaco, con más de 30 años de uso, tenía agujeros por los que se filtraba y desperdiciaba el agua. Estos problemas en San Francisco de Batuc no son los únicos, ya que se le suma la baja calidad del agua. Uno de los entrevistados refiere que el agua de dicha localidad no es apta para beber porque no está potabilizada y tiene sarro, lo cual ha hecho que desarrollen piedras en los riñones (anónimo 5, 2016, uso público urbano, San Francisco de Batuc).

Otro de los problemas de infraestructura del agua para uso público urbano es el que experimentan en Ures, donde las bombas y los filtros de abastecimiento ya han rebasado su vida útil. En adición, según el encargado del sistema de abastecimiento de agua, la población de dicha localidad no contribuye a la buena administración del recurso hídrico, ya que, después de instalar medidores en los hogares para mejorar la infraestructura del agua en las viviendas, los usuarios los retiraron (anónimo 6, 2016, uso público urbano, Ures).

Respecto al crecimiento de la ciudad de Hermosillo, los usuarios agrícolas del área periurbana manifiestan que se han visto afectados por dicho fenómeno, primordialmente por la construcción de la presa El Molinito.

Desde la construcción de la presa El Molinito, entonces el río Sonora ya no llegó para acá, entonces los pozos que teníamos a cielo abierto se abatieron totalmente, entonces qué pasa con el acueducto para alimentar a la ciudad de Hermosillo de agua (anónimo 7, 2016, uso agrícola, Mesa del Seri).

Esta presa se construyó en 1990-1991 como parte de un programa especial para Hermosillo, con la intención de servir como “protectora”, ya que en años anteriores se habían presentado inundaciones en la capital; además, es parte de un sistema de abastecimiento de agua para la ciudad (Díaz-Caravantes y Wilder, 2014).

Dos de los entrevistados aseguran que la construcción de la presa no fue lo único que perjudicó a los agricultores de la región, sino también el acueducto que se construyó entre la presa El Molinito y la ciudad, porque no deja correr el agua por el río, sino que la envía entubada hasta la ciudad, por lo cual ya no se recargaba el manto acuífero y los pozos se abatieron.

El acueducto del Molinito de Hermosillo es el que nos afectó, porque si no fuera por ese acueducto, al momento de que, lo que tuviera de agua la presa, la iban a soltar; aunque tuviera veinticinco millones, le iban a soltar cinco millones, que en diez días que lo soltaran se nos recarga el pozo. Pero la cuidan porque saben que están jalándola para allá; ya ves el problema que tiene, de que sí, que no del acueducto Independencia en el Novillo (anónimo 8, 2016, uso agrícola, San Juan).

Además de la infraestructura de la presa El Molinito, los usuarios agrícolas han sido afectados por la construcción de una batería de pozos en el área periurbana para abastecer a Hermosillo. En 2017, en el área periurbana había alrededor de 33 pozos que captaban una tercera parte del agua que abastecía a la ciudad (AguaH, 2017), pozos de mucha mayor profundidad y capacidad que los pozos agrícolas de las comunidades estudiadas (Díaz-Caravantes y Wilder, 2014).

En lo relativo a la contaminación del agua, cinco de los entrevistados la consideran el principal problema, el cual se proyectará hacia el futuro. Esta contaminación se relaciona, en mayor medida, con el derrame minero ocurrido en el río Sonora en 2014. Dicho derrame ocasionó diversas afectaciones en la región: desabasto de agua por el cierre de los pozos que estuvieran a menos de 500 metros del río, pérdidas económicas y, por último, los habitantes de la región señalan que hay incertidumbre acerca de la calidad del agua para uso agrícola. Como se señala en el estudio de Díaz-Caravantes *et al.* (2021), desafortunadamente solo se monitorearon los pozos para uso doméstico de las localidades del río Sonora, pero no los pozos agrícolas. Además, de los pozos urbanos, únicamente en seis localidades se instalaron plantas potabilizadoras y solo en dos de ellas funcionaban de manera adecuada.

