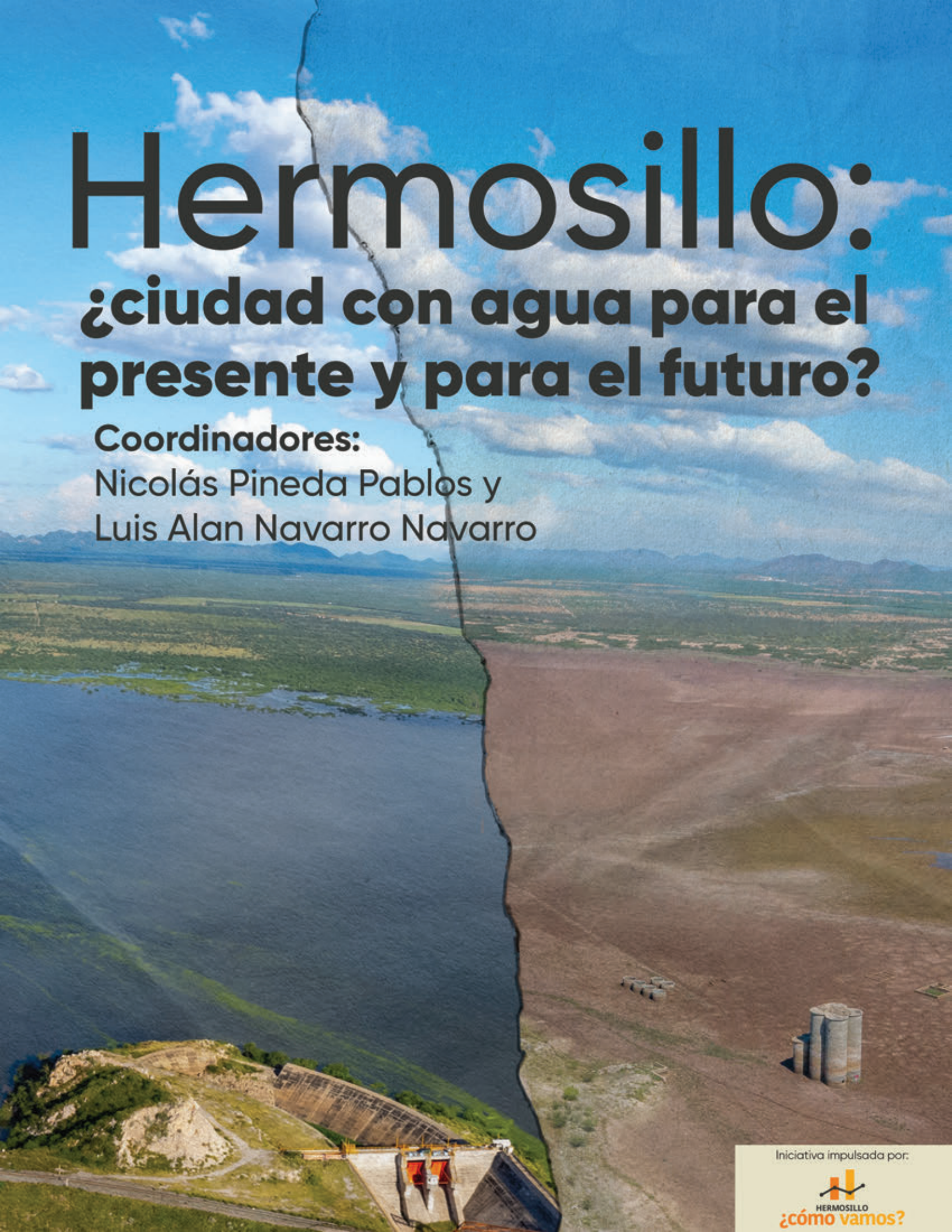


An aerial photograph of a large dam structure in the foreground, with a body of water to the left and a vast, dry, brown landscape to the right. A vertical crack or line runs down the center of the image, separating the water from the dry land. The sky is blue with scattered white clouds.

Hermosillo: ¿ciudad con agua para el presente y para el futuro?

Coordinadores:

Nicolás Pineda Pablos y
Luis Alan Navarro Navarro

Iniciativa impulsada por:


HERMOSILLO
¿cómo vamos?

Para citar el presente documento, recomendamos (formato APA):

Versión Impresa: **Pineda Pablos, N. y Navarro-Navarro, L. A. (Ed.). (2023). *Hermosillo: ¿ciudad con agua para el presente y para el futuro?* Hermosillo, México: Hermosillo ¿Cómo Vamos?**

Versión Electrónica: **Pineda Pablos, N. y Navarro-Navarro, L. A. (Ed.). (2023). *Hermosillo: ¿ciudad con agua para el presente y para el futuro?* <https://hermosillocomovamos.org/>**

En caso de citar a un autor específico: **Apellido, N. del autor del capítulo. (2023). Título del capítulo. En Pineda Pablos, N. y Navarro-Navarro, L. A. (Ed.), *Hermosillo: ¿ciudad con agua para el presente y para el futuro?* (páginas). Hermosillo ¿Cómo Vamos?**

ISBN Obra independiente: 978-607-59664-0-3

Este trabajo está protegido bajo la licencia Creative Commons (CC). Usted es libre de utilizar de manera parcial o total el contenido de esta publicación para fines no lucrativos o educativos, siempre que otorgue el reconocimiento al autor de la obra y comparta bajo la misma licencia en caso de transformar o modificar esta obra para crear una obra derivada. Queda estrictamente prohibida la modificación de los datos aquí presentados, como también la venta o comercialización de esta publicación. Más información sobre los términos y condiciones de la licencia en:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Hermosillo ¿Cómo Vamos? es una organización democrática e incluyente, la opinión del autor(a) en esta colaboración no representa la postura, ideología, pensamiento o valores de la organización desde donde promovemos el derecho a la libre expresión, la construcción de opiniones y la formación de pensamiento crítico.



Equipo

Lic. Arturo Díaz Monge
Presidente de Hermosillo ¿Cómo Vamos?

M.C. Ernesto Urbina Miranda
Director General de Hermosillo ¿Cómo Vamos?

M.C. Rocío del Carmen Rodríguez González
Directora de Vinculación de Hermosillo ¿Cómo Vamos?

Dra. Jennifer Espinoza Ramos
Investigadora de Hermosillo ¿Cómo Vamos?

Lic. Luisa Domenica Valdez Santana
Coordinadora Administrativa de Hermosillo ¿Cómo Vamos?

Keops Zidrick Ochoa Camacho
Diseño y Edición – Hello Black

Hermosillo ¿Cómo Vamos? cuenta con el valioso apoyo de Organizaciones de la Sociedad Civil, Instituciones de Educación Superior, Centros de Investigación, especialistas, así como empresas socialmente comprometidas que, gracias a sus donativos, hacen posible esta iniciativa y sus publicaciones. Para conocer más sobre estas organizaciones visite:

www.hermosillocomovamos.org



HermosilloComoVamos



@hmocomovamos



Hermosillo ¿Cómo Vamos?



hermosillocomovamos



Integrantes de la Mesa de Agua de Hermosillo ¿Cómo Vamos?

Nicolás Pineda Pablos

Coordinador de la Mesa Temática. Doctor en Políticas Públicas, Investigador de El Colegio de Sonora.

América N. Lutz Ley

Doctora en Ciencias, especialista en temas de desarrollo, sustentabilidad y género.

Aurora M. Pat-Espadas

Doctora en Ciencias Ambientales. Académica de la Estación Regional del Noroeste del Instituto de Geología de la UNAM.

Agustín Robles-Morúa

Doctor en Ingeniería Ambiental, Investigador del Instituto Tecnológico de Sonora. Especialista en temas de hidrología, sistemas de manejo del agua y contaminación

Alejandro Salazar Adams

Doctor en Problemas Económicos Agroindustriales, especialista en la administración y gestión pública del agua. Profesor-investigador en El Colegio de Sonora.

César Alfonso Lagarda Lagarda

Ingeniero Civil, especialista en gestión del agua.

Domingo Emilio Gómez Moreno

Empresario, integrante del Consejo Consultivo de Agua de Hermosillo.

Filiberto Cota Gracia

Ingeniero Civil, especialista en operación de sistemas de agua potable.

Héctor Seldner Lizárraga

Ingeniero, empresario y exintegrante del Consejo Consultivo y Junta de Gobierno de AGUAH.

Jesús Héctor Kuroda Morán

Ingeniero civil, especialista en tecnologías del agua y equipamientos.

José Castillo Gurrola

Doctor especializado en mecánica de fluidos, profesor de la Universidad de Sonora.

Juan Jaime Sánchez Meza

Abogado, especialista en gestión del agua y consultor.

Karina López Ivich

Maestra en ingeniería ambiental y en economía en políticas públicas.

Leticia Valenzuela Sánchez

Ingeniera Química, Maestra en Ciencias especializada en aguas residuales y gestión ambiental.

Lucas Antonio Oroz Ramos

Maestro en Ciencias con especialidad en desarrollo sustentable, geólogo, ex director técnico de CONAGUA. Asesor en medio ambiente y miembro de la Mesa de Agua de HCV.

Luis Alan Navarro Navarro

Profesor-investigador de El Colegio de Sonora en temas de agua y áreas verdes urbanas.

María Victoria Olivarrieta Carmona

Doctora en ingeniería, especialista en gestión del agua.



Contenido

Introducción <i>Ernesto Urbina Miranda</i>	1
Preguntas y respuestas. Una introducción al servicio de agua potable y saneamiento en Hermosillo <i>Nicolás Pineda Pablos</i>	3
La gobernanza y la medición... ¿claves para la resiliencia hídrica de Hermosillo? <i>América N. Lutz Ley</i>	23
Por qué no a la desalinizadora para Hermosillo – Por qué sí a la eficiencia y la regeneración de ecosistemas <i>Karina López Ivich</i>	31
Los mejores y los peores servicios de agua en México <i>Alejandro Salazar Adams</i>	43
Una ley estatal de agua, ¿para qué? <i>Juan Jaime Sánchez Meza</i>	51
El político y el canto de las sirenas. Lógica del patrimonialismo burocrático en los organismos de agua: Hermosillo <i>Luis Alan Navarro Navarro</i>	61
Saneamiento del agua residual de Hermosillo. Silencio en la era del ruido <i>Leticia Valenzuela Sánchez</i>	79
Hermosillo en camino hacia una Economía Circular... ¿Mito o realidad? <i>Aurora M. Pat-Espadas y Leticia Valenzuela Sánchez</i>	85
Visiones futuras de resiliencia para la ciudad de Hermosillo: Una perspectiva ciudadana <i>Agustín Robles-Morúa, Vivian Hobbins, Javier Navarro, Eduardo Hinojosa, Guadalupe Peñúñuri, Nancy Grimm, Marta Berbes, Timon MacPhearson, David Iwanec, Tisha Muñoz-Erickson y Waverly Klaw.</i>	93



Introducción

"El agua es un recurso cada vez más escaso en un mundo que la precisa para encarar sus grandes desafíos demográficos y climáticos. La falta de reconocimiento de su valor es la principal causa de su mal uso y desperdicio."

António Guterres, secretario general de la Organización de las Naciones Unidas, 22 de marzo de 2021.

Uno de los principales desafíos para el desarrollo presente y futuro de Hermosillo es el agua. Nuestra ubicación ha sido fuente de oportunidades para el desarrollo económico, sin embargo, también nos enfrenta a condiciones climatológicas adversas con sequías recurrentes.

En este escenario, los gobiernos se han caracterizado por una mala gestión del recurso hídrico. En Hermosillo se desperdicia más de la mitad del agua que produce por lo que, contradictoriamente, somos una de las ciudades con mayor consumo de agua en relación con el tamaño de su población a nivel nacional.

Conscientes de la prioridad de este tema, desde la presentación de la iniciativa Hermosillo ¿Cómo Vamos? en 2018, se conformó la *Mesa Temática de Agua*, la cual actualmente se compone por 17 especialistas con conocimiento y experiencia en el tema.

Se trata de un espacio ciudadano plural y abierto, sin fines políticos o lucrativos, para el análisis y reflexión de ideas que permitan generar políticas públicas que contribuyan a una mejor gestión del agua. En casi cinco años de trabajo, se han realizado 60 eventos de diálogo, acumulando cerca de 1,400 horas de participación-persona.

Las acciones que promovemos se concentran en cuatro prioridades: i) organismo operador con dirección y planeación de largo plazo; ii) garantizar la cantidad y calidad del agua; iii) Contar con sistemas de información para la evaluación del desempeño; y iv) Tratamiento y reúso de las aguas residuales de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas.

El presente documento **"Hermosillo: ¿ciudad con agua para el presente y para el futuro?"** es producto de este esfuerzo ciudadano colaborativo. Con la opinión y perspectiva de las y los autores, buscamos hacer un llamado a la corresponsabilidad para impulsar de manera colectiva las acciones necesarias para garantizar un futuro con agua para Hermosillo y con ello, un modelo de ciudad que brinde oportunidades, progreso y bienestar a los que la habitamos.

M.C. Ernesto Urbina Miranda
Director General de Hermosillo ¿Cómo Vamos?





Preguntas y respuestas. Una introducción al servicio de agua potable y saneamiento en Hermosillo



Nicolás Pineda Pablos

Profesor-investigador en El Colegio de Sonora desde 1990. Sus líneas de investigación son el análisis de políticas públicas, la gestión urbana del agua y los gobiernos locales. Se tituló de licenciado en Ciencias Políticas y Administración Pública por la UNAM en 1981. Obtuvo el grado de doctor en filosofía (Ph.D.) con especialidad en Políticas Públicas y Desarrollo Comunitario, en la University of Texas at Austin en 1999. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores de México, nivel II. Ha publicado artículos académicos, libros y capítulos de libros. Entre sus últimas publicaciones está el libro "Fracasos, extravíos y logros del saneamiento en Hermosillo" (El Colegio de Sonora, 2022). Ha sido colaborador del periódico El Imparcial de Hermosillo desde 1990. Ha sido miembro de varios consejos ciudadanos; ha colaborado con la junta de gobierno del organismo Agua de Hermosillo y desde 2018 es coordinador del grupo de agua de la asociación civil Hermosillo ¿Cómo Vamos?

Preguntas y respuestas. Una introducción al servicio de agua potable y saneamiento en Hermosillo

Nicolás Pineda Pablos

En su casa, cuando usted abre una llave de agua, normalmente sale agua. ¿Sabe usted de dónde viene el agua que usan los hermosillenses?, ¿conoce el proceso que se lleva a cabo para que el agua llegue a las viviendas? Cuando usted lava ropa o trastes, así como cuando se baña o va al sanitario, desecha agua por los resumideros, ¿sabe qué pasa con el agua después de que se va por los caños y desagües?, ¿conoce cuál es la situación de este servicio en una ciudad tan calurosa y desértica como Hermosillo? Este trabajo busca dar una respuesta breve y sencilla a estas preguntas con datos de los años 2020 y 2021. En general, a menos que se cite otra fuente, los datos que aquí se presentan están tomados del Cuestionario Único de Información Básica de los años 2020 y 2021 que el organismo Agua de Hermosillo envía anualmente a la Comisión Estatal del Agua (CEA).

¿De dónde viene el agua de la ciudad de Hermosillo?

La ciudad de Hermosillo se abastece de las fuentes de agua disponibles cerca de la ciudad. En este caso, su entorno son las siguientes fuentes: el río Sonora, el río Yaqui y los acuíferos o aguas subterráneas de La Victoria, Mesa del Seri y Costa de Hermosillo.

Para traer el agua a la ciudad y hacerla disponible a sus habitantes se requiere de obras de ingeniería. La infraestructura para captar y dotar de agua a la ciudad comprende principalmente las siguientes obras:

- La presa Abelardo L. Rodríguez, ubicada en el río Sonora al oriente de la ciudad de Hermosillo, fue terminada de construir en 1948, con una capacidad para almacenar 219 millones de metros cúbicos (Mm^3)¹ de agua. Desde se comenzó a operar la presa El Molinito, esta

¹ En este trabajo se usa el metro cúbico como medida de volumen. Un metro cúbico es un cubo de un metro de ancho, un metro de alto y un metro de fondo. Para mayores volúmenes se usa millones de metros cúbicos abreviados como Mm^3 . Un Mm^3 es un cubo de cien metros de ancho, cien metros de alto y cien metros de fondo. Otra manera de llamar al millón de metros cúbicos es hectómetro.