El derrame afectó la economía porque, al no poder regar las siembras por el cierre de pozos, muchos de los agricultores perdieron sus cosechas; en tanto, los

que sí lograron cosechar no pudieron vender sus productos porque los compradores desconfiaban de ellos.

No quieren comprar ni el ajo. Y uno va y le miente a la gente y es peor; a la otra ya no quieren comprar. Le dice uno que es del Rayón, y la gente sabe que nunca siembran ajo para allá, y ya no. Tienen miedo comprarle [...] pues esto, no quieren el maíz, no quieren el elote (anónimo 9, 2016, uso agrícola, Guadalupe de Ures).

Los encargados del agua para uso público urbano también indican que se vieron afectados por el cierre de pozos y que, si bien les entregaban agua por medio de camiones cisterna, esta no era suficiente. Para solucionar el problema ocasionado por la contaminación, se construyeron pozos más alejados del río, como fue el caso de San Pedro de Ures. Sin embargo, de dicho pozo no se podía extraer el agua suficiente para abastecer a toda la población.

O sea, el pozo antes de la contingencia está en la veda del río, es un pozo con muchísima agua. No había ningún problema; a partir de ahí se vinieron los problemas de agua, que no alcanza lo que está sacando este [...]. En agosto del 14 fue lo de la contaminación. El pozo tendrá un año y medio que está trabajando y ya tiene problemas; es que muchas veces como está jalando, y está jalando aire en lugar de agua, entonces se quema, pues no llega al nivel, está sacando tierra, arena; se tienen que quemar las bombas porque no hay agua (anónimo 10, 2016, uso público urbano, San Pedro de Ures).

Cuando se atendió el impacto del derrame se entregaron tinacos para las viviendas, pero no los utilizan porque la mayoría del tiempo no cuentan con suficiente agua para almacenar: “ese Rotoplas [tinaco] yo lo tengo nomás de lujo, nunca me ha echado el agua, no llega el agua, nunca me ha subido” (anónimo 10, uso público urbano, San Pedro de Ures).

Las proyecciones hacia el futuro no son alentadoras, ya que consideran que tendrán problemas de salud por la contaminación y que, a causa de los problemas económicos suscitados por el derrame, como perder el empleo y no poder vender los productos típicos de la región, el panorama es complicado.

Nos vamos a morir porque estamos contaminados. No va a haber próximos años, nos vamos a morir porque vamos a tener hambre, porque no tenemos trabajo. Y el producto a quién se lo vamos a vender. A nadie, porque nadie lo va a comprar porque estamos contaminados.

No nos quieren dar ni un abrazo a nosotros, porque, pues porque estamos contaminados. De dónde eres. De Ures. ¡Ah no te quiero ya! Se les acaba el amor. Estamos contaminados. No hay futuro aquí ya; el gobierno nos dejó sin futuro (anónimo 10, 2016, uso público urbano, San Pedro de Ures).

Las diversas amenazas mencionadas por los entrevistados no se presentan de manera aislada, sino que la sequía, el desabasto de agua, el crecimiento de la ciudad de Hermosillo y la contaminación que se produjo en 2014 se relacionan entre ellos, al tiempo que se les suman otros problemas.

San Francisco de Batuc, por ejemplo, es una localidad que se ve perjudicada en más de un sentido. La principal razón es que fueron desplazados en dos ocasiones por la construcción de presas; primero, la presa El Novillo, a principios de la década de 1960; después, la presa El Molinito, en la década de 1990. Por lo tanto, se reubicaron dos veces (Celaya, 2018). A esto se le suma que no tienen la infraestructura necesaria para disponer de agua con regularidad. Asimismo, consideran que el agua no es de calidad, pues atribuyen diversas enfermedades al consumo de agua “de la llave”. De manera similar sucede en el resto de las localidades estudiadas, en las que los problemas de abasto de agua coexisten con la incertidumbre por la calidad del recurso hídrico.

Aunados a los problemas descritos anteriormente se encuentran otros que también son importantes; por ejemplo, los robos de la infraestructura de los pozos comunales, que contribuyen al desabasto del agua para uso público urbano, o los diversos fenómenos hidrometeorológicos, tal como lo refieren los usuarios para uso agrícola:

[...] tenemos El Niño, que viene el fenómeno de La Niña, que blablá blablá. En aquellos tiempos te manejaban que cada diez años venían crecientes del río, y como nos favorece la lluvia, también nos perjudica; nos perjudica una sequía, nos perjudica el exceso de lluvia [...]. Entonces eran fenómenos marcados que pasaban a cada diez años; que pasó un creciente, tenían que pasar otros diez años para que hubiera eso. Ahora, con los medios y todo eso, se habla del cambio climático y todo ese rollo, que eso se echó a perder. Ya no sabes en qué creer. Aquellos tiempos, decían y medían así, pero eran décadas, pero eso dejó, realmente hasta la del año pasado, que derramó la presa ahí, que hubo el derrame de tóxicos, fue una creciente de agua, no como en las otras fechas (anónimo 11, 2016, uso agrícola, Ures).

Como relata el informante anterior, fue la creciente del agua la que aumentó el daño causado por el derrame. Esto muestra que en el río Sonora se entrelazan las

afectaciones por fenómenos naturales y las acciones humanas con ciertas condiciones sociales que aumentan la vulnerabilidad.

Vulnerabilidad sociohídrica

Con base en Wilches-Chaux (1993), examinaremos la vulnerabilidad sociohídrica por cada uno de los cinco ángulos que se propusieron en la primera parte de este trabajo: técnico, económico, social, institucional y político. Un primer aspecto que revisar es el técnico, el cual se refiere a la falta de tecnología o manejo tecnológico para prevenir un riesgo o aprovechar recursos (Wilches-Chaux, 1993). En primer lugar, la infraestructura disponible, en muchos casos, está deteriorada o no se cuenta con la necesaria para garantizar el abastecimiento constante. Además, en caso de que se presentara un problema con la infraestructura existente, no cuentan con alguna fuente de abastecimiento alternativa.

Algunos entrevistados mencionan que la mejor opción es crear infraestructura nueva o mejorar la existente. Los usuarios agrícolas sostienen que entre las posibles alternativas adecuadas está la tecnificación del riego para que en la siembra se consuma menor cantidad de agua, la construcción de represas y la perforación de pozos más profundos.

Pues que se hubiera hecho pozo profundo para el caso de que hubiera sequía. Como los pozos de nosotros son muy encimita, no son pozos profundos, pues de volada se baja el agua [...]. Haciendo pozo profundo pues ya no tendría problemas (anónimo 1, 2016, uso agrícola, Santiago de Ures).

Pese a que visualizan esas opciones, el ángulo económico de su vulnerabilidad les impide crear la infraestructura que desean. Tampoco pueden apoyarse en las instancias municipales, ya que estas también tienen dificultades económicas para solventar los problemas del agua. Como señala un entrevistado, “si no tienen agua ni para el pueblo, dónde le van a dar aquí para sembrar” (anónimo 12, 2016, uso agrícola, Guadalupe de Ures).

Cuando en la entrevista se les preguntó sobre las posibles fuentes de financiamiento para afrontar los problemas futuros, fue común oír respuestas como: “No, estamos al día; lo que agarramos va saliendo. Nomás que no falten los frijoles” (anónimo 13, 2016, uso agrícola, Guadalupe de Ures). Una encargada del abastecimiento público señaló: “si es en gastos fijos, sí, pero si surge un imprevisto,

por ejemplo, si se descompone una bomba de 50 mil pesos, ahí sí te descontrolas. Entonces qué haces” (anónimo 6, 2016, uso público urbano, Ures).

La falta de recursos financieros en el abastecimiento público puede ser un problema más crítico que en el caso del uso agrícola, ya que tener las condiciones financieras adecuadas es la diferencia. Al preguntársele a la tesorera del agua potable sobre alguna fuente de financiamiento, ella respondió:

[...] nada, no hay porque no paga la gente. O sea, si yo voy y le digo “necesito que me pagues, porque me debes tanto y nos van a cortar” [me responde] “pues que la corten, yo no tengo agua; qué te voy a pagar, si no tengo agua; dame agua y te pago”. Ayer casi lloraba porque nos iban a cortar el agua, casi lloraba. Todo el día; ya tengo toda la semana. Negra [quemada por el sol], veme como ando, de lo que yo he caminado, ayer en toda esta hora, hasta en la tarde cobrando, y nadie me pagó, nadie (anónimo 10, 2016, uso público urbano, San Pedro de Ures).