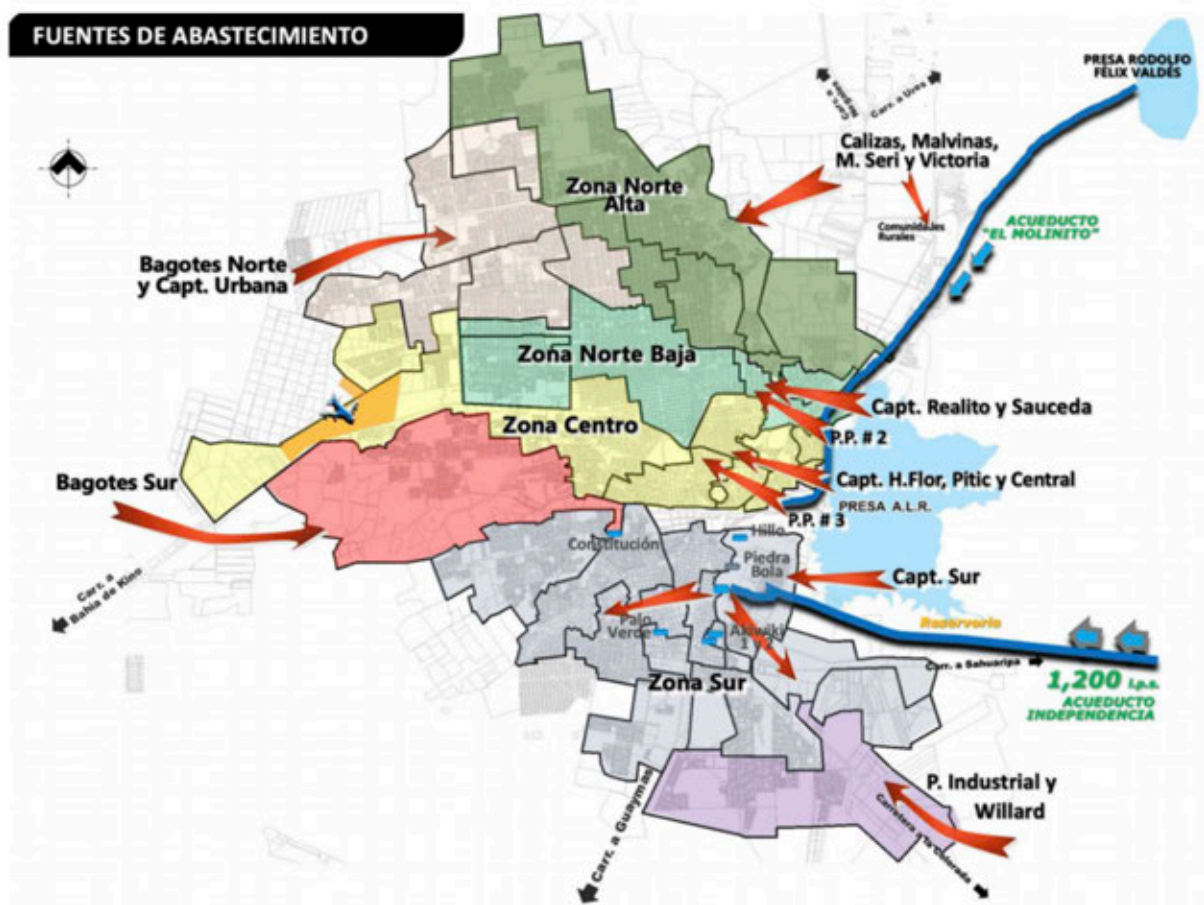


presa permanece seca buena parte del año y solo almacena algo de agua durante los períodos de lluvia.

- Un conjunto de pozos profundos ubicados al oriente de la ciudad, en La Victoria, La Saucedá, la Hacienda de la Flor, Pitic Norte y el Parque Industrial, entre otras áreas de captación. Además, está el área de Los Bagotes al poniente de la ciudad. En 2020, operaron 80 pozos de Agua de Hermosillo, más otros 8 por convenio, en total fueron 88 pozos que produjeron 90.4 millones de metros cúbicos (Mm^3) en el año.
- La presa El Molinito, que entró en operación en 1991, ubicada a 25 kilómetros de la ciudad de Hermosillo en el río Sonora, con una capacidad original de 121.2 Mm^3 . Esta presa cuenta con un acueducto que lleva el agua a una planta potabilizadora ubicada junto al Parque La Saucedá.
- El Acueducto Independencia, que entró en operación el 29 de marzo de 2013 y trae agua de la presa El Novillo ubicada en el río Yaqui, tiene una capacidad para transportar 75 Mm^3 anuales, pero está autorizada para transportar solo 35 millones cada año. En 2020 transportó 34.5 Mm^3 y en 2021 fueron 34.1 Mm^3 (Conagua, 2023).
- Un número variable de pozos profundos ubicados en las siguientes áreas de captación: Hacienda de la Flor, Central, Pitic, Saucedá, Willard, Parque Industrial, Victoria, Zonas Urbanas, San Pedro, Mesa del Seri, Realito Sur, Calizas y Bagotes. Todas estas áreas de captación están ubicadas al oriente de la ciudad de Hermosillo cercanas al cauce del río Sonora, con excepción de la captación Bagotes ubicada al poniente de la ciudad, más allá del aeropuerto (ver figura 1). En 2020 operaron 76 pozos, de los cuales solo 54 contaban con medidores. En 2021 operaron 80 pozos, pero solo 56 contaban con medidor del agua producida.
- Dos plantas potabilizadoras, una ubicada junto a la cortina de la presa ALR y la otra junto al parque La Saucedá, con capacidad de 600 litros por segundo (l.p.s.) cada una y que tratan el agua procedente de la presa El Molinito.
- Una tercera planta potabilizadora en el Cerro La Piedra Bola con capacidad 1,100 l.p.s. que trata el agua procedente del Acueducto Independencia. El método usado en las tres plantas es el de coagulación, floculación, sedimentación y filtrado (CEA, 2020).



Figura 1. Fuentes de abastecimiento de agua de la ciudad de Hermosillo en 2023



Fuente: Agua de Hermosillo (2023).

En resumen, el agua de la ciudad de Hermosillo viene de alrededor de 80 pozos ubicados cerca de la ciudad o de tres presas que son: Abelardo L. Rodríguez, El Molinito y El Novillo.



Figura 2. Planta potabilizadora del Cerro de la Piedra Bola, procesa agua proveniente de la presa "El Novillo"



Fuente: Fotografía de COLSON-CEGAP (2016).

¿Qué tanta agua se abastece a la ciudad?

En 2020 se estima que se abasteció un total de 130.679 Mm^3 (CEA, 2020, pág. 3). En 2021 la cantidad de agua producida se estima en 127.517 Mm^3 (CEA, 2021, pág. 3). Hay que señalar que una parte de estos volúmenes de agua son estimados y no resultan de una medición. Esto se debe a que de los 76 pozos que operaron en 2020 solo 54 contaban con medidores. Asimismo, de los 80 pozos que operaron en 2021, solo 56 contaban con medidor (CEA, 2020, pág. 3) (CEA, 2021, pág. 3). El agua no medida es estimada con base en la energía eléctrica, en la capacidad de la bomba u otros medios. Esto significa que el índice de macromedición² era de 70%. Una mejora que debe de hacerse a la brevedad posible es instalar medidores en todos los pozos para contar con una medición más precisa.

En cuanto a la cantidad de agua que producen los diversos tipos de fuentes, tenemos que: en 2021, los pozos produjeron 90.5 Mm^3 y de las tomas de presas y sus acueductos se obtuvo 37 Mm^3 (CEA, 2020, pág. 3)

² Macromedición es la medición que se hace del agua en bloque que producen los pozos. Se distingue de la micromedición que es la que se refiere a la medición del agua que se suministra a las viviendas.



(CEA, 2021, pág. 3). Es decir que 71% del agua proviene de pozos y el 29% restante proviene de las presas.

¿Es poca o es mucha para la ciudad?

Hermosillo, si se le compara con las ciudades más eficientes y bien manejadas de México, consume comparativamente demasiada agua. Por ejemplo, la ciudad de Tijuana, con una población de 3.7 millones de habitantes, consumió 138.637 Mm³ en 2020. Es decir que, aunque tiene cuatro veces la población de Hermosillo, consumió casi la misma cantidad que Hermosillo. Asimismo, la ciudad de Mexicali, con una población de 994 millones de habitantes, consumió solo 97 Mm³ de agua. O sea que tiene más población, pero consumió considerablemente menos agua que Hermosillo (Badillo y Garcin, 2022).

¿Cuál sería la cantidad adecuada?

Un dato que nos sirve para saber si la cantidad de agua es la adecuada es observar cuánta agua se produce por habitante. De modo que si dividimos el agua producida en un año entre el número de habitantes obtenemos el indicador “agua producida por habitante”. De acuerdo con el censo de 2020 la ciudad de Hermosillo tenía 855,553 habitantes. De modo que dividiendo los 130 Mm³ de agua que se abastecieron entre los habitantes en el año 2020, y haciendo las conversiones a litros y la división por días, obtenemos que en Hermosillo se produjeron 418.5 litros diarios por cada habitante.

Esto no significa que cada hermosillense consuma más de 400 litros diarios, sino que se pierde mucha agua en la red y que el sistema de distribución no es eficiente. Pero eso es el tema de la siguiente pregunta. En cambio, por ejemplo, Ciudad Juárez consume solo 278 litros por habitante diarios (Hernández García, Velázquez Angulo y Vázquez Gálvez, 2019).

Ahora bien, ¿esta cantidad es mucha o es poca?

Hermosillo extrae demasiada agua de su entorno. El indicador de litros por habitante por día está alineado con los objetivos 6 y 12 de los Objetivos del Desarrollo Sostenible de la ONU (OMS y UNICEF, 2021). Aunque los organismos internacionales no dan una cifra adecuada de consumo de



agua por habitante, algunos analistas consideramos que el consumo de agua por habitante en Hermosillo debería ser entre 180 y 200 litros por habitante por día. Para esto se requiere, sobre todo, reducir drásticamente las pérdidas de agua y tener un mejor sistema de contabilidad del agua. El consumo de agua debe estar en armonía con la fuente de abastecimiento para ser sustentable, lo cual se puede alcanzar mediante la implementación de sistemas de abastecimiento de agua eficientes y cambios en los patrones de consumo. El consumo depende de la disponibilidad y del precio del agua; del clima y de los usos que se le dé al recurso.

¿Cómo llega el agua hasta las viviendas y edificios?

Una vez se extrae de los pozos por medio de bombas o que es potabilizada o clorada³, el agua se introduce a la red de distribución de agua potable de la ciudad que tiene como destino final a las viviendas y edificios de todo tipo de la ciudad que en este caso llamaremos **tomas o usuarios** del servicio de agua.

Antes de ser enviada a las tomas, el agua es conducida primero a los tanques de almacenamiento ubicados en los cerros y partes altas de la ciudad para que de ahí se distribuya por gravedad. En 2020 ciudad tenía 41 tanques con una capacidad para almacenar 83,820 m³ para el suministro diario de agua a la ciudad. De los tanques el agua se distribuye a las tomas por medio de una red de tubos subterráneos cuyo diámetro va disminuyendo a medida que se va distribuyendo.

La red de distribución está organizada en 113 sectores hidrométricos que se utilizan para regular presiones y flujos (CEA, 2020, pág. 10). El estado y antigüedad de las tuberías es muy variable y siempre es susceptible de tener fugas o pérdidas de agua. Más de la mitad de la tubería de la red ya rebasó su vida útil.

Es importante mencionar que la red está organizada en 113 sectores hidrométricos que se utilizan para regular los flujos y presiones, pero que no se utiliza para medir cuánta agua entra y se utiliza en cada sector. Asimismo, falta automatización en la mayoría de los sectores. Además, se tiene baja eficiencia en la atención a los reportes de fuga debido a los

³ Se refiere a que el agua es desinfectada con cloro.



altos costos de reparación y las malas condiciones de maquinaria y equipo (CEA, 2020, pág. 10).

¿Cuántas tomas de agua hay en Hermosillo?

Como Hermosillo es una ciudad en constante crecimiento, el número de tomas o usuarios de agua crece constantemente con la construcción de nuevas viviendas y edificios que requieren agua. Las tomas de agua de la ciudad son clasificadas como: **domésticas, comerciales, industriales y de servicios**. En 2020 se contabilizaban 292,968 tomas domésticas, 16,941 tomas comerciales, 547 tomas industriales y 1095 de servicios. Esto da un total de 311,551 tomas de agua (CEA, 2020).

Para el año 2021, el número total de tomas aumentó a 315,290 usuarios. Es decir, un incremento de 1.2% en un año. Este aumento es constante, aunque se supone que la tasa de crecimiento se reduce poco a poco.

¿Cómo se sabe cuánta agua se entrega a las viviendas?

La entrega o suministro de agua a cada toma debe hacerse a través de un medidor que registra el agua que entrega a cada toma. Este medidor del agua se ubica en el frente de la vivienda donde se pueda tomar la lectura. La medición mensual sirve para hacer el cobro con base en el consumo, pero también para moderar los excesos y para detectar fugas de agua en el interior de las viviendas y edificios. Sin embargo, en la ciudad de Hermosillo esta medición no se hace en todas las viviendas y edificios; en 2020 el 42% de tomas no cuentan con medidor. Además, hay otro 12% de tomas en las que el medidor no funciona o no está accesible para su lectura. De modo que, a fin de cuentas, solo el 46% de las tomas cuenta con medidor que funciona (CEA, 2020). Estas deficiencias en la medición hacen que el dato de cuánta agua se consume es más una estimación aproximada que una medición precisa.



Figura 3. Campaña de Agua de Hermosillo para incrementar el número de medidores



Fuente: Agua de Hermosillo, <https://aguadehermosillo.gob.mx/aguah/cuidemos-cada-gota/>

Para complicar la situación, el organismo Agua de Hermosillo tiene registradas además 11,087 "tomas muertas" ubicadas en parques y espacios públicos que consumen agua, pero no se les mide ni se les cobra (CEA, 2020, pág. 3). Estas tomas son una especie de donativo o apoyo del organismo de agua a las actividades que se llevan a cabo con las tomas muertas pero que no es reconocido y que se agrega al agua no contabilizada de la ciudad. Lo correcto sería que dichas tomas fueran también medidas y que su consumo fuera regulado a cierta cantidad máxima. Pero si se quedan sin medir se presta para que consuman demasiada agua que pasa a ser considerada parte del agua perdida o no contabilizada.

De este modo, solo el 45% del agua que se suministra es medida y el restante se estima, es decir se calcula "al tanteo".



Entonces ¿Cuánta del agua que se mete a la red llega a las tomas?

El dato con el que se cuenta es el agua que se factura, es decir que se expiden recibos de cobro, ya sea con base en los medidores o con base en estimaciones. Con base en la expedición de recibos, el total de agua facturada en 2020 fue 59.3 Mm³. Esto significa que de los 130.6 millones que se produjeron, solo 59.3 millones, o sea el 45.4% llegó a las tomas de los usuarios y fue registrado por el organismo (CEA, 2020, pág. 12). Este indicador es conocido como la eficiencia física y es clave para comparar unas ciudades con otras.

El volumen restante, 71.3 Mm³ es agua que se pierde o que no se contabiliza. Éste es un indicador clave del mal manejo del agua que no es aceptable en una ciudad que padece escasez de agua y donde ésta se produce a gran costo, trayéndola incluso de grandes distancias.

Un reto y objetivo importante de la gestión del agua en Hermosillo es reducir al mínimo posible el volumen de agua que se pierde y que no es contabilizado. A nivel internacional se considera que los niveles aceptables de agua no contabilizada deben de ser menores al 20%. En México hay ciudades que están cercanas a este porcentaje de eficiencia física.

¿Qué pasa con el agua que se pierde?

Este es un tema de debate y de conjeturas. ¿Por qué pierde Hermosillo tanta agua? ¿Qué pasa con los 71.3 Mm³ de agua que no se contabilizan? De acuerdo con una entrevista a un ex funcionario del área comercial (Tirado, 2023), entre las explicaciones y destinos más probables están los siguientes:

- Una parte se pierde en las **fugas y la evaporación** de agua que se da en la red y en el traslado del agua. Muchas reparaciones se hacen con rapidez o en condiciones no favorables y pueden quedar con goteras y filtraciones.
- Otra parte corresponde a las **fugas dentro de las viviendas** que no cuentan con medidor y que consumen o se fuga mucha más agua de la que se estima en la facturación. Un ejemplo de este tipo de fugas son filtraciones permanentes que suele haber en la salida de los tanques de los sanitarios (conocida como "sapito") y que se van



directamente al desagüe. Estas fugas son un chorro constante que puede significar 50 litros diarios.

- Otra parte se va en múltiples **tomas clandestinas** o conexiones no autorizadas a la red. Éstas las hacen personas o negocios que son altos consumidores de agua que no quieren pagar el importe correspondiente. Estas extracciones son difíciles de detectar, pero son totalmente ilegales y constituyen un robo a la ciudad.
- Hay agua que se **entrega por convenio a instituciones públicas** como, por ejemplo, escuelas y oficinas de gobierno que no tienen medidor y se les cobra un monto fijo. Por ejemplo, existe un convenio entre Agua de Hermosillo y la Secretaría de Educación y Cultura para dotar de agua a todas las escuelas públicas de la ciudad. De acuerdo con este convenio en 2020 la SEC pagaba nueve millones de pesos anuales por el consumo de agua de todas las escuelas públicas del municipio. Esto es considerablemente menos de lo que pagarían si tuvieran servicio medido y, por otra parte, propicia que existan fugas y pérdida de agua en las escuelas. Algo similar existe con otros edificios públicos e incluso con ejidatarios de La Manga u otros a los que se les compensa por terrenos que se les expropió.
- El agua que se suministra a los **parques, jardines y camellones** del ayuntamiento que tampoco se mide. Incluso existen muchos parques que son atendidos por los vecinos y que cuentan con tomas de agua que no son medidas ni están contabilizadas.
- Incluso se da el caso de que se dota con agua **a fraccionamientos nuevos que no cuentan con medición** y a los que no se les cobra el agua al menos por un período de tiempo que puede durar años.