Esta queja, que fue común en otras localidades, denota no solo el ángulo económico de la vulnerabilidad, sino también una ausencia de cohesión interna de la comunidad en cuanto al pago de los servicios para el abastecimiento del agua, lo que manifiesta, a su vez, el ángulo social de la vulnerabilidad. A estos dos ángulos se le une el institucional, definido por Wilches-Chaux (1993) como la capacidad de respuesta de las instituciones del Estado para afrontar las crisis. A este respecto, un usuario agrícola afirmó que, si bien el riego tecnificado ya ha sido un programa gubernamental, este no se ha implementado en la región, y comentó: “la política ahí nomás la tiene de palabra porque no la han echado a funcionar porque es una de las maneras de economizar agua” (anónimo 1, 2016, uso agrícola, Santiago de Ures).

Cabe destacar que estas experiencias negativas en las solicitudes de apoyo al gobierno para implementar el riego tecnificado fueron mencionadas por varios entrevistados. Algunos de ellos las relacionan con intereses electorales por parte de los actores políticos, quienes, una vez que llegan al puesto de elección popular, olvidan los compromisos que hicieron con los ciudadanos.

Sabemos que tenemos gobierno porque nos invitan a votar, pero votamos y los ponemos, y voy a decir algo, se olvidaron de nosotros, porque nosotros no nos olvidamos de ellos; se olvidan de nosotros porque supuestamente los ponemos para que nos echen la mano. Eso ya se hizo una cultura, y se ve, pero de allá acá no se ve gran cosa (anónimo 1, 2016, uso agrícola, Santiago de Ures).

La delegada municipal de Mesa del Seri refiere que también tienen dificultades con la organización de la comunidad porque no hay participación para dar solución a los problemas dentro de la misma comunidad. Percibe que los usuarios están acostumbrados a que el organismo operador Agua de Hermosillo solucione los problemas; pero depender de la respuesta de este hace que se demore más en arreglarlos, ya que dicho organismo suele atender prioritariamente los asuntos de la ciudad.

Esperan a que vengan y lo arreglen los de Agua de Hermosillo. “Ellos tienen la obligación”, eso dicen. No es una comunidad muy participativa, y pues allá nos dicen en veces que tienen mucho trabajo y que tienen cosas más grandes, y van dejando lo más pequeño para después, y entonces como que nos van turnando y cuando ellos pueden (anónimo 15, 2016, uso público urbano, Mesa del Seri).

En San Francisco de Batuc consideran que la solución a los problemas depende de Agua de Hermosillo, ya que son quienes administran el recurso hídrico. Por lo tanto, los habitantes de la localidad no podrían realizar las actividades de gestión del recurso de manera autónoma, tal como señala uno de los informantes: “el mismo gobierno, en el cambio que hubo, les entregó la administración de agua a ellos y ellos son los que se encargan de cobrar, de administrar y todo; nosotros no podemos hacerlo por nuestra propia cuenta” (anónimo 5, 2016, uso público urbano, San Francisco de Batuc).

Estos dos últimos testimonios permiten ver con claridad lo que Wilches Chaux (1993) llamaría el ángulo político de la vulnerabilidad, pues se carece de autonomía en la toma de decisiones para la gestión del agua. Ante este ángulo, además de que las instituciones del Estado no brindan soluciones a los problemas del agua, algunos han optado por operar fuera de la regulación construyendo represas en los márgenes del río y repercutiendo negativamente en el cauce natural del agua y en el acceso al agua por parte de los agricultores de la parte baja del río.