Hay que señalar que, a fin de cuentas, esto muestra descontrol o malas políticas en el manejo del padrón de usuarios y en los procesos de contratación, medición y cobranza. Pero tal vez lo más grave es el alto déficit de medición existente en la ciudad y que hace que muchos usuarios consuman más agua que la que se les cobra. Igualmente, se denota problemas en el cobro a instituciones públicas debido a una mala interpretación de la legislación según la cual las instituciones públicas no pagan los servicios municipales. Por ejemplo, se informa que el ISSSTE está amparado y no paga el agua.



¿Puedo tomar el agua de la llave?

En lo referente a la calidad del líquido que se suministra, el organismo operador reporta que el 100% del agua suministrada cumple con la NOM127 SSA1994 que es la que define los parámetros químico-biológicos que debe de cumplir el agua para consumo doméstico en México. Esto significa que el agua de la llave se puede beber libremente y no causa ningún problema a la salud. Tal vez haga falta también más investigación sobre la potabilidad del agua y una mayor discusión y difusión del tema. En este asunto, se requiere una difusión más proactiva de Agua de Hermosillo para promover y retornar al consumo humano del agua que suministra en Hermosillo. Consumir agua de la llave no solo ahorraría dinero a muchas familias, sino que simplificaría la vida cotidiana de muchas familias que adquieren garrafones y botellas de agua para beber.

Una recomendación a los usuarios para asegurar que el agua sea enteramente potable es el cuidado de los tinacos en los que se almacena el agua de las viviendas. Estos depósitos deben de estar bien cerrados y deben de ser lavados periódicamente a fin de asegurarse de que el agua no se ensucie ni se contamine.

¿Qué pasa con el agua sucia después de que se va por los caños y desagües?

Después de que el agua es utilizada y aprovechada en las viviendas, se calcula que aproximadamente el 70% se desecha a través de los desagües y resumideros como agua sucia o agua residual. Esta agua residual incluye las aguas desechadas a través de los sanitarios que contienen heces fecales. Toda esta agua se desecha por medio de otra red de tuberías que se conoce como la red de drenaje y alcantarillado o bien simplemente como el drenaje sanitario. En Hermosillo en 2020 había un total de 294,882 conexiones a la red de drenaje sanitario.

¿Cuál es la diferencia entre drenaje sanitario y drenaje pluvial?

Es importante distinguir a la red de drenaje sanitario de la red de drenaje pluvial. El drenaje pluvial de Hermosillo se hace por medio de bordos y canales que atraviesan algunos sectores de la ciudad. Entre estos están, por ejemplo, el canal San Benito que atraviesa la parte poniente del campus de la Unison en lo que se conoce como La Milla; o también el Canal



de Villa de Seris o bien los bordos ubicados al norte de la ciudad. Sin embargo, la mayor parte del drenaje pluvial se hace a través de las calles pavimentadas. Este tipo de drenaje afecta y causa muchos daños en el pavimento y es causa de que existan muchos baches. Por ello, en Hermosillo no existe un adecuado o suficiente drenaje pluvial.

Una complicación adicional es que parte del agua de lluvia se canaliza al drenaje sanitario por medio de desagües ubicados en patios y jardines. Esto provoca por una parte que el drenaje sanitario se sature y no se dé abasto para desalojar toda el agua de lluvia y, además, que capte y lleve demasiada tierra y arena que puede causar graves problemas de azolve y conductividad en la red de drenaje sanitario.

Es importante ayudar al buen funcionamiento del drenaje sanitario no conduciendo el agua de lluvia por los desagües que llevan a la red de drenaje. Tampoco deben de desecharse por el drenaje materiales tóxicos o contaminantes como pinturas, grasas, aceites quemados de automóviles ni, en general, ningún tipo de basura sólida o líquida que compliquen el proceso posterior de tratamiento de las aguas residuales.

Por otro lado, una manera de contribuir a solucionar el problema de la falta de drenaje pluvial en Hermosillo es no desechar el agua de lluvia de las casas hacia las calles, pero tampoco deben de desecharse por el drenaje sanitario, sino hacer “cosecha de agua de lluvia” para aprovecharla en el riego de jardines y otros usos domésticos.

¿Cómo se transporta y desalojan las aguas residuales?

Las aguas residuales, también llamadas negras y grises, que se van por los desagües de los sanitarios y de los demás resumideros de las viviendas y edificios, se recogen y desechan por medio de la red de drenaje sanitario.

La red de drenaje y alcantarillado consta de una red de tuberías, pozos de visita, emisores, atarjeas, subcolectores y colectores del agua residual. Éstos se van haciendo más grandes a medida que van acumulando más agua residual. Estos tubos son de diferentes materiales como PVC, acero y concreto. Algunos segmentos de esta red de alcantarillado tienen más de 30 años funcionando y presenta desgastes debidos a la acción corrosiva de los gases sulfhídricos de las aguas residuales y son susceptibles a fugas, filtraciones y colapsos que provocan



los socavones que se han registrado en la ciudad. Otro problema es que durante la temporada de lluvias se presentan arrastres considerables de sólidos (basura) y arenas que ingresan a las tuberías y se depositan y acumulan provocando problemas en el flujo de las aguas residuales. (CEA, 2020, pág. 10). Los reportes de drenajes tapados han ido aumentando considerablemente en los últimos años y, si no se atiende este problema, se prevé que siga habiendo colapsos en el futuro. La mayor parte del agua residual de la ciudad de Hermosillo es conducida hacia dos grandes colectores ubicados al poniente de la ciudad que la conducen hacia la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Hermosillo, ubicada al poniente de la ciudad y a la que se puede llegar por la Avenida Camino del Seri, cuatro kilómetros después del bulevar Quiroga.

¿Cuál es el destino final de las aguas residuales?

Aunque hasta hace pocos años las aguas negras y sucias simplemente se desechaban al lecho seco del río Sonora y eran factor de contaminación y malos olores, el destino correcto de las aguas residuales debe de ser las plantas de tratamiento de aguas residuales conocidas como PTAR.

En algunas regiones de la ciudad el agua residual se conduce hacia pequeñas plantas de tratamiento de aguas residuales para ser aprovechada en el riego de pastos y jardines. Este es el caso, por ejemplo, del fraccionamiento Los Lagos que cuenta con una planta de tratamiento para regar el campo de golf de ese fraccionamiento. También está el caso de Unión Fenosa, ubicada al poniente de la ciudad, que trata aguas residuales para sus procesos de enfriamiento. Existen además pequeñas plantas de tratamiento en diversas instituciones y escuelas que reúsan las aguas residuales de sus instalaciones y contribuyen a un mejor manejo de las aguas de la ciudad y a contar con más áreas verdes.

Sin embargo, es una pena que varias plantas de tratamiento medianas no están operando. Entre estas están La Saucedá que paró desde 2019 debido a que sus aguas tratadas no se estaban aprovechando en el Parque La Saucedá. Está también una pequeña planta que construyó la Universidad de Sonora por la calle Reforma junto a un parque de béisbol que, a pesar de que se construyó, nunca ha sido puesta en funcionamiento.



¿Qué hace la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Hermosillo?

El 1 de diciembre de 2016 fue puesta en operación la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Hermosillo con capacidad para tratar todas las aguas residuales que genera la ciudad, así como también los lodos subproducto del proceso de tratamiento del agua. Tiene una capacidad para tratar 2,500 litros por segundo, a través de 5 módulos que tratan 500 litros por segundo cada uno. La planta utiliza tecnología que cumple con la norma ecológica NOM-003-SEMARNAT-1997 para reúsos públicos con contacto directo y con la norma NOM-004-SEMARNAT-2002 para tratamiento y disposición de los lodos.

Esta planta trató en 2020, 2,322.49 litros por segundo y en 2021, 2,128.0 litros por segundo (CEA, 2020, pág. 5; CEA, 2021, pág. 5). Estas cantidades de agua tratada, traducidas a metros cúbicos al año, significan que la PTAR trató 73.242 Mm³ de aguas residuales en 2020 y 67.11 Mm³ en 2021 de agua tratada útil para ser utilizada en riegos agrícolas y de áreas verdes, así como para usos industriales y otros usos urbanos.

Una cualidad adicional del diseño de esta PTAR es que puede generar energía eléctrica utilizando el biogás de los lodos que resultan del tratamiento de las aguas residuales, con lo que se pudiera obtener un 40% de la energía que requiere la planta para su operación. La planta tiene la capacidad para generar 825 Kilowatts en cada motor generador (Agua de Hermosillo, 2021). Sin embargo, hasta 2022 este sistema de generación de energía a partir de los lodos no ha sido activado.

¿Qué se hace con el agua tratada?

De acuerdo con un convenio de 2006, aproximadamente 45 Mm³ del agua tratada está comprometida para el riego agrícola de los ejidos Villa de Seris, la Yesca y la Manga (Pineda Pablos y Robles Morúa, 2022). Se sabe que también la planta generadora de energía eléctrica Unión Fenosa utiliza aguas tratadas. Pero aún con esto, una parte considerable de aguas residuales se está simplemente desechando al lecho seco del río Sonora. De ahí una parte importante se evapora y otra parte minoritaria se infiltra al subsuelo y nutre el acuífero de la Costa de Hermosillo.



Es una lástima que la ciudad de Hermosillo no esté aprovechando de mejor manera su agua tratada. Hay planes de construir un parque Metropolitano que utilice esta agua, pero éste aún está en ciernes. Pero, sobre todo, a futuro hace falta que se estudie la manera de que esta agua tratada sirva para que la ciudad cuente con más arbolado en camellones, parques y áreas verdes. Estas medidas son relevantes para la adaptación al cambio climático y para reducir la isla de calor que se produce en la ciudad.

¿Qué hay que hacer?

Para concluir, ¿qué podemos inferir de toda esta información?, ¿qué nos llevamos de tarea?, con base en lo que aquí se presenta, le proponemos tres líneas de acción que hay que exigir a las autoridades respectivas y tres acciones que debemos de promover todos los hermosillenses.

A las autoridades Agua de Hermosillo, Comisión Estatal del Agua y Comisión Nacional del Agua hay que demandarles que impulsen y cumplen con lo siguiente:

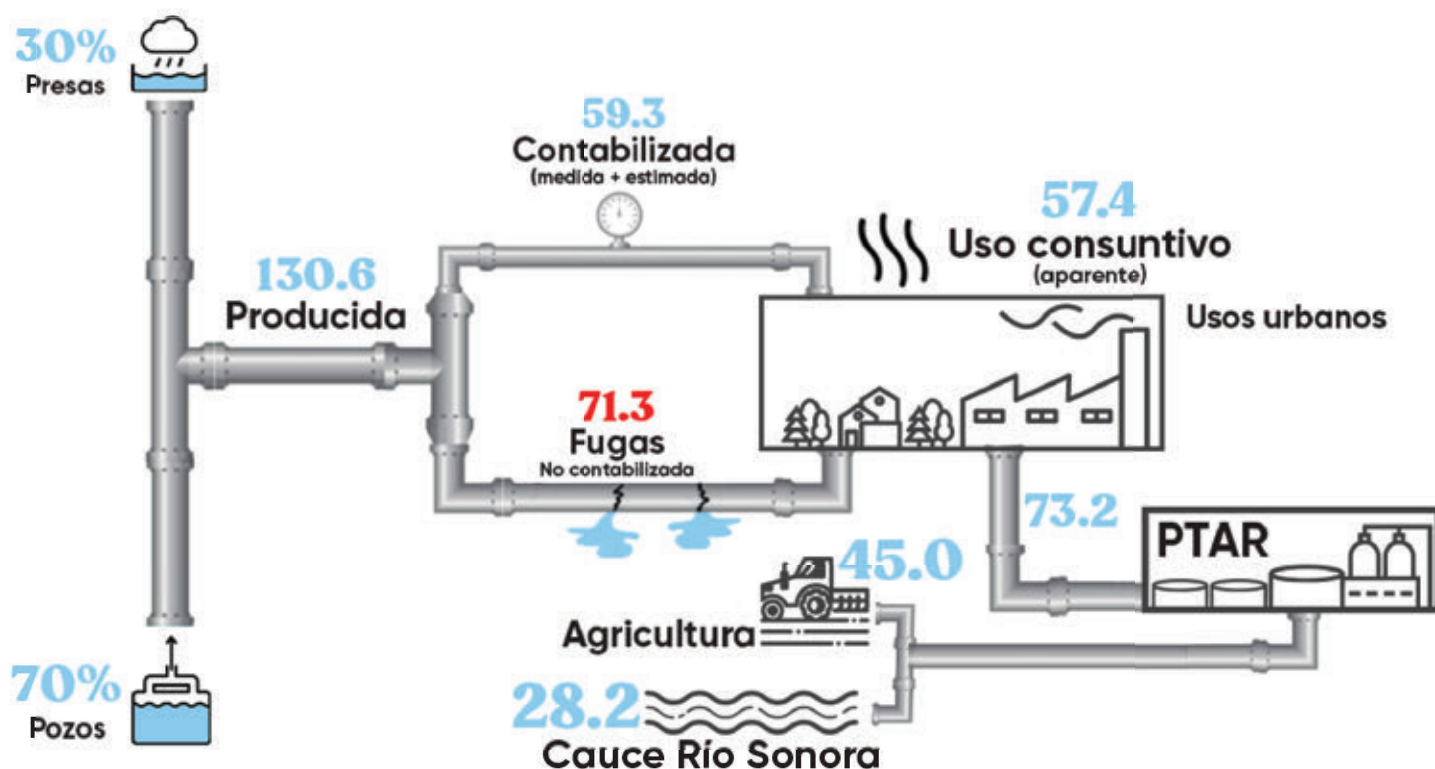
1. Que midan todas las entradas y salidas de agua del sistema. Ésta es una condición previa para las demás mejoras del servicio. Lo que no se mide no se puede mejorar. Se requiere que todos los pozos tengan medidor y haya macromedición al cien por ciento, que todas las tomas tengan medidor y que haya medición total tanto de los sectores hidrométricos, como de las tomas de todo tipo. Esto implica que se mida incluso aquellas tomas a las que no se les cobra como de parques, escuelas y edificios públicos.

2. Que Reduzcan al mínimo la pérdida de agua y el agua no contabilizada. Esto implica que con base en la medición se debe de saber dónde y cómo se pierde o se regala el agua. Con base en esto deberá de darse el mantenimiento adecuado a la red, reducir al mínimo las fugas tanto en la red de distribución como dentro de las tomas. Se requiere que se aprovechan los sectores hidrométricos para ver dónde hay robo de agua y donde se requiere mantenimiento de la red. Con esta reducción se podrá mejorar significativamente la demanda de agua de la ciudad y reducir la huella hídrica en el medio ambiente y elevar los indicadores de eficiencia física y de utilización de litros por habitante por día en la ciudad.



3. Que promuevan proactivamente la reutilización de las aguas tratadas. La ciudad cuenta con una gran disponibilidad de agua tratada que puede utilizarse en el riego de parques y áreas verdes de la ciudad (y no para lagos de fraccionamientos privados) o bien en la promoción de usos comerciales e industriales, ambos que promuevan la competitividad, bienestar y calidad de vida de la ciudad. Se requieren estrategias y sistemas y redes de distribución de agua tratada (llamadas líneas moradas). Junto con esta actividad deberá de promoverse también la infraestructura verde y la recarga de los acuíferos que proveen de agua a la ciudad.

Figura 4. Flujo del agua en Hermosillo (Mm³)



Fuente: Elaborado por Luis Alan Navarro Navarro con datos de Agua de Hermosillo y gráficos de <https://www.vecteezy.com/free-vector/gas> Gas Vectors by Vecteezy

Por otra parte, a los usuarios de los servicios de agua, como buenos hermosillenses, nos corresponde, como mínimo, hacer lo siguiente:

1. Aceptar y solicitar que nuestro servicio de casa o de otros edificios sea medido. Nuestras casas y negocios deben tener un medidor



que funcione y al que se le pueda tomar la lectura. Esto contribuye no solo a que paguemos lo que nos corresponde sino a que no haya fugas dentro de nuestras viviendas y negocios. El medidor puede avisarnos si hay un sanitario descompuesto o una fuga subterránea. Junto con esto debemos vigilar que haya las lecturas correspondientes y estar atentos a nuestros consumos mensuales sean los razonables o, en su defecto, a tomar las medidas correspondientes para evitar los consumos excesivos.

2. Pagar a tiempo nuestros recibos de agua y vigilar la buena operación del servicio en la ciudad. El servicio de agua es menos costoso y más necesario que los servicios de electricidad, teléfono celular o televisión de paga; sin embargo, a veces queremos que nos lo den gratis. Al pagar nuestro recibo de agua contribuimos al sostenimiento y mejora de este servicio vital. Además, hay que reportar las fugas, así como cualquier mal uso que se haga del agua o deficiencias del servicio y del organismo de agua. Solo de esta manera Hermosillo podrá ser una ciudad con buena calidad de vida.

3. Reutilizar las aguas grises, no ensuciar el drenaje sanitario y cosechar agua de lluvia. Nuestra calidad de vida mejora si tenemos plantas y jardines, pero hay que regarlos con las aguas grises o de reúso de nuestras viviendas. Equipar nuestras viviendas con depósitos o sistemas para cosechar agua de lluvia. Además, debemos de evitar arrojar basura o tierra y arenas en el drenaje sanitario; tampoco verter ahí sustancias tóxicas o contaminantes ya que todo esto crea problemas para el desalojo de las aguas residuales o para su tratamiento.

Solo con la acción colectiva de los hermosillenses para cuidar el agua se puede lograr que Hermosillo sea una ciudad sustentable con futuro y buena calidad de vida.

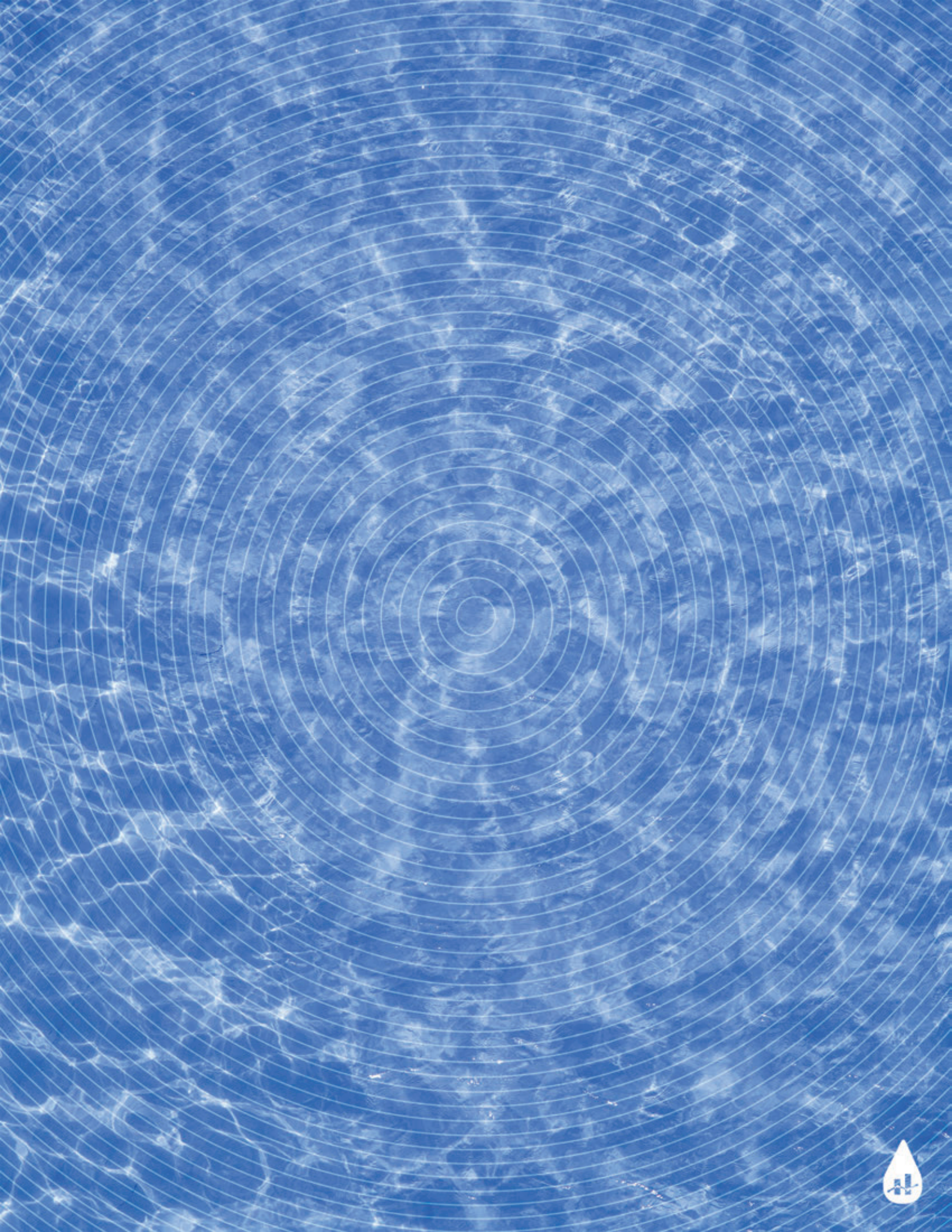
Referencias

- Agua de Hermosillo. (10 de febrero de 2021). *PTAR Hermosillo*. Obtenido de La Planta Tratadora de Aguas Residuales de Hermosillo : <http://aguadehermosillo.gob.mx/aguah/ptar/>
- Comisión Estatal del Agua (CEA). (2020). *Hermosillo. Cuestionario Único de Información Básica-Sistema de Gestión por Comparación*. Hermosillo: Comisión Estatal del Agua.



- Comisión Estatal del Agua (CEA). (2021). *Hermosillo: Cuestionario Único de Información Básica 2021*. Hermosillo. : Comisión Estatal del Agua. Sistema de Gestión por Comparación.
- Badillo, D. y Garcin, M. (26 de junio de 2022). El estado de Baja California enfrenta la sequía más severa de los últimos 22 años. *El Economista*, <https://www.eleconomista.com.mx/politica/Baja-California-se-atiene-al-agua-del-Rio-Colorado-este-ano-no-podra-extraer-el-equivalente-a-lo-que-consume-Mexicali-en-un-ano-20220624-0079.html>.
- Hernández García, Y., Velázquez Angulo, G. y Vázquez Gálvez, F. (2019). Indicadores de agua y saneamiento en ISO 37120. Caso de estudio: Ciudad Juárez. *Vivienda y comunidades sustentables*, año 3, núm. 6, 66-77, <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i6.109>.
- Organización Mundial de la Salud (OMS) y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). (2021). *Progresos en materia de Agua para Consumo, Saneamiento e Higiene en los Hogares 2000-2020*. Ginebra: World Health Organization (WHO) and the United Nations Children's Fund (UNICEF).
- Pineda Pablos, N. y Robles Morúa, A. (2022). *Fracasos, extravíos y logros del saneamiento en Hermosillo*. Hermosillo: El Colegio de Sonora.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). (20 de febrero de 2023). *Extracciones por obra de toma del acueducto Independencia*. Obtenido de Conagua acciones y programas: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/extracciones-por-obra-de-toma-del-acueducto-independencia>
- Tirado, C. (20 de febrero de 2023). Ex funcionario del área comercial de Agua de Hermosillo. (N. Pineda, Entrevistador)







La gobernanza y la medición... ¿claves para la resiliencia hídrica de Hermosillo?



América N. Lutz Ley

Profesora-investigadora titular A en el Centro de Estudios del Desarrollo de El Colegio de Sonora. Tiene un doctorado en Ciencias de los Recursos de Tierras Áridas con especialidad en Cambio Global por la Universidad de Arizona y una maestría en Ciencias Sociales con especialidad en Asuntos Públicos por El Colegio de Sonora. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel 1, así como profesora con perfil deseable PRODEP. Su investigación se centra en las dinámicas y problemas de la adaptación humana al cambio climático, la gestión de la seguridad hídrica y el extractivismo minero y agrario. Analiza estos aspectos desde enfoques de sistemas socio-ecológicos, ecología política, ecología política feminista, e instituciones y gestión pública.

La gobernanza y la medición... ¿claves para la resiliencia hídrica de Hermosillo?

América N. Lutz Ley

Introducción

La ciudad de Hermosillo, capital del estado de Sonora, tiene una historia complicada en términos de su sistema de gestión de agua potable y saneamiento (Pineda-Pablos, 1998; Wilder et al., 2012). Pensar en la gestión hídrica para una ciudad de casi un millón de personas, es visualizar un sistema con componentes ecológicos y sociales que interactúan de modos complejos para lograr la obtención del agua de diversas fuentes, su tratamiento y distribución en geografías variables, el cobro del servicio con todas sus implicaciones socioeconómicas y políticas, el tratamiento de las aguas residuales, y el crecimiento y mantenimiento físico y administrativo del sistema a largo plazo. Cada uno de estos aspectos se complica aún más si consideramos los contextos donde estas actividades ocurren, así como la presencia de retos y estresores externos al propio sistema.

En este apartado se ofrece una perspectiva sobre uno de estos retos significativos que enfrentará la población mundial en lo que queda de este siglo y los venideros: el cambio y la variabilidad climática. En particular, se exploran las implicaciones hídricas de estos fenómenos en Sonora, y cómo podría afectar la gestión de agua en Hermosillo. También se abordan algunas claves derivadas de la literatura académica y la investigación empírica para avanzar de un sistema de gestión basado en criterios meramente técnicos a uno de gobernanza hídrica que considere los múltiples tipos de actores, interacciones y conocimientos que intervienen en el escenario hídrico hermosillense; esto con el fin de incrementar su resiliencia ante los impactos hidrológicos actuales y futuros del cambio y la variabilidad climática. El capítulo cierra con una reflexión sobre la importancia de la medición y monitoreo de indicadores como medio para determinar la eficacia de estas y otras estrategias.



Efectos hídricos del cambio y la variabilidad climática en Sonora

Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2022), éste se refiere al cambio del clima identificable -usualmente por métodos estadísticos- mediante cambios en los valores promedio de los parámetros climáticos (precipitación y temperatura principalmente) y/o cambios en la variabilidad de sus propiedades, y que persisten por largos periodos de tiempo (varias décadas o más). Estos cambios pueden ser atribuibles tanto a causas naturales como humanas, aunque actualmente existe evidencia suficiente para asegurar que las actividades humanas tienen el mayor peso en las emisiones de gases de efecto invernadero y en el consecuente proceso de calentamiento global observado en las últimas décadas, mismo que deriva en el conjunto de alteraciones que englobamos bajo el concepto de "cambio climático".

Entre todas las afectaciones que se le atribuyen al cambio climático, dos de las más importantes para la gestión del agua urbana son el incremento de la temperatura y el incremento en la variabilidad e impredecibilidad de la lluvia (IPCC, 2022). En la última década varios estudios han presentado evidencias y proyecciones de cambio climático en cuencas de México, algunas de las cuales incluyen el uso de los denominados Modelos de Circulación Global (GCM) (Martínez-Austria et al., 2016; Mateos et al., 2016; Navarro-Estupiñan et al., 2018). Estos estudios coinciden en la existencia de una tendencia de calentamiento creciente en el territorio nacional y en el noroeste de México en particular. Respecto a los cambios en la precipitación, los resultados muestran mayores niveles de incertidumbre, pues se dificulta modelar la influencia de factores locales sobre la lluvia (por ejemplo, el rol de la topografía y la vegetación). Con todo, se observa una tendencia al decremento de la precipitación y cambios en su temporalidad, así como eventos de sequía más profundos y frecuentes.

Aunque no existe certeza completa sobre el comportamiento futuro de la lluvia, y sobre cómo estos cambios se traducirán en afectaciones sobre el abasto urbano, el principio precautorio nos advierte que debemos estar preparados para impactos potenciales importantes en la gestión urbana de agua en el norte árido de México (Wilder et al., 2012). Además, las proyecciones de temperaturas al alza por sí mismas justifican la búsqueda de mejoras en la gestión en el contexto del cambio climático, pues estudios previos han mostrado que el consumo de agua en entornos



domésticos es incluso más sensible al cambio de temperatura que al cambio en la precipitación; esto debido al aumento de la evapotranspiración y el requerimiento de más agua para diversos usos (Moglia, Grant e Inman, 2009).

Claves para la resiliencia de la gestión hídrica urbana en Hermosillo

Si consideramos que el sistema hídrico de una ciudad –en este caso, Hermosillo– es un sistema complejo compuesto por componentes ecológicos y sociales que interactúan entre sí para generar diversos resultados, podemos retomar algunas lecciones de la literatura teórica y empírica sobre sistemas socio-ecológicos y cómo incrementar su resiliencia frente a estresores como el cambio y la variabilidad climática, mediante mejoras en su gobernanza.

El concepto de resiliencia tiene distintas representaciones en campos disciplinarios como la física, la ingeniería y la psicología, pero en general indica la capacidad de resistir impactos o continuar funcionando a pesar de los retos o dificultades que se atraviesen. Al hablar de sistemas socio-ecológicos, la resiliencia es una propiedad emergente que se refiere a la capacidad de seguir funcionando sin alteraciones mayores en forma, estructura, ni mecanismos (es decir, sin cambiar su “identidad”), después de atravesar por impactos puntuales (un huracán, una crisis económica) o por estresores progresivos (el calentamiento global, la transición demográfica), y seguir proporcionando los servicios o resultados que se esperan de ellos. En otro sentido, la resiliencia se entiende también como la posibilidad de un sistema socio-ecológico de regresar a sus parámetros normales o usuales después de atravesar estos impactos puntuales o progresivos (Walker y Salt, 2012).

Existen una serie de principios y medidas de manejo de los sistemas socio-ecológicos que han demostrado su efecto positivo sobre la resiliencia en distintos sectores y situaciones. Aquí se exploran tres de éstos y cómo podrían contribuir a la mejora de la resiliencia en el caso de Hermosillo y su organismo operador.



Gobernanza policéntrica

Este elemento atañe a la dimensión política de la gestión del agua urbana en Hermosillo. Si bien el artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos hace responsables a los municipios por la prestación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento, aún existen márgenes amplios de participación para la ciudadanía. Esto implica pasar de una relación organismo-usuarios a otra donde los segundos sean socios o coparticipes en el manejo sustentable de los recursos hídricos urbanos. La existencia de un Consejo Consultivo de inspiración ciudadana en el Organismo Operador Agua de Hermosillo es positiva, pero debe fortalecerse su carácter representativo, así como adquirir una posición más central en la toma de decisiones que incorporen los múltiples valores e intereses ciudadanos que -en teoría- representa y que no queden relegados a un mero *checklist* de consulta pública.

El policentrismo en la gobernanza alude a la existencia de múltiples núcleos sociopolíticos donde se discuten los problemas públicos y, si bien hay diversos niveles de poder distribuidos en estos núcleos (cuyo resultado es que no todos participen con igual efectividad en la toma de decisiones), se ha encontrado que su mera existencia incrementa la confianza, el cumplimiento de obligaciones y la satisfacción de la ciudadanía, así como la sensación de estar "incluidos" en un tema crítico para su ciudad (Pahl-Wostl, Mostert, y Tàbara, 2008).

Agua de Hermosillo tiene oportunidades de gobernanza policéntrica a través de la interacción con la multiplicidad de grupos y asociaciones civiles (ambientalistas y otras) que han surgido en los últimos años en la ciudad, los comités vecinales, las asociaciones ciudadanas informales y las redes sociales digitales. Además de los beneficios mencionados, esta interacción también puede traer alternativas de solución para problemas persistentes en la gestión, así como nuevas ideas que de otra manera escaparían de la visión principalmente "técnica" del organismo.

Redundancia y diversidad

Esta clave atañe a varias dimensiones de la gobernanza hídrica de la ciudad, pero aquí nos centraremos en su dimensión física. La redundancia y diversidad son conceptos interrelacionados que se refieren a la existencia de mecanismos o elementos yuxtapuestos o que se traslapan



en la gestión (en el caso de la redundancia), así como a la existencia de un rango de opciones viables de distintos elementos para responder a criterios o requerimientos del sistema en un momento dado (diversidad) (Low et al., 2003). Aquí nos referimos al desarrollo de un portafolio de fuentes de agua variadas, interrelacionadas o incluso yuxtapuestas (como el agua potable y el agua tratada), con diversas características y posibilidades, y con distintos niveles de capacidad de respuesta frente a crisis climáticas.

Esto representa un contraste con el modo usual de operación, que se centra en (sobre) explotar uno o dos tipos de fuentes, omitiendo o siendo negligentes con el desarrollo de otras alternativas, incluidas aquellas que tienen que ver con la gestión de la demanda. Dos estrategias importantes en otras partes áridas del mundo han sido la reutilización del agua tratada (aspecto polémico en Hermosillo) y el desarrollo de infraestructura verde, incluyendo aquella para la captura de agua de lluvia (Zuniga-Teran et al., 2020). Esta última estrategia en particular ha demostrado contribuciones significativas al ahorro doméstico de agua (incluso de hasta 80% en países como Australia) y a disminuir la dependencia de los hogares con respecto de la red pública de agua (Moglia, Cook y Tapsuwan, 2018). Sin embargo, requiere construir capacidades ciudadanas, así como apoyos a la inversión en sistemas de captura, aunque éstos suelen ser menos intensivos en inversión (y tener menos visibilidad política) que buscar o construir nuevas fuentes a escalas mayores. En esta sección no se busca ensalzar unas estrategias de abasto sobre otras, sino dejar en claro que la actitud para aproximarse a la provisión de agua urbana debe priorizar la diversidad, la redundancia y una visión de sistema en vez de visiones atomizadas o puramente economicistas (o peor, sólo políticas).