Aguas arriba igual, todos tienen que ir siendo más eficientes con el manejo del agua. Las presas que afortunadamente tumbaron, ese tipo de obras, que son los que nos están ahogando en esta sequía. Si tú me detienes el agua arriba y no me dejas pasar para que estos pozos logren recuperar un punto, dime ¿qué hago yo si dependo del agua que corre por el río? Todos dependemos del agua que corre por el río; si tú me detienes aguas arriba, pues dime ¿qué? (anónimo 16, 2016, uso agrícola, Guadalupe de Ures).

Ante los distintos ángulos de vulnerabilidad que tienen los usuarios del agua se presentan acciones alternativas para resolver los problemas. Un caso es el testimonio de uno de los informantes, quien muestra cierta capacidad de agencia con la movilización de recursos propios y familiares, ya que al no contar con apoyo gubernamental compró material para la producción de un sistema de riego por goteo artesanal, el cual implementó en sus tierras con la ayuda de sus hijos, prescindiendo tanto de técnicos especializados como de la solicitud de apoyos económicos a las instituciones, porque lo considera una pérdida de tiempo:

Sí, nosotros hacemos, nosotros, m'ijo; lo poquito que tenemos lo hemos hecho a base de mucho sacrificio [...] todo lo compramos nosotros, o sea, nosotros hacemos todo el sistema de riego, nosotros instalamos la manguera, tubería y todo [...]. Lo que pasa es que nosotros, por ejemplo, no puedes tú perder tiempo en solicitar apoyos. Los apoyos se han solicitado mucho y no llegan. Los apoyos es muchas veces más el tiempo que pierdes a que te lo den (anónimo 17, 2016, uso agrícola, Mesa del Seri).

Otro tipo de respuesta, en el nivel colectivo, se presenta en Ures, donde los usuarios agrícolas señalan que cuando tienen problemas de infraestructura suelen ponerse cuotas entre los integrantes de la unidad de riego, dividiendo proporcionalmente el gasto, con lo cual garantizan que se les cobre más a quienes más tiempo utilizan los pozos, por lo que aseguran la equidad en las tarifas del agua.

Pues nos acotamos entre todos, por decir, en una bomba, en un equipo. Santa Rita, somos 44 usuarios, de los 44 usuarios tienen tantas horas por usuario, y si se descompone la bomba, se dividen los gastos por horas. Yo tengo diez horas, me sale diez pesos la hora, pues yo pongo lo que me corresponde, por ejemplo. Así se divide y así se pagan los problemas, porque hay descomposturas de bombas [...]. Todo organizado, en todo esto está organizado (anónimo 16, 2016, uso agrícola, Guadalupe de Ures).

De forma similar, Elizalde *et al.* (2021) identifican algunas alternativas para disminuir la vulnerabilidad como, por ejemplo, las prácticas de ahorro en la comunidad de Mazocahui para resolver algunos problemas de salud de la misma y para la reactivación de pozos cancelados por las autoridades.

CONCLUSIONES

Para que en una comunidad haya seguridad hídrica, debe contar con disponibilidad sustentable de agua en cantidad y calidad suficientes a fin de garantizar la sostenibilidad de las poblaciones, los ambientes y las economías. Por lo tanto, las comunidades de Ures y del área periurbana de Hermosillo no cuentan con seguridad hídrica.

Como se pudo constatar en las entrevistas realizadas, estas comunidades tienen diversos problemas de agua como la sequía, el desabasto, el crecimiento de Hermosillo y la contaminación del río Sonora en 2014. Cabe destacar que esta última fue señalada como la principal amenaza a la calidad del agua, mientras que las otras tres se relacionan con la disponibilidad de esta. Por supuesto, somos conscientes de que esta evaluación de la seguridad hídrica y la vulnerabilidad sociohídrica se basa en las percepciones de las y los entrevistados; y, aunque por sí misma es una valiosa información acerca de la perspectiva de los actores sociales, podría complementarse con datos físicos e hidrológicos para tener una visión más completa de la condición hídrica de la región.