Aprendizaje social y múltiples saberes y valores

Este aspecto se relaciona directamente con la dimensión social de la gobernanza hídrica de la ciudad. En la gestión urbana del agua se han priorizado ciertos tipos de conocimiento experto (por ejemplo, ingeniería, finanzas y gestión) en detrimento de otros (por ejemplo, comportamiento ciudadano, ecología urbana, significados sociales y culturales del agua, conocimiento ecológico tradicional [TEK en inglés] etc.). Sin embargo, entender estos aspectos “invisibles” u omitidos, puede a su vez fortalecer el entendimiento y la buena gestión de los retos físicos, financieros e



infraestructurales del organismo operador. Esos aspectos no atendidos dan cuenta de los cambios en el sistema socio-ecológico urbano que demandarán la adaptación del organismo operador (un ejemplo es la presencia de plantas no nativas en fraccionamientos de nivel clase media alta en la ciudad, que demandan más agua y tienen que ver valores económicos y culturales de esos grupos sociales).

Por otra parte, el aprendizaje social en este contexto se relaciona con el primer elemento propuesto (policentrismo); pues se refiere al desarrollo de nuevas capacidades de interacción entre los agentes involucrados en la gestión del agua respecto a cómo pueden colaborar y comprender mejor los roles y capacidades de los otros actores en el sistema, así como el funcionamiento del sistema socio-ecológico urbano en su conjunto y cómo esto afectaría la calidad y resultados de la gestión hídrica (Pahl-Wostl, Mostert y Tàbara, 2008). Esto implica establecer canales de interacción ampliados y diversos con los distintos grupos y actores involucrados en el sistema hídrico de Hermosillo, así como mecanismos para que exista retroalimentación entre las decisiones y acciones de unos y otros.

Reflexión final

Para cerrar este capítulo, se enfatiza la importancia que tiene la medición y evaluación continua, sistemática y comparable de distintos indicadores de gestión, incluidos los resultados y productos de la misma (por ejemplo, los niveles de transparencia administrativa y el volumen de agua finalmente entregada).

La medición es el único modo directo de determinar si la aplicación de estos principios de resiliencia, u otras medidas, son efectivas. En paralelo a la aplicación de estos principios en el contexto del cambio y la variabilidad climática, igualmente importantes son los mecanismos de medición y monitoreo desde las fuentes de agua hasta las llaves en los hogares, y todavía después, en su tratamiento y reúso.

Referencias

Low, B., Ostrom, E., Simon, C. y Wilson, J. (2003). Redundancy and diversity: do they influence optimal management? En Berkes, F., Colding, J., Folke C., (eds.), *Navigating social-ecological systems. Building*



- resilience for complexity and change*. New York, Cambridge University Press.
- Martínez-Austria, P.F., Bandala, E.R. y Patiño-Gómez, C. (2016). Temperature and heat wave trends in northwest Mexico. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 91, 20-26.
- Mateos, E., Santana, J.S., Montero-Martínez, M.J., Deeb, A. y Grunwaldt, A. (2016). Possible climate change evidence in ten Mexican watersheds. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 91, 10-19.
- Moglia, M., Cook, S. y Tapsuwan, S. (2018). Promoting water conservation: where to from here? *Water*, 10(11), 1510.
- Moglia, M., Grant, A.L., e Inman, M.P. (2009). Estimating the effect of climate on water demand: Towards strategic policy analysis. *Australasian Journal of Water Resources*, 13(2), 81-94.
- Navarro-Estupiñan, J., Robles-Morúa, A., Vivoni, E.R., Zepeda, J.E., Montoya, J.A. y Verduzco, V.S. (2018). Observed trends and future projections of extreme heat events in Sonora, Mexico. *International Journal of Climatology*, 38(14), 5168-5181.
- Pahl-Wostl, C., Mostert, E. y Tàbara, D. (2008). The growing importance of social learning in water resources management and sustainability science. *Ecology and society*, 13(1): 24.
- Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC). (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, Nueva York, Cambridge University Press.
- Pineda-Pablos, N. (1998). *Hermosillo y el agua: infraestructura hidráulica, servicios urbanos y desarrollo sostenible*. Hermosillo, El Colegio de Sonora, Universidad de Sonora.
- Walker, B., Salt, D. (2012). *Resilience practice. Building capacity to absorb disturbance and maintain function*. Washington, Island Press.
- Wilder, M., Scott, C.A., Pineda-Pablos, N., Varady, R.G. y Garfin, G.M. (2012). *Avanzando desde la vulnerabilidad hacia la adaptación: El cambio climático, la sequía, y la demandad el agua en áreas urbanas del suroeste de los EEUU y el norte de México*. Tucson, Udall Center for Studies in Public Policy, University of Arizona.
- Zuniga-Teran, A., Gerlak, A. K., Mayer, B., Evans, T. P. y Lansey, K. E. (2020). Urban resilience and green infrastructure systems: Towards a multidimensional evaluation. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 44, 42-47.





Por qué no a la desalinizadora para Hermosillo - Por qué sí a la eficiencia y a la regeneración de ecosistemas



Karina López Ivich

Actualmente se encuentra realizando un Ph.D. en Sustentabilidad Ambiental en la Universidad de Ottawa. De profesión, ingeniera bioquímica en Recursos Acuáticos del ITESM Campus Guaymas. Cuenta con dos maestrías, una maestría en Ingeniería Ambiental en la Universidad de Ottawa, y posteriormente, una maestría en Economía en Políticas Públicas, en recursos ambientales, en el ITESM campus Monterrey. Cuenta con más de 30 años trabajando en los que ha colaborado con programas de índole internacional, como el programa de la Universidad de las Naciones Unidas, para Agua, Medio Ambiente y Salud, y con diferentes empresas Canadienses y Europeas aportando soluciones a problemáticas ambientales, con una visión integral, integrando aspectos económicos y sociales.

Por qué no a la desalinizadora para Hermosillo – Por qué sí a la eficiencia y la regeneración de ecosistemas

Karina López Ivich

Definamos el Problema

Para atender este tema, hay que empezar estableciendo la problemática:

1. Lo que sucede en Hermosillo no es un problema de desabasto de agua. La principal causa del problema dentro de la ciudad es el deficiente manejo, la falta de control en el uso, las tomas clandestinas, una falta de infraestructura para su adecuada distribución, un uso excesivo y falta de estrategias de conservación de agua. Actualmente Hermosillo utiliza el doble del agua de lo que debería utilizar, de cada dos litros de agua que entran a la red de suministro de Hermosillo, se desperdicia uno. Aunado a esto, se cuenta con un deficiente tratamiento de aguas residuales, lo que limita su reutilización para uso industrial, agrícola y riego de áreas verdes; Hermosillo carece de un sistema eficiente de manejo y utilización de aguas pluviales; no cuenta con programas de conservación de agua y reservas de agua para uso futuro; y es incipiente el uso de tecnología y equipos de bajo consumo y conservación de agua. En resumen, en lugar del abasto actual de agua para Hermosillo de 400 lts por habitante por día, Hermosillo debería de requerir a lo máximo 200 lts por habitantes por día. Es decir, de cada dos litros que se abastecen a la ciudad, se desperdicia uno. El problema no se soluciona trayendo más agua a la ciudad; la oportunidad, y donde se requiere la inversión actualmente, está en mejorar la eficiencia, el tratamiento y reúso, la conservación de nuestro recurso agua, para hoy y el futuro.

2. En cuanto al agua en las cuencas hidrológicas, de donde se origina la principal fuente de abasto de agua para Hermosillo, el principal problema es la sobreexplotación de los mantos acuíferos y cuerpos de agua superficiales. Esto debido a un desperdicio de agua principalmente en la agricultura, provocado a su vez por la falta de costo para el agricultor lo cual promueve el desperdicio, falta de control y monitoreo en las



concesiones agrícolas e industriales; si como el cambio de uso del suelo, el deterioro de los ecosistemas, la contaminación de los cuerpos de agua y los procesos de urbanización descontrolada todo esto ha dado resultado un desequilibrio hidrológico en nuestras cuencas. Se tiene un creciente deterioro en las condiciones ambientales de la cuenca, lo cual afecta el ciclo hidrológico del agua y por consecuencia la producción natural del agua, así como las condiciones ambientales adecuadas para la recarga de acuíferos y la conservación de agua.

En este capítulo, primero se analizará la opción de la desalinización, una de las opciones que se ha considerado para abastecer de agua a Hermosillo. La desalinización se ha venido hablando desde hace ya décadas, mientras que se han desatendido las acciones para mejorar la eficiencia y el uso eficiente del agua en la ciudad y agricultura. Las opciones que se han planteado, hasta donde yo tengo conocimiento, son desalar agua en Bahía Kino, Guaymas-Empalme (ampliación de la desaladora de Empalme), y más recientemente se ha hablado de la opción en Puerto Peñasco, y traerla a Hermosillo. En cualquiera de los casos el análisis es similar, y lo abordaré desde lo económico, social y ambiental.

En la segunda parte del documento hablaré de las opciones sustentables y económicamente viables para atender el abasto de agua para Hermosillo, y en su caso, otras ciudades de Sonora donde la situación es similar.

Golfo de California (Mar de Cortés)

En cualquiera de las opciones de desalinización para Hermosillo, el agua se extraería del Golfo de California, por eso es importante conocer lo que es y representa el Golfo de California para la región y para el mundo. El Golfo de California es conocido internacionalmente como el acuario del mundo. Es el único mar que pertenece a un sólo país y es 100% mexicano. En el Golfo de California, existen más de 5,900 especies diferentes, de las cuales 383 son endémicas.

En 2005 fue declarado Patrimonio Mundial Natural por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, las Ciencias y la Educación (UNESCO). Por su riqueza natural y biodiversidad, este mar alberga el 40% de las áreas naturales protegidas del país, algunas de ellas consideradas como Reservas de Biósfera. Para dar el contexto, la



categoría de Reserva de Biósfera fue creada por la UNESCO en 1974, como una alternativa para gestionar una apropiada convivencia entre los seres humanos y la naturaleza de una manera equilibrada justa y equitativa, que permita la conservación de importantes ecosistemas del planeta. Las Reservas de Biósfera son espacios del planeta reconocidos internacionalmente, que mantienen la soberanía de su respectivo país, seleccionados por el interés científico tanto en lo ecológico, biológico como cultural, y donde los pobladores de esos territorios desarrollan actividades socioeconómicas, humanas, y de conservación, procurando la sostenibilidad.

En cuanto a las actividades económicas en la región del Golfo de California, la producción pesquera, que incluye tanto la pesca de captura como la producción de la acuicultura, en el 2020 reportó una producción de 1,500,000 de toneladas de producción, lo que equivale a la generación de un valor económico anual de \$30,751,000,000 de pesos (datos recabados del SIAP en el 2020). En 2021, Sonora se ubicó como la entidad líder en producción de sardina; Sinaloa encabezó la captura de atún; Baja California quedó como el segundo mejor productor de sardina y cuarto de atún; Baja California Sur fue el tercer estado productor de sardina y Nayarit destacó como tercer mejor productor de camarón, al cierre de 2021. Cabe destacar que esta región es la principal productora y proveedora de alimentos acuícolas y pesqueros del país, representando el 75% de la producción nacional.

Dato importante, el consumo per cápita de pescados y mariscos en México pasó de 8.9 a 13.9 Kg en los últimos 8 años. Es decir, la producción acuícola del Golfo de California, además de tener un peso económico de gran importancia, es un eslabón clave en la seguridad alimentaria de nuestro país.

En lo social, el Golfo de California alberga a la población de pescadores de México más numerosa y productiva del país. Estas se encuentran en las costas de Baja California, Sonora, Sinaloa y Nayarit. Por décadas, las comunidades pesqueras, en ocasiones en colaboración con organizaciones de la sociedad civil, han realizado acciones importantes para revertir el daño al ecosistema marino que actividades pesqueras y acuícolas inadecuadas, y la sobreexplotación pesquera ha generado en el Golfo de California. Tanto comunidades como industria han vivido los efectos de la afectación al ecosistema marino.



Por lo tanto, cuando se planeen acciones en el Golfo de California que atenten el equilibrio del ecosistema marino, además de afectar la biodiversidad del ecosistema marino, se atenta directamente con el desarrollo económico de la región, con la industria pesquera y acuícola, con la seguridad social de las comunidades pesqueras, con la justicia social y con la seguridad alimentaria.

Costos de proceso de desalinización y traslado a Hermosillo

Desde el punto de vista económico, la desaladora representa la opción más costosa, la que generaría el agua más cara para el hermosillense, y no justificable en este momento. El agua más cara que paga Hermosillo en este momento (datos del 2022) es el agua que viene del acueducto Independencia, que oscila alrededor de los \$8 por metro cúbico (m^3), comparado con el agua de pozos proveniente de acuíferos, que oscila entre los \$3 a \$4 por m^3 . En base a datos de estudios existentes de las opciones de desalar agua y traerla desde la costa para Hermosillo, el costo por m^3 oscilaría entre los \$20 a \$25. Esto es considerado un traslado de entre 100 a 150 km de distancia. Si consideramos la distancia desde Puerto Peñasco, esta distancia se pudiera triplicar, y con ello, muy probablemente el costo de agua desalada puesta en Hermosillo.

En cualquier de los casos, esto generaría la necesidad de aumentar la tarifa significativamente o bien, subsidiar su costo, lo cual sabemos, a la larga sería insostenible. Cabe mencionar que AGUAH (Agua de Hermosillo) ha tenido problemas para pagar el costo del Acueducto Independencia, y constantemente se deja de pagar y se incurre en deuda, lo cual genera retrasos en acciones de mantenimiento y mejoras que requiere dicha obra. El aumento en el costo no es un tema sencillo, ya que conlleva implicaciones directas de justicia social.

Afectaciones al ecosistema marino

Para evaluar la opción de desalinización como fuente de agua para Hermosillo, o para otras ciudades de Sonora, conviene preguntarse sobre lo óptimo de esta iniciativa ya que hay serios problemas sociales y ambientales que le acompañan. El impacto al medio marino es de gran peso en particular considerando que se trata del Golfo de California el que sería afectado, que, a pesar de su importancia económica, social y ambiental, se encuentra en una situación de fragilidad. Debido a su



importancia, son varias las instituciones y los esfuerzos que se realizan en la actualidad por cuidar y preservar el ecosistema marino de esta región. El empezar a utilizar la desalación en esta región pondría aún más en riesgo el equilibrio en el ecosistema marino, lo cual a su vez afectaría actividades productivas como la pesca y el turismo, principales actividades económicas en esta importante región marina.

Además de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la gran cantidad de energía necesaria para operar, el proceso deja salmuera sobrante, o agua salada concentrada, que puede aumentar la salinidad del agua de mar. Además de una alta concentración de sal, la salmuera puede contener metales tóxicos como mercurio, cobalto, cobre, hierro, zinc y níquel, así como ácidos que provocan cambios irrevocables en el medio ambiente. Esta descarga con una alta concentración de sales y químicos impacta negativamente en la flora y la fauna afectando primeramente el plancton y las larvas, lo cual produce un efecto dominó, ya que al impactar en los primeros eslabones de la cadena productiva marina se afecta la vida marina, su biodiversidad, impactando a su vez las principales actividades de la región como la pesca y el turismo. Lo ambiental siempre impacta en lo económico y lo social.

La preocupación no es producto de la especulación. Existen ya evidencias de los efectos nocivos de la desalinización en medios marinos alrededor del mundo. Los escasos estudios de impacto medioambiental disponibles en la actualidad informan de afectaciones causadas por los vertidos de las plantas desalinizadoras, tales como reducciones de poblaciones de peces, mortalidad de plancton y corales en el Mar Rojo, desaparición de manglares y angiospermas marinas en la laguna de Ras Hanjurah (Emiratos Árabes), y una contaminación importante de los fangos por cobre y níquel en Key West (Florida) donde se detectó la desaparición de las comunidades originales de organismos marinos.

Ante la evidente afectación, la oposición a estos sistemas de plantas se ha hecho sentir en varias comunidades del mundo. Entre ellos, un importante antecedente. Durante 2022, la Comisión Costera de California (California Coastal Commission) rechazó la inversión de 1.4 billones de dólares en el proyecto de desalinización Poseidón (Poseidon Water) en Huntington Beach, Los Ángeles. Los argumentos para rechazar el proyecto de la planta Poseidón incluyeron cuestiones económicas, sociales, y ambientales, todas ellas sólidamente argumentadas. Entre las



razones económicas para descartar la mega obra se determinó que el costo y el aumento en el precio del agua afectaría desproporcionalmente a millones de residentes de bajos ingresos y se calificó de inapropiada la intervención de una empresa extranjera que privatizaría la producción de agua.

En cuestiones ambientales, se determinó que la afectación en la vida marina generaría un impacto mayor y que el proyecto causaría un daño sustancial a las larvas de peces y al plancton que constituyen la base de la cadena alimentaria marina. La planta desalinizadora no sólo absorbería agua de mar sino también hábitat, pues Poseidón usaría tuberías de entrada cubiertas por grandes pantallas que atrapan y matan organismos grandes como peces, mamíferos, pájaros e invertebrados, por un lado, y organismos más pequeños, como huevos de peces, plancton y larvas que pasan a través de las pantallas y mueren durante el proceso de enfriamiento, por el otro. La estimación del impacto a la biodiversidad es escalofriante: 51 mil peces y entre 104 millones y 345 millones de larvas de peces morirían por año.

Otra razón para su cancelación fue la ya mencionada descarga de salmuera como subproducto, con alta concentración de sal y los químicos dañinos que Poseidón liberaría junto con la contaminación por corrosión de la planta que produce un lixiviado de metales pesados como cobre, plomo y hierro. Esta contaminación daña los ecosistemas y la vida marina que habita en nuestro océano.

Pero quizá lo más relevante de la evaluación fue que las conclusiones señalaron opciones más viables con una mejor relación costo-eficiencia para atender la demanda de agua proyectada para las siguientes décadas. Entre ellas, la reutilización de agua tratada y la rehabilitación de acuíferos. Por todo lo anterior, Poseidón se exhibió como una solución no necesaria e insostenible.

Revisemos el tema de la salmuera, subproducto de la desalinización. Al ser la salmuera uno de los principales problemas ambientales de las plantas desaladoras, se pensaría apropiado pensar en alternativas para su tratamiento o uso. La práctica actual más extendida es arrojar la salmuera sobrante al océano, esto debido a la misma composición de la salmuera que dificulta su tratamiento y utilización. La salmuera producida durante el proceso de desalinización puede contener



varios productos químicos, incluidos algunos que pueden ser tóxicos. La composición de la salmuera depende de la fuente del agua de mar y del proceso de desalinización utilizado. Por ejemplo, la salmuera puede contener metales pesados, como plomo y mercurio, así como materia orgánica disuelta, que puede contener sustancias nocivas como benceno y tolueno. Además, la salmuera que se genera durante el proceso de desalinización contiene una alta concentración de sales, como magnesio, calcio y potasio, lo que puede dificultar su uso para producir sal de alta calidad. En algunos casos, la salmuera también puede contener altos niveles de bromuros, que pueden interferir con la producción de cloro y otras sustancias químicas. La presencia de estos productos químicos hace que la salmuera no sea apta para producir sal para el consumo humano, y puede requerir un tratamiento o purificación adicional antes de que pueda usarse para otros fines, como pudiera ser sales para la descongelación o para procesos industriales. Adicionalmente, un estudio publicado en la revista Science Direct encontró que los volúmenes de salmuera son mayores que la mayoría de las estimaciones de la industria, y comprenden en promedio un galón y medio por cada galón de agua dulce producido. Esto genera volúmenes muy grandes dificultando su tratamiento y uso. Todos estos factores ocasionan que la producción de sal a partir de salmuera pueda ser un proceso intensivo en energía, por lo que no resulta una opción rentable para producir sal para ningún uso.

La desalinización no es una opción sustentable, no mientras que se afecte al medio marino sustento de vida para generaciones presentes y futuras, no mientras afecte comunidades que desarrollan actividades socioeconómicas, humanas, y de conservación, procurando la sostenibilidad, y no mientras que afecte actividades económicas pesqueras que ponen en riesgo la seguridad alimentaria. Todas estas evidencias nos deben orillar a evaluar profundamente la opción de desalinización. Un trabajo que debemos realizar profesionistas y académicos para conocer la viabilidad y al mismo tiempo discutir una reglamentación para normar la potencial desalinización en el Golfo de California. Porque, adicional a la planta de desalinización para Hermosillo, y más recientemente el Plan Arizona, y ante esta visión sesgada y carente de validación, otros proyectos de desalinización empiezan a perfilarse a lo largo del Golfo de California con el consecuente impacto en la vida que habita en nuestro océano, la misma agua en la que nos encanta nadar, surfear y bucear y de la que vive la industria pesquera y turística.



Por éstas y otras consideraciones, en el caso de Hermosillo, esta opción se vuelve inconveniente por inoportuna, además de no abonar a la sustentabilidad; empezar con este proyecto como solución, haría un lado la oportunidad de mejorar la gestión del agua en la cuenca y en la ciudad, y generaría una merma considerable en las finanzas públicas del Estado que como bien sabemos, se tendría que compensar con un aumento en la tarifar, que nadie está dispuesto a pagar sin necesidad, además de la afectación ambientales y económicas antes planteadas.

La desalinización no es una panacea. Autoridades y sociedad deben saber que hoy más que nunca hay soluciones viables, económicamente factibles y ambiental y socialmente benéficas que se pueden evaluar e implementar antes de drenar los hábitats marinos y aumentar las tarifas del agua.

Otras opciones más viables para Hermosillo

Por supuesto que tenemos que prever a mediano y largo plazo, y debemos de buscar soluciones alternativas que nos aseguren progresivamente el abasto de aquí a 30-50 años, y perfilar una ciudad de vanguardia y sustentable. Pero antes de voltear a ver la desalinización en Sonora como una respuesta mágica a la sobreexplotación de otras fuentes de agua, debamos atender la ineficiencia del uso de agua en el sector agrícola y las pérdidas de un litro por cada dos que se suministran en el sector urbano, como lo comentaba al principio de este capítulo. Instalar una planta desalinizadora inhibe la oportunidad que tenemos los Sonorenses de mejorar la gestión del agua en la ciudad y en la cuenca. Entre las acciones que, si nos permitieran asegurar el suministro de agua, se encuestan la rehabilitación de cuencas para fortalecer recarga de acuíferos, mejorar la captación, mejorar eficiencia en el uso agrícola, implementar prácticas de agricultura regenerativa, mejorar la eficiencia urbana a través del control y pago, utilización de agua de lluvia, tratamiento de aguas negras para uso industrial y agrícola, entre otras. Medidas todas ellas que, además de ahorrar o aportar agua, ofrecen beneficios sociales y ambientales.

Actualmente Hermosillo consume, es decir, se le abastece un volumen equivalente al doble del volumen que requiere en base a su población; en términos prácticos, de los 135 millones de m³ (dato de 2022) que se abastecen al año, se desperdicia la mitad. Esta situación se tiene bien documentada, se conoce la inversión y las acciones que se deben de



realizar. Ahora bien, si Hermosillo consumiera un volumen adecuado de agua, equivalente a más o menos 200 litros/habitante al día, el volumen de agua que actualmente abastece a Hermosillo, considerando la tasa de crecimiento poblacional de nuestra ciudad, alcanzaría para abastecer a su población más allá del 2060, una población estimada de 1 millón 800 mil habitantes. Esto nos da un tiempo suficiente, actuando ya, para rehabilitar el ecosistema, fortalecer el ciclo hidrológico en nuestras cuencas de agua y recargar acuíferos, ordenar las tomas y concesiones de agua en la cuenca, etc.; lo cual en todos los aspectos presenta beneficios importantes, económicos, sociales y ambientales, así como sustentables para la ciudad y la región. Ya existen casos de éxito en México y en el mundo, que podemos revisar y aplicar.

Varios son los ejemplos que consideran otras opciones más viables, económica y socialmente más adecuadas, y ambientalmente más amigables y sustentables.

Expertos en políticas de agua han sugerido alternativas que actualmente son menos costosas y consumen mucho menos energía, y muy importante, no presentan riesgos ambientales. En el caso del agua del río Colorado, por ejemplo, Jay Lund, codirector del Watershed Sciences Center at the University of California, Davis, comenta que dejar en barbecho la agricultura de menor valor es una alternativa más barata y mejor desde una perspectiva nacional y estatal, ya que la agricultura utiliza aproximadamente el 80% del agua del río Colorado. "Es la forma más económica y sostenible de restablecer el equilibrio del sistema", dijo Lund. El uso eficiente y el control de las asignaciones de agua a la agricultura, es al igual una tarea pendiente en Sonora.

Por otra parte, los activistas que se opusieron al proyecto de la desalinizadora Poseidon señalaron un estudio reciente del Pacific Institute, que encontró que invertir en tecnologías y mejores prácticas de ahorro de agua podría mejorar la eficiencia para reducir el uso urbano de agua de California entre un 30% y un 48%. Adicionalmente, manifestaron que la reutilización de aguas residuales, la conservación del agua y el fomento de la reasignación de agua son otras soluciones sostenibles a la escasez de agua que deberían tener prioridad sobre la desalinización.

Por su parte, las acciones de regeneración y recarga de acuífero de Zapaliname, en Coahuila, han dado resultados importantes en la recarga



del acuífero, proyecto en el que participan varias organizaciones de la sociedad civil, incluyendo el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C. Esta A.C. actualmente desarrolla el Proyecto de recuperación y regeneración del Río Santa Catarina para la Ciudad de Monterrey (R3C). Otro ejemplo exitoso importante, son las acciones que ConSelva A.C. ha implementado en cuencas del sur de Sinaloa, donde en poco más de una década de trabajo, Conselva ha logrado avances significativos en el manejo, conservación y restauración de las cuencas Presidio y Baluarte a través de la implementación en campo de más de 181 proyectos de conservación, restauración y manejo de recursos naturales, patrocinados por fuentes nacionales e internacionales tanto públicas como privadas.

El programa de Cuencas y Biodiversidad diseña planes de manejo integrado de las cuencas que aseguran la producción de agua a largo plazo, identificando las microcuencas que se deben proteger por su producción elevada de agua; las que deben restaurar, para recuperar su capacidad de captar agua; y en las que las actividades agropecuarias se deben ajustar para hacerlas compatible con la producción de agua de la cuenca. Los planes se elaboran con modelos hídricos avanzados, y su calidad técnica les permite servir para el diseño de políticas públicas territoriales como Programas de Ordenamiento Ecológico Participativo, declaratorias de Área Natural Protegida (ANP) de jurisdicción federal, estatal y municipal, diseño de Planes de Manejo de ANP's ya declaradas; diseño de corredores eco-hidrológicos, focalización de programas de agricultura y ganadería sustentables; de áreas a reforestar en los municipios, entre otras aplicaciones. El programa incorpora Soluciones Basada en la Naturaleza (SbN) para incrementar la disponibilidad de agua para comunidades rurales, fauna silvestre y ganado; así como para mejorar la calidad del agua y para mejorar la gestión de los riesgos asociados al agua (inundaciones, mitigación de efecto de sequía). Las SbN han probado ser costo – efectivas y generan beneficios múltiples a la sociedad y economía, además de mejorar la eficiencia de las soluciones "grises" tradicionales (tubos, cementos, concreto) y reducir costos.

Autoridades y sociedad deben saber que hoy más que nunca hay soluciones viables, económicamente factibles y ambiental y socialmente benéficas que se pueden implementar. Hoy más que nunca se hace de vital relevancia el acelerar iniciativas para ayudar a proteger y recuperar las cuencas que abastecen de agua a nuestras, y a las actividades



productivas del campo, mediante el fortalecimiento de la participación social, la coordinación y la concurrencia de inversiones entre actores clave en torno a un objetivo común. Los planes y acciones de rehabilitación de cuencas, y recuperación de cuerpos de agua y acuíferos, al utilizar prácticas integrales y soluciones basadas en la naturaleza, están atrayendo recursos e inversiones de fundaciones, bonos verdes y fondos para la conservación, que están enfocadas en invertir en soluciones sustentables, que aporten a la resiliencia urbana y rural ante el cambio climático, y que beneficien las condiciones ambientales para el bienestar humano.





Los mejores y los peores servicios de agua en México



Alejandro Salazar Adams

Profesor-investigador en El Colegio de Sonora. Doctor en Problemas Económico Agroindustriales por la Universidad Autónoma Chapingo. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (desde 2009), nivel II. Ha publicado varios artículos y libros relacionados con la gestión del agua. Creó y dirigió la maestría en Gestión Integral del Agua en El Colegio de Sonora. Es integrante del cuerpo académico Gestión Integral del Agua.

Los mejores y los peores servicios de agua en México

Alejandro Salazar Adams

Cada dos años, el INEGI publica los resultados de la Encuesta de Calidad e Impacto Gubernamental (ENCIG), donde se pide a los habitantes de 32 áreas metropolitanas del país (una por cada entidad federativa) evaluar la calidad de diversos servicios públicos, entre ellos, el servicio de agua potable. La tabla 1 presenta los resultados de la edición 2021 de la encuesta. En una de las preguntas se pide a los ciudadanos indicar si está satisfecho con los servicios de agua potable en su ciudad. Con base en el porcentaje de respuestas afirmativas a esta pregunta, se ordenaron los resultados para cada ciudad de mayor a menor. En la tabla 1 aparecen las tres ciudades mejor evaluadas y las tres peor evaluadas.

Tabla 1. Resultados de la ENCIG 2021

Posición	Ciudad	Satisfecho	Suministro constante	Pureza y claridad	Potabilidad
1	Saltillo	82	83	84	50
2	Monterrey	78	82	85	74
3	León	76	78	87	53
-	-	-	-	-	-
9	Hermosillo	67	61	73	33
-	-	-	-	-	-
30	Oaxaca	31	23	31	9
31	Villahermosa	19	29	12	2
32	Acapulco	15	11	32	5

Fuente: INEGI (2021).



En primer lugar, aparece Saltillo, donde el 82% de los ciudadanos dice estar satisfecho con el servicio, seguido de Monterrey⁴ y la ciudad de León. Al fondo de la tabla se encuentran las tres peor evaluadas, siendo Acapulco la ciudad con el menor nivel de satisfacción con un 15%. Le acompañan en este grupo las ciudades de Villahermosa y Oaxaca que ocupan las posiciones 31 y 30, respectivamente.

Otra pregunta que les hicieron a los ciudadanos fue si contaban con un suministro constante de agua en sus viviendas. En Saltillo, el 83% contestó de manera afirmativa, mientras que, en Acapulco, solo el 11% reportó tener un servicio de agua sin interrupciones. Los encuestadores también preguntaron si el agua que llegaba a los hogares era de una pureza y claridad aceptable. Puede verse como en el grupo de los mejor calificados, más del 85% respondieron afirmativamente, mientras que, en el grupo de los peor evaluados, menos del 32% indicaron que el agua que recibían era limpia, siendo Villahermosa el peor evaluado con 12%. Finalmente, preguntaron a los ciudadanos si el agua era apta para beber. En el grupo de los mejor evaluados, más de la mitad contestó afirmativamente, destacando el caso de Monterrey, donde el 74% señala que el agua es completamente potable. Contrasta notablemente el caso de los peor evaluados, donde menos de 9% indica que el agua es apta para beber, destacando Villahermosa, donde solo el 2% respondió afirmativamente.

Ante estos resultados, vale la pena preguntarse por qué algunas ciudades del país tienen buenos servicios de agua mientras que otras padecen serias deficiencias. En México, a las empresas que se dedican a proporcionar el servicio de agua se les conoce como organismos operadores de agua. Los resultados obtenidos por estos organismos dependen de que estén bien administrados. Para evaluar las características de la administración, en la tabla 2 se presenta un resumen de indicadores de gestión de los organismos que operan el servicio en cada una de las seis ciudades analizadas, que pueden indicarnos cuáles son los factores que explican el éxito de unos organismos y el fracaso de otros.

⁴ Es importante señalar que en este ensayo estamos trabajando con datos de la ENCIG 2021, lo que explica que Monterrey sea bien evaluado a pesar de que en 2022 ocurrió una severa crisis de abasto de agua.



Tabla 2. Indicadores de desempeño y tarifas

Posición	Ciudad	Medición (%)	Empleados por cada mil tomas	Eficiencia de Cobro (%)	Agua no Contabilizada (%)	Tarifa (\$)
1	Saltillo	99	1.6	99	22	11.17
2	Monterrey	99	3.5	72	36	17.31
3	León	99	2.4	93	31	29.22
	<i>Promedio</i>	99	2.5	88	30	19.23
-	-	-	-	-	-	-
9	Hermosillo	56	3.1	78	55	16.74
-	-	-	-	-	-	-
31	Oaxaca	62	7.8	39	61	6.87
32	Villahermosa	20	9.0	61	35	0.88
33	Acapulco	25	11.8	94	69	17.95
	<i>Promedio</i>	36	9.53	65	55	8.57

Fuente: Ver nota⁵.