Los problemas del agua no se presentan de forma aislada, sino que estos confluyen. Por ejemplo, los usuarios del agua para uso público urbano afirman que tienen problemas de disponibilidad de agua por la falta de infraestructura adecuada y que, aunque la tuvieran, esa agua no es de calidad suficiente para el consumo humano y para uso doméstico debido al derrame minero que sucedió en 2014. Además, al tiempo que confluyen los problemas descritos anteriormente, se suman otros como la construcción de represas por parte de agricultores particulares que transfieren la vulnerabilidad a otros usuarios aguas abajo.

Asimismo, nuestro estudio evidencia el entorno cambiante al que están sometidas las comunidades del río Sonora, pues lo que fue considerado un problema en el pasado no coincide, muchas veces, con lo que se percibe como una amenaza hacia el futuro. Esto depende del tipo de uso del agua y de las alternativas futuras de solución. Por ejemplo, los usuarios agrícolas que consideran que el crecimiento en la ciudad de Hermosillo es un problema al no contar con capacidad de acción para cambiar esa megatendencia demográfica, visualizan otras amenazas.

En cuanto a la vulnerabilidad sociohídrica analizada en este estudio a partir de los ángulos técnico, económico, social, institucional y político, se puede concluir que las comunidades del río Sonora son muy vulnerables, ya que tienen una limitada capacidad de respuesta ante los diversos problemas y amenazas para la seguridad hídrica.

En las localidades se plantean diversas soluciones posibles para atender la inseguridad hídrica. Estas se relacionan frecuentemente con cuestiones técnicas como la creación de infraestructura, ya sea para mejorar los pozos de agua para uso público urbano o para tecnificar el riego en el caso de los usuarios agrícolas. A pesar de que los usuarios tienen ideas precisas sobre la manera de solucionar algunos problemas del agua, no cuentan con la capacidad técnica y económica para ello.

El ángulo económico de la vulnerabilidad de los usuarios agrícolas y de uso público urbano queda de manifiesto en la insuficiencia de recursos económicos para afrontar las vicisitudes relacionadas con el recurso hídrico. En particular, los agricultores no cuentan con fuentes de financiamiento adecuadas que les permitan invertir para utilizar el agua de manera sustentable en sus sembradíos. Esta carencia contribuye a una fragilidad técnica respecto al uso eficiente del agua.

Las instituciones relacionadas con la administración del recurso hídrico podrían contribuir a la solución de los problemas del agua en las comunidades. No obstante, los entrevistados afirman que no se realizan acciones concretas que alcancen a la mayoría de los usuarios y que, incluso, los actos de dichas instituciones terminan perjudicándolos, por lo que también son vulnerables en el aspecto institucional. Estas situaciones hacen que, en la mayoría de los casos, se intente solucionar los problemas dentro de las mismas comunidades, pero tampoco tienen la autonomía ni la cohesión social suficientes para la toma de decisiones, por lo cual se puede afirmar que cuentan con vulnerabilidad en las dimensiones política y social.

En cuanto a las particularidades según las áreas de estudio, comprobamos que la ubicación geográfica crea una diferencia en la acentuación de los problemas más graves: mientras que para el área periurbana uno de los problemas es el crecimiento de Hermosillo y, con ello, la infraestructura hídrica urbana, para las comunidades de Ures la contaminación es una fuerte amenaza. La sequía y el desabasto fueron señalados en ambas áreas. Además, se manifestó una vulnerabilidad sociohídrica con prácticamente las mismas pautas: falta de capacidad técnica y económica, desatención institucional, así como insuficiencia en la autonomía política y cohesión social para las decisiones sobre el agua.

Como se argumenta en este artículo, el concepto de vulnerabilidad sociohídrica es una aportación a los estudios de seguridad hídrica, pues permite dilucidar aquellos elementos internos que aumentan la inseguridad hídrica. En efecto, como se establece, un grupo de estudiosos de la seguridad hídrica relacionan esta con el concepto de riesgo, el cual se compone, a la vez, de tres elementos: amenaza, exposición y vulnerabilidad. De ellos, como se muestra en nuestro análisis de los ángulos de la vulnerabilidad, este último es el que da cuenta de los factores internos.