Comencemos con el indicador de “Medición”, el cual nos indica que porcentaje de las tomas de agua cuentan con medidor instalado y funcionando. En el grupo mejor evaluado, la medición en todos los casos es del 99%, es decir, prácticamente todas las tomas cuentan con un medidor funcionando. En contraste, los tres peor evaluados presentan deficientes niveles de medición siendo el nivel más bajo el de Villahermosa, en donde solamente una de cada 5 tomas de agua cuenta con un medidor funcionando. ¿Por qué es importante este indicador? El físico inglés Lord Kelvin decía que lo que no se mide, no se puede mejorar. La medición permite a los organismos monitorear la eficiencia de la red, identificar

⁵ Medición y Empleados por cada mil tomas fueron calculados con base en datos del Censo de Gobiernos Municipales 2019 (INEGI, 2019), excepto León, que fue con el Censo de 2017. Eficiencia de Cobro fue obtenido del Programa de Indicadores (PIGOO) del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA, 2023), el indicador corresponde al año 2017, excepto para Acapulco que es de 2011 (el más reciente que hay disponible). Agua no Contabilizada se calculó a partir del indicador “Eficiencia Física 2” del PIGO, que era el único que presentaba definición de la misma al momento de hacer la consulta, este indicador también corresponde a 2017, excepto para Acapulco que corresponde a 2011. La Tarifa fue obtenida del Sistema Nacional de Tarifas de CONAGUA (2023), y corresponde a la tarifa por metro cúbico más alta en la ciudad, vigente en 2018, calculada a partir de un consumo de 30 metros cúbicos.



fugas, y programar las acciones e inversiones necesarias para cubrir el abasto de agua de la población. Además, permite que el cobro a los usuarios se haga con base en la cantidad de agua consumida, incentivando con ello el ahorro en los hogares. En las tomas sin medidor, el cobro se hace con base en una cuota fija, por lo que los usuarios pueden consumir la cantidad de agua que quieran sin que ello les cueste más, por lo que no se preocupan por cuidar el agua ni por reparar fugas en su domicilio.

La eficiencia del cobro se refiere al porcentaje de la facturación que fue efectivamente cobrada. Saltillo destaca como el más eficiente en el cobro, ya que recauda prácticamente la totalidad de lo que factura. En contraste, el organismo de Oaxaca recupera solamente un 39% de la facturación, es decir que por cada \$10 pesos facturados solo se cobran \$4. Esto ocasiona que, por un lado, los usuarios al no cubrir el pago del agua que utilizan no tengan ningún incentivo para el ahorro; y por otro, hace que el organismo no cuente con recursos suficientes para cubrir sus costos de operación y mucho menos cuente con recursos para mantenimiento de la red, lo que hace que empeore la calidad del servicio.

El indicador de Empleados por cada mil tomas nos señala si existe un exceso de personal en un organismo operador de agua. El organismo con el indicador más bajo es Saltillo, con 1.6 empleados por cada mil tomas, que indica que su personal es altamente eficiente, por lo que no requiere de una gran cantidad de empleados para dotar de agua a la ciudad. En contraste, el organismo de Acapulco tiene 11.8 empleados, lo que indica que sus empleados son poco productivos y constituyen una gran carga para el presupuesto del organismo. En general, puede observarse como los organismos con mejor desempeño tienen un nivel promedio más bajo de empleados por cada mil tomas, con respecto de los menos eficaces.

El agua no contabilizada son las pérdidas de agua que ocurren en la red de la ciudad, a causa de las fugas ocasionadas por el deterioro de las tuberías. El organismo con menor pérdida de agua fue Saltillo, con 22%. En contraste, Acapulco presentó un nivel 69%, es decir, por cada 10 litros que se suministraban a la red, casi 7 se perdían a causa de las fugas. Producir esta agua requirió de insumos y electricidad que tuvieron un costo para el organismo, por lo que las pérdidas de agua implican un costo irrecuperable de recursos que se pudieron haber aprovechado para el



mantenimiento y mejora del sistema. Podemos decir que las fugas de agua son también fugas de dinero. Además, estas pérdidas implican tener que extraer una mayor cantidad de agua de los pozos para cubrir el abasto de la ciudad, lo que hace que tarde o temprano, se agote el agua de estas fuentes y se generen problemas de abastecimiento.

Tarifas

La tarifa, si bien no es un indicador de desempeño, la hemos incluido en la tabla 2 porque nos sirve para evaluar algunas características de la administración de los organismos. Llama la atención el caso de Villahermosa, en donde la tarifa por metro cúbico es de 88 centavos. Esta tarifa fue establecida en el año 2005 y permanece vigente al momento de escribir este ensayo. A los políticos les gusta mantener bajas las tarifas, porque eso les permite atraer votos en las elecciones. Sin embargo, el efecto neto sobre la sociedad es pernicioso. Un nivel tan bajo hace que los consumidores no valoren el servicio y no tengan ningún incentivo para cuidar el agua, más aún cuando se combina, como en este caso, con un bajo nivel de medición. Por otro lado, una tarifa baja hace que la recaudación sea insuficiente y no se cuente con recursos para dar mantenimiento a la red y mejorar los servicios. Además, la falta de actualización de la tarifa hace que los ingresos del organismo se mantengan bajos mientras los costos de producción se incrementan con la inflación.

Las ciudades mejor calificadas tienen tarifas más altas y son actualizadas cada año para poder cubrir los costos de producción y distribución del agua. Sin embargo, el caso de Saltillo nos muestra que un buen servicio no necesariamente debe ser caro, pues tiene un nivel tarifario menor al de los de la mayoría de la tabla. El organismo de Saltillo es una asociación público-privada en la que son socios el municipio de Saltillo y la empresa Veolia. En este caso, las tarifas se actualizan todos los años según el aumento de la inflación, lo que obliga al organismo a mantener bajos costos de producción.

Hermosillo, ¿cómo vamos?

En la tabla 1 se muestra que Hermosillo se ubicó en la posición 9, con un nivel de satisfacción del 67%. De acuerdo con los resultados, 4 de cada 10 encuestados señala que el suministro no es constante, y solo una tercera



parte de la población señala que el agua es apta para beber. Si bien Hermosillo no está entre los peores servicios de agua del país, aún se encuentra lejos de los mejores niveles observados en las principales ciudades de México. La tabla 2 nos muestra algunas de las deficiencias en la gestión del organismo. Primeramente, resalta el hecho de que 44% de las tomas no tienen medidor, lo que ocasiona que casi la mitad de los hermosillenses no sepa que cantidad de agua consume y por lo tanto no tenga ningún incentivo para reducir su consumo ni reparar las fugas en su domicilio. Esto aunado a que más de una quinta parte de la facturación no se cobra, provoca que una proporción considerable de usuarios no tenga un incentivo económico para ahorrar agua, además de que reduce la cantidad de recursos disponibles para mejorar la infraestructura.

Otra de las grandes deficiencias del organismo de Hermosillo es que, a pesar de ubicarse en una zona de recursos hídricos limitados, se pierde más de la mitad del agua en la red. Tradicionalmente, las administraciones locales han buscado incrementar el abasto de agua mediante la incorporación de nuevas fuentes de agua. Sin embargo, las nuevas fuentes se encuentran cada vez más lejos de la ciudad, por lo que traer esta agua es mucho más costoso que usar las fuentes cercanas que ya están en operación. El agua que se trae a la ciudad a través del Acueducto Independencia desde la presa El Novillo, ubicada a 135 kilómetros de la ciudad, le costó al organismo \$4.64 pesos por metro cúbico en 2021⁶, mientras que el gasto promedio en electricidad de los pozos cercanos era de \$1.8 pesos en 2019⁷. Económicamente, no es rentable traer agua muy costosa a la ciudad para que casi la mitad de ésta se pierda en las fugas de la red. Por lo tanto, no tiene sentido incorporar nuevas fuentes de agua como la desalación de agua de mar, que tiene costos de entre \$0.5 y \$1 dólar por metro cúbico⁸, sin contar los costos de construir la planta ni la conducción del agua a la ciudad. Lo más conveniente para Hermosillo es reducir las pérdidas de agua para reducir la necesidad de incorporar nuevas fuentes de agua. Si bien el número de empleados no es tan alto como en los organismos peor evaluados, si es mayor que el promedio de los que tienen mejor desempeño, por lo que es un área de oportunidad para reducir los costos operativos del organismo, lo que permitiría contar

⁶ Fuente: Agua de Hermosillo, Indicadores de gestión del 27 de agosto de 2021.

⁷ Calculado con datos del Censo de gobiernos municipales (2019).

⁸ Cálculos del profesor Philip Davies de la universidad de Birmingham (2021) <https://www.birmingham.ac.uk/news/2021/current-research-and-innovation-trends-in-desalination>



con recursos para la mejora del servicio sin tener que recurrir a aumentos elevados en la tarifa.

Comentarios finales

La calidad del servicio de agua potable es el resultado de la buena o mala administración de los organismos de agua. Los bajos niveles de medición, la baja recaudación, las pérdidas de agua y los elevados costos de personal son algunos indicadores que nos señalan que la gestión de un organismo no es adecuada y, por lo tanto, repercute en un servicio que no satisface a los consumidores debido a la intermitencia del servicio y la mala calidad del agua suministrada. La mayoría de los servicios de agua en el país son operados por organismos públicos municipales (y algunos estatales) en donde alcaldes y gobernadores suelen tener peso en las decisiones, por lo que no es raro que usen el organismo de agua como un instrumento político para dar empleo a sus familiares y amigos, inflando con ello la nómina. Además, para ganarse la popularidad del electorado, suelen influir para no actualizar tarifas ni cobrar por el consumo. Los organismos mejor administrados, en cambio, se caracterizan por mantener a los políticos locales fuera de las decisiones administrativas. Por ejemplo, en León, la junta de gobierno está conformada por empresarios de la localidad, y el presidente municipal no forma parte de esta. En el caso de Saltillo, el organismo es una asociación público-privada y por tanto tiene incentivos para operar de manera eficiente para poder pagar utilidades a los inversionistas y al municipio, que es el accionista mayoritario de la empresa. A pesar de las ventajas que ofrece este modelo de gestión, existen solo cinco organismos⁹ con participación privada en México. Esta modalidad pudiera ser una buena opción para inducir una mayor racionalidad económica en la gestión del organismo de agua de Hermosillo y con ello mejorar los servicios de agua en la ciudad.

⁹ Además de Saltillo, están Aguascalientes, Cancún, Puebla y Veracruz.





Una ley estatal de agua, ¿para qué?



Juan Jaime Sánchez Meza

Licenciado en derecho, egresado de la escuela de derecho de la Universidad de Sonora, así como de la especialidad en Gestión Integrada de Cuencas Hidrológicas de El Colegio de Sonora; Administración Municipal del Instituto Sonorense de Administración Pública; Gobierno y Gestión Local del Centro de Investigación y Docencia Económicas; Derechos Humanos del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la Universidad Nacional Autónoma de México y conferencista en diversos eventos nacionales e internacionales en materia de gestión del agua. Exfuncionario del organismo Agua de Hermosillo, la Comisión Estatal del Agua del Estado de Sonora y de la Comisión Nacional del Agua. Autor del libro "El Mito de la Gestión Descentralizada del Agua en México" y coautor del libro "Gestión del Agua con Energías Renovables", ambos editados por la Universidad Nacional Autónoma de México.

Una ley estatal de agua, ¿para qué?

Juan Jaime Sánchez Meza

¿Qué explica que los gobiernos municipales sonorenses, en los que recae la enorme responsabilidad de prestar los servicios de agua y saneamiento, nunca han hecho valer su peso político, impulsando ya no digamos una ley estatal de agua, sino siquiera alguna reforma de carácter secundario?

¿Por qué el gobierno del Estado, que carece de facultades constitucionales y legales para suministrar los servicios de agua y saneamiento, ha sido siempre el promotor, impulsor y casi redactor de las leyes de agua en las últimas tres décadas?

De los diputados locales no vale la pena hacer siquiera alguna mención pues históricamente han estado a la espera de votar aquello que surge del Poder Ejecutivo.

Incluso, el propio gobierno Federal ha sido muy activo, impulsando no sólo reformas legislativas locales en materia de agua y saneamiento, sino además induciendo complejas reformas administrativas que han modificado las estructuras locales. Solo como ejemplo, recuerdo la reforma impulsada por el presidente Salinas en el año 1989, que indujo la organización descentralizada de los organismos operadores en el país y el presidente Zedillo, que en 1999 promovió la conformación de las Comisiones Estatales de Agua.

En nuestro caso, la Ley de Agua del Estado (Ley 249 de 2006), hoy día en vigor, en cuya hechura participó el autor de esta nota, fue producto liso y llano de las ideas y propuestas recogidas por la administración estatal que presidió el gobernador Eduardo Bours (2003-2009) y transitó por un complejo proceso de consultas con expertos, así como la discusión de ideas generadas en innumerables reuniones con organizaciones de la sociedad civil.

Todo ello ocurrió a pesar de que, desde el 23 de diciembre del año 1999, una reforma al artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, eliminó la concurrencia de los gobiernos estatales en la



prestación de los servicios públicos a cargo de los municipios, entre ellos los de agua potable y alcantarillado.

La propia reforma previó que en aquellos casos en que, a la entrada en vigor de la reforma, algún gobierno estatal estuviere prestando dichos servicios, se obligaban a transferirlos a los municipios en un plazo de 90 días contados a partir de que recibieran la correspondiente solicitud del ayuntamiento.

Algunos hermosillenses recordarán el momento en que el entonces Alcalde de la capital del estado, Francisco Búrquez (2000-2003), apoyado precisamente en esa reforma constitucional, exigió del gobierno estatal la transferencia de la administración de los servicios de agua potable, a la sazón a cargo de la extinta COAPAES (Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Sonora), la que se formalizó en unas cuantas semanas, naciendo así el actual Agua de Hermosillo, lo que de paso dio al traste con el proyecto de la planta desalinizadora con el que se preveía traer el agua desalada desde el litoral sonorense hasta la ciudad capital.

A mi juicio, varios son los factores que inciden en esa aparente apatía o desinterés de los municipios en este tema. Por una parte, cuando nos referimos en abstracto de *los municipios*, en realidad estamos hablando de un conglomerado de regiones y localidades de muy diversa naturaleza demográfica, económica, cultural y social, que difícilmente puede ser englobada bajo cualquiera de esos determinantes.

Por otra parte, la gestión municipal es asumida por sus autoridades como un espacio de despliegue de personalidades que, como vicio de la política, nos presenta al alcalde como hacedor único de la acción de gobierno y, por ende, ajenos a los acuerdos regionales de cualquier índole. Curiosamente, es más frecuente ver ejemplos de *hermandad* de gobiernos entre municipios sonorenses con algún gobierno local de los estados de Arizona o California, que con alguno otro del mismo estado de Sonora.

Amén de otras razones, la brevedad del encargo constitucional, la debilidad política y económica, aunadas a la ya tradicional urgencia por atender las innumerables demandas de servicios de una población siempre insatisfecha, desincentivan naturalmente el interés político por un tema, como el de reforma legislativa, plagado naturalmente de fatigosas



discusiones y dilatados procesos de negociación política y social, cada vez más complicado y confuso.

Ese espacio de actuación, desatendido por quien debiera ser el protagonista central del modelo de gestión de los servicios de agua y saneamiento, ha convertido en actor único del diseño legislativo al gobierno del Estado, que no solo marca el contenido y forma a que deberá sujetarse la autoridad municipal, sino que además se reserva una instancia de decisión, -la Comisión Estatal del Agua (CEA)- dotada de un sinfín de atribuciones en una materia que le resulta constitucionalmente ajena.

Ello ha traído como consecuencia que la Ley de Agua del Estado haya dotado a la CEA de una infinidad de facultades, carentes de toda eficacia ejecutiva, a través de las cuales se asignan al organismo estatal un conjunto de funciones de una laxitud tal que se limitan a *fomentar, promover, participar, coadyuvar, apoyar, etc.*, etc.

Por otro lado, dicha entidad paraestatal se encuentra ubicada dentro del sector que encabeza la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Hidráulicos, Pesca y Acuacultura del Estado, de la que la CEA se encuentra naturalmente desvinculada, dado que carece de atribuciones en la gestión del agua para dichos sectores de la actividad económica estatal.

Volvamos al texto del artículo 115 constitucional, que nos recuerda que las leyes que se ocupan de las tareas municipales y que son de la responsabilidad de las legislaturas locales, deben limitarse a establecer, entre otros aspectos, “[...] **las bases generales de la administración pública municipal y del procedimiento administrativo**” y reserva a los ayuntamientos la normativa consistente en “[...] **los reglamentos, circulares y disposiciones normativas de observancia general dentro de sus respectivas jurisdicciones, que organicen la administración pública municipal, regulen las materias, procedimientos, funciones y servicios públicos de su competencia...**”¹⁰

Conviene aclarar que, en forma alguna, estoy sugiriendo que el gobierno del Estado debiera apartarse de toda tarea que se relacione con la gobernabilidad de los servicios de agua y saneamiento.

¹⁰ Artículo 115, fracción II, párrafo segundo de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Énfasis añadido.



En todo caso, lo que señalo es que la visión prevaleciente hasta hoy mantiene resabios inerciales de lo que sí fue la presencia decisiva del Estado, una vez que el gobierno federal le transfirió la responsabilidad directa de la prestación de los servicios, en noviembre de 1980, año en que desaparecieron las Juntas Federales de Agua Potable y Alcantarillado.