Como fue documentado, solo en algunos casos los pobladores han realizado acciones con base en la propia movilización de los recursos personales, familiares o comunitarios. Aun con esta limitada presencia, es necesario estudiar estos hallazgos para avanzar en el fortalecimiento de la capacidad de autogestión de las comunidades. Asimismo, como bien se señala en un reporte del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2016, p. 59), uno de los principales retos para la gestión comunitaria del agua en México, relacionado con las capacidades institucionales, es “contar con áreas sólidas de apoyo y con capacidad suficiente para atender al medio rural en los estados, municipios y organismos operadores”. Contar con estas dos capacidades, sociopolítica e institucional, es clave para cambiar el panorama de inseguridad por uno de seguridad hídrica.

BIBLIOGRAFÍA

- AguaH (2017). Enfoque de planeación por escenarios para el reforzamiento de las capacidades adaptativas del Organismo Operador de Agua de Hermosillo. Reporte del curso taller impartido por El Colegio de Sonora al personal del Organismo Operador de Agua de Hermosillo. Mecanuscrito.
- ALLOUCHE, Jeremy; Nicol, Alan, y Mehta, Lyla (2011). Water Security: Towards the Human Securitization of Water. *Whitehead Journal of Diplomacy and International Relations*, 12(1), 153-171.
- ÁVILA GARCÍA, Patricia (2008). Vulnerabilidad socioambiental, seguridad hídrica y escenarios de crisis por el agua en México. *Ciencias* (90), 46-57. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/cns/article/view/12149>
- CELAYA AGUILAR, Suzette D. (2018). *Lo que El Novillo se llevó. La repercusión del desplazamiento forzado en tres pueblos sonorenses, 1920-1970*. El Colegio de Sonora. <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=1&sid=bbfff7db-7ab1-4c7c-a598-7a321bd20c6c%40sessionmgr103&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZSZyZ29wZT1zaXRl#AN=cja.47162&db=car07507a>
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) (2013). *Programa detallado de acciones de gestión integral para la restauración ecológica del río Sonora*. Comisión Nacional del Agua.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) (2014). *Registro Público de Derechos de Agua. Hermosillo, Sonora*. Comisión Nacional del Agua. <https://www.gob.mx/conagua/documentos/registro-publico-de-derechos-de-agua-repda-2019>

- DEVINENI, Naresh; Perveen, Shama, y Lall, Upmanu (2013). Assessing chronic and climate-induced water risk through spatially distributed cumulative deficit measures: A new picture of water sustainability in India. *Water Resources Research*, 49(4), 2135-2145. <https://doi.org/10.1002/wrcr.20184>
- DÍAZ-CARAVANTES, Rolando E. (2018). Vulnerabilidad y riesgo como conceptos indisolubles para el estudio del impacto del cambio climático en la salud. *Región y Sociedad*, 30(73). <https://doi.org/10.22198/rys.2018.73.a968>
- DÍAZ-CARAVANTES, Rolando E.; Durazo-Gálvez, Francisco M.; Moreno Vázquez, José Luis; Duarte Tagles, Héctor, y Pineda Pablos, Nicolás (2021). Las plantas potabilizadoras en el río Sonora: una revisión de la recuperación del desastre. *Región y Sociedad* (33), e1416. <https://doi.org/10.22198/rys2021/33/1416>
- DÍAZ-CARAVANTES, Rolando E.; Pineda Pablos, Nicolás, y Pallanez Murrieta, Maribel (s/f). Using water rights to identify groundwater density areas in the Sonora river basin. Enviado a *Terra Digitalis*.
- DÍAZ-CARAVANTES, Rolando E., y Wilder, Margaret (2014). Water, cities and peri-urban communities: Geographies of power in the context of drought in northwest Mexico. *Water Alternatives*, 7(3), 499-517. <https://www.water-alternatives.org/index.php/volume7/v8issue3/261-a7-3-4/file>
- DÍAZ-CARAVANTES, Rolando E.; Zuniga-Teran, Adriana; Martin, Facundo; Bernabeu, Marta; Stoker, Phillip, y Scott, Christopher. (2020). Urban water security: A comparative study of cities in the arid Americas. *Environment and Urbanization*, 32(1), 275-294. <https://doi.org/10.1177/0956247819900468>
- ELIZALDE CASTILLO, Fernanda; Díaz-Caravantes, Rolando E., y Moreno Vázquez, José Luis (2021). Resiliencia en el agua doméstica en comunidades del río Sonora ante el derrame de 2014. *Economía Sociedad y Territorio*, 21(66), 569-598. <https://doi.org/10.22136/est20211715>
- FLOWERDEW, Robbin, y Martin, David (2005). *Methods in human geography: A guide for students doing a research project*. Second ed. Routledge.
- GARRICK, Dustin, y Hall, Jim W. (2014). Water security and society: Risks, metrics, and pathways. *Annual Review of Environment and Resources*, 39(1), 611-639. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-013012-093817>
- GREY, David, y Sadoff, Claudia W. (2007). Sink or swim? Water security for growth and development. *Water Policy*, 9(6), 545-571. <https://doi.org/10.2166/wp.2007.021>
- HOLDING, Shanon, y Allen, Diana M. (2016). Risk to water security for small islands: An assessment framework and application. *Regional Environmental Change*, 16(3), 827-839. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0794-1>

- IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua) (2016). *Bases para la gestión comunitaria del agua en México*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2021). *Censo general de población y vivienda 2020*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. www.inegi.org.mx
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2012). *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. Special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change, United Nations Environment Programme, World Meteorological Organization. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SREX_Full_Report-1.pdf
- LEMONS, María Carmen; Manuel-Navarrete, David; Willems, Bram L.; Díaz-Caravantes, Rolando, y Varady, Robert G. (2016). Advancing metrics: Models for understanding adaptive capacity and water security. *Current Opinion in Environmental Sustainability* (21), 52-57. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.11.004>
- LIVERMAN, Diana M. (2001). Vulnerability to global environmental change. En J. X. Kasperson y R. E. Kasperson (eds.), *Global environmental risk* (pp. 201-216). United Nations University Press.
- MARTÍNEZ-AUSTRIA, Policarpio F. M.; Díaz-Delgado, Carlos, y Moeller-Chavez, Gabriela (2019). Seguridad hídrica en México: diagnóstico general y desafíos principales. *Ingeniería del Agua*, 23(2), 107-121. <https://doi.org/10.4995/la.2019.10502>
- OCTAVIANTI, Thanti, y Staddon, Chad (2021). A review of 80 assessment tools measuring water security. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 8(3), 1-24. <https://doi.org/10.1002/wat2.1516>
- OROZCO MARTÍNEZ, Yuriria, y Rodríguez Gámez, Liz Ileana (2020). Controversias sobre vulnerabilidad ante el riesgo minero en el río Sonora, México. *Región y Sociedad* (32), 1-25. <https://doi.org/10.22198/rys2020/32/1319>
- ROMERO-LANKAO, Patricia, y Gnatz, Daniel M. (2016). Conceptualizing urban water security in an urbanizing world. *Current Opinion in Environmental Sustainability* (21), 45-51. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.11.002>
- ROMO-LEÓN, José Raúl; Castellanos Villegas, Alejandro, y Méndez Estrella, Romeo (2014). *Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía*. Consejo de Cuenca Alto Noroeste. Comisión Nacional del Agua. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/99913/PMPMS_CC_Alto_Noroeste_R.pdf
- SCOTT, Christopher A.; Meza, Francisco J.; Varady, Robert G.; Tiessen, Holm; McEvoy, Jamie; Garfín, Gregg M.; Wilder, Margaret; Farfán, Luis M.; Pineda Pabos, Nicolas, y Montaña, Elma (2013). Water Security and Adaptive Management in

- the Arid Americas. *Annals of the Association of American Geographers*, 103(2), 280-289. <https://doi.org/10.1080/00045608.2013.754660>
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2014). *Derrame de sulfato de cobre en el río Bacanuchi (afluente del Río Sonora)*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional del Agua, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. https://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/presentacion_conferencia_derrame.pdf
- WILCHES-CHAUX, Gustavo (1993). La vulnerabilidad global. En A. Maskrey (ed.), *Los desastres no son naturales* (pp. 11-44). Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.