Más tarde, a partir del mes de febrero de 1983 una reforma constitucional si bien dotó a los municipios de la facultad para prestar los servicios de agua y alcantarillado, también previno *el concurso de los Estados cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes*. En ese sentido, los sucesivos gobiernos consideraron que era *necesario* mantener bajo su responsabilidad esos servicios, si bien la situación empezó a cambiar gradualmente, siendo la Ley Estatal de Agua de mayo de 1992, la que abrió de manera decidida la participación de los municipios, incluyendo la forma administrativa descentralizada como la que habría que privilegiar en la transición.

Sin embargo, por muchos años permaneció en el Estado una situación ambivalente, pues al mismo tiempo coexistían municipios donde el responsable de los servicios era el municipio y otros, sintomáticamente los más grandes, en los que el gobierno del Estado subsistía como encargado de la tarea, gracias a que la Constitución Federal conservaba en su texto la dichosa *conurrencia* de este orden de gobierno y no fue sino hasta el mes de diciembre de 1999 en que ésta fue expulsada del texto constitucional, al tiempo que se empoderaba, al menos en el papel, al municipio mexicano, que dejaba de ser una instancia *administrativa* para pasar a ser, explícitamente, un orden de *gobierno*.

Hoy día en Sonora, el gobierno del Estado subsiste, excepcionalmente, como prestador directo de los servicios en los municipios de Guaymas, Empalme y Cananea, generando con ello una situación de clara desventaja para el resto de los municipios tomando en cuenta la diferencia abismal existente entre la magnitud y disponibilidad de los recursos humanos, técnicos y financieros de que posee el Estado, frente a los que son capaces de ejercer y disponer el resto de los municipios.

Llegado a este punto, creo que conviene proponer algo.



A mi juicio, hoy día el gobierno del Estado debiera asumir el papel de constructor y orientador de una política pública en materia de los servicios de agua y saneamiento, sujetando la disposición de recursos financieros a reglas de operación que eviten la discrecionalidad de las asignaciones, así como desarrollando labores expresas de intermediación entre el gobierno federal y los municipios para efecto de la orientación y dirección de los apoyos fiscales federales.

Por otra parte, la administración estatal debe dejar atrás el desinterés que tradicionalmente ha mostrado por el empleo de los instrumentos que le facilita la propia Ley de Agua, que no guardan relación directa con la prestación de los servicios, pero que lo ubican en situación privilegiada para orientar, acordar y convenir una política explícita en materia de los servicios de agua y saneamiento, que responda a las particularidades de todas las regiones del Estado y que, por otro lado, concite la participación y compromiso del gobierno federal; me refiero al espacio que brinda el Consejo Estatal del Agua, previsto expresamente por la Ley Estatal en vigor y que desde su creación en el año 2006 no ha celebrado una sola sesión de trabajo, no obstante que la propia Ley dispone la obligación de que éste celebre sesiones ordinarias dos veces al año.

Conforman dicho Consejo la totalidad de los presidentes municipales, las dependencias y entidades estatales vinculadas al tema del agua, representantes de universidades y centros de investigación con residencia en el Estado, la Comisión Nacional del Agua, asociaciones de productores agrícolas y ganaderos, agrupaciones ciudadanas de todo tipo de usuarios, etc.

A mi juicio, esa instancia de concertación y coordinación ofrece al gobierno del Estado un importante espacio de orientación y definición política de la gestión del agua en el Estado, de la que se debieran derivar la definición de compromisos que bien pudieran desarrollarse a través de grupos de trabajo, con tareas definidas y compromisos calendarizables.

En lo que se refiere a la materia legislativa, debe generarse una propuesta de ley de agua que sea un cuerpo normativo eminentemente - por no decir *exclusivamente*- abocado a normar, en forma general, la prestación de los servicios.



Pienso en una legislación conformada por apenas un puñado de artículos, en los que se estructure, en unos cuantos capítulos, las tareas fundamentales a cargo de los gobiernos municipales en materia de los servicios públicos de agua y saneamiento; es decir, una ley que, por igual, permita a los gobiernos municipales de Hermosillo (con 315,290 tomas de agua) y de San Javier (con 160 tomas de agua), cumplir con la responsabilidad del suministro de estos servicios.

En todo caso, la propia legislación estatal se encargaría de fijar las reglas que habrían de seguirse en el caso de que un municipio solicitara al gobierno del Estado transmitir a éste dicha responsabilidad, tanto en lo que hace a las circunstancias que debieran concurrir para hacer posible dicha transferencia, así como una estimación de la temporalidad o condiciones a alcanzar para regresar al gobierno municipal dicha responsabilidad.

En principio, tendría que olvidarse el gobierno del Estado de imponer, en la propuesta legislativa, una forma administrativa en particular para organizar la prestación de los servicios, como lo previene expresamente la Ley en vigor que, por lo mismo, invade la esfera de autonomía del gobierno municipal, y dejar que los propios ayuntamientos decidan la modalidad administrativa que mejor acomoda a sus circunstancias, dada la enorme variabilidad de condiciones existentes entre ellos.

En suma, más que hablar de una Ley Estatal de Agua, debiera discutirse una propuesta de Ley de la Prestación Servicios Públicos de Agua y Saneamiento, que, para no ir muy lejos, son las únicas materias en que es competente la legislatura local.

Por otro lado, al margen del tema estrictamente legislativo, sería muy conveniente que el gobierno del Estado contribuyera a la gestión municipal formulando, por ejemplo, una propuesta de *reglamento tipo* de los servicios de agua y saneamiento, con versiones distintas, adecuadas a municipios grandes, medianos y pequeños, en donde se desarrollaran con toda libertad las disposiciones que permitieran adecuar la gestión municipal a las características propias de las localidades comprendidas en el espacio municipal.

A la mesa de agua de *¿Hermosillo Cómo Vamos?* concurrimos personas de muy diversa formación académica y carrera profesional y



frecuentemente sostenemos puntos de vista contrapuestos. Sin embargo, en lo que hemos coincidido unánimemente es en lo lesivo que ha sido para la gestión de Agua de Hermosillo la carencia -en ocasiones inaudita- de perfil profesional adecuado en quienes ocupan los cargos de mayor responsabilidad, del Director General hacia abajo y la irresponsable facilidad con la que entran y salen equipos enteros de funcionarios y empleados, sin que necesariamente la salida de unos obedezca a su incapacidad o el ingreso de los sustitutos se explique por sus méritos o experiencia profesional en la gestión del agua.

Los entrantes, saben que van de paso y muchas veces toman el cargo como premio de consolación -o como castigo- y, por ende, carecen de interés alguno para pensar en un horizonte de planeación de la tarea y, lo peor de todo es que frecuentemente ni siquiera tienen idea de lo que ello significa, como tampoco la tienen muchos de sus *colaboradores*.

Algunos de los integrantes de Hermosillo ¿Cómo Vamos? sostienen que debe excluirse toda injerencia de la autoridad municipal -llámese Ayuntamiento o alcalde- en la determinación de quiénes habrán de ocupar los cargos de responsabilidad dentro del organismo operador; esta posición se sustenta en lo que ha sido históricamente una cadena de desaciertos en los que ha prevalecido prevaleciendo el amiguismo y el pago de favores políticos.

¿Es posible, desde el texto de la ley, hacer realidad o impulsar la profesionalización en la prestación de los servicios de agua y saneamiento, más allá de las veleidades de la administración pública?

Al respecto, se ha sugerido que un órgano de gobierno, con predominancia de integrantes ciudadanos debiera decidir libremente, sin injerencia oficial o con una injerencia disminuida, quiénes deben ocupar los cargos de responsabilidad y cuándo y bajo qué circunstancias debieran dejar el cargo.

En lo personal, me cuento entre quienes sostienen que la injerencia de la autoridad municipal es indispensable e incluso inevitable.

Por una parte, no tendría sentido irresponsabilizar a la autoridad municipal respecto de estas decisiones tan importantes, sencillamente porque es esa autoridad a la que corresponde, con carácter autónomo, la



responsabilidad constitucional de prestar los servicios públicos de agua y saneamiento y la única excepción posible a ese mandato es el que la propia Constitución previene y que consiste en la transferencia de la responsabilidad al gobierno del Estado.

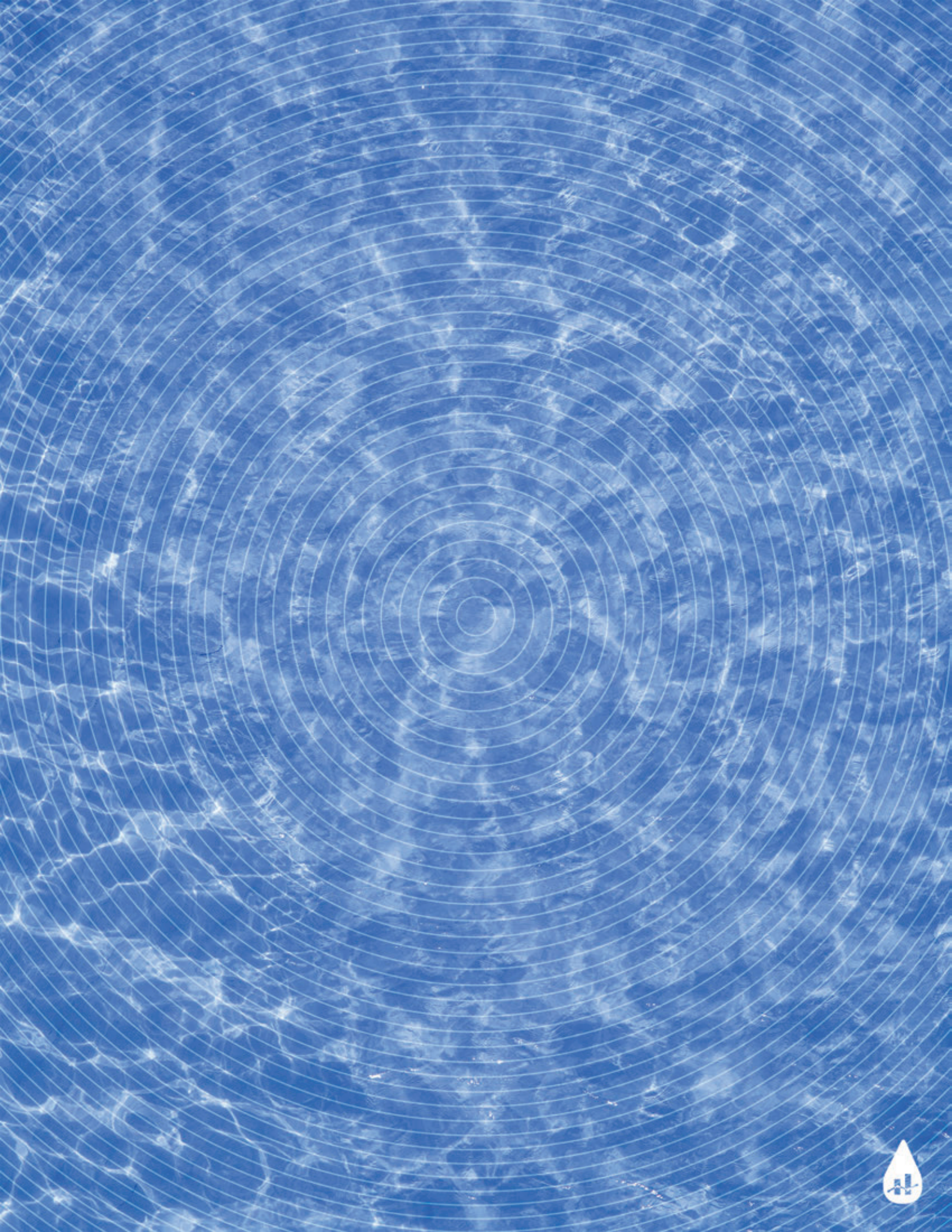
Incluso, en el caso de que la prestación de la totalidad de los servicios se otorgaran en concesión a una empresa privada o se constituyera una empresa de participación municipal mayoritaria, subsistiría en sus mismísimos términos la responsabilidad constitucional y legal del municipio frente a la ciudadanía.

En esas condiciones, ¿qué hacer para que el ejercicio del gobierno del agua por parte de la autoridad favorezca su profesionalización, su permanencia y, por ende, su visión de mediano y largo plazo?

Más allá de las modalidades administrativas que cada autoridad municipal considere la más adecuada para operar el sistema de agua - administración centralizada o descentralizado, concesión total o parcial de los servicios, empresa pública con participación privada, etc.- la norma legal debe imponer la profesionalización de los servicios, incluyendo la permanencia en los cargos de dirección y gerenciales, como una obligación.

A mi juicio, la experiencia de avances, retrocesos y estancamiento que ha experimentado a lo largo de su joven historia el organismo Agua de Hermosillo, (creado en el año 2002), aportan elementos consistentes para generar un debate que tenga a la vista la profesionalización del organismo, la permanencia de los cuadros más capacitados y la visión de una gestión de largo plazo.







El político y el canto de las sirenas. Lógica del patrimonialismo burocrático en los organismos de agua: Hermosillo



Luis Alan Navarro Navarro

Investigador por México del CONACYT adscrito al Centro de Estudios en Gobierno y Asuntos Públicos de El Colegio de Sonora. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I. Doctor en Ciencias de los Recursos de Zonas Áridas por la Universidad de Arizona programa multidisciplinario. Desde hace más de 10 años trabaja en tres líneas de investigación: la gestión del ecosistema y bosque urbano sostenible en ciudades áridas y semiáridas, la gestión de organismos operadores de agua urbana; y organización social de sistemas de riego tradicionales (unidades de riego).

El político y el canto de las sirenas. Lógica del patrimonialismo burocrático en los organismos de agua: Hermosillo

Luis Alan Navarro Navarro

Introducción

Cada día va siendo más evidente que el oficio de la gestión del agua está siendo un área multidisciplinaria de vital importancia para el desarrollo de la vida humana. Personas, empresas, comunidades y ciudades, enfrentan retos significativos, cada vez mayores, para asegurar el agua necesaria para su desarrollo.

Haciendo una revisión somera en las redes sociales para los años 2021-2022, encontramos al menos 25 (de 32) ciudades capitales de las entidades federativas de México, reportando notas periodísticas con el tema de escasez de agua potable. Es curioso también que, no hay relación entre escasez de agua urbana y la generosidad/abundancia de agua en la cuenca.

Para muestra, el caso de Monterrey. Todos pudimos ver el caos en la vida diaria ocasionado por la falta de un elemento vital en nuestras actividades. Las predicciones de cambio climático solo vislumbran mayores retos para el suministro de agua; la variabilidad climática está rebasando la homeostasis de los sistemas de gestión del agua. Sin embargo, en México hay muchas zonas urbanas que ya viven en la incertidumbre e intermitencia del servicio, una zona gris que se ha vuelto cotidiana.

El Organismo Operador de Agua (OOA) como figura organizacional encargada de suministrar agua a los núcleos de población urbanos y rurales; es, a mi juicio, el mejor instrumento institucional disponible para garantizar el acceso humano al agua y su suministro para las actividades económicas de la población.



Sin embargo, los gobiernos locales no se han preocupado por reforzarlos institucionalmente, en autonomía, gobernanza interna con pesos y contrapesos, profesionalización y servicio civil de carrera. Simplemente, la mayoría de las veces, el alcalde, planilla de cabildo y partido político, no resisten la tentación de usarlos para posicionar (a modo de premio) a aquellos que apostaron por su “proyecto” en campaña. En este círculo vicioso, el discurso de “se van los malos y llegan los que van a solucionar todo” siempre tiene cabida; en resumen, se establece un patrimonialismo burocrático¹¹.

En este artículo se hace una reflexión crítica breve sobre el tema de la falta de un servicio civil de carrera, la alta rotación de gerentes/directores y otros mandos medios en los OOA. Se escribe en lenguaje simple, sin tecnicismos, minimizando el uso de rimbombantes palabras académicas. Argumenta que el manejo político del OOA erosiona la creación de capital humano y social dentro de estas organizaciones, lo que a la postre, se refleja en su desempeño. Para el desarrollo del tema, se hace referencia al caso de la ciudad de Hermosillo y su OOA Agua de Hermosillo (AGUAH), que se pone en perspectiva con otros dos casos (Cuernavaca y Saltillo).

El que puede lo más, puede lo menos

En el caso de Hermosillo, ninguna ley o reglamento dice que, tomando posesión, el nuevo alcalde deba cambiar al director del OOA. Sin embargo, es la tradición cambiarlo; promueve el cambio y en cascada el de funcionarios de niveles inmediatos.

La palabra “promueve el cambio” tiene un fondo profundo. Pues es en realidad, en el caso de Hermosillo, la Junta de Gobierno (JG) la que delibera, discute y somete a votación las propuestas de los nuevos directores. La Ley de Aguas del Estado de Sonora (Ley 249 de 2006) en su artículo 79 fracción V estipula: “[la JG] designa o remueve al director general, directores de área y jefes de departamento”. El artículo 81 detalla como el director general deberá de tener experiencia técnica y administrativa profesional, en los servicios a los que se refiere esta ley, esto

¹¹ “Desde el punto de vista de Weber, en una burocracia patrimonial, quien ocupa el cargo superior –el patrón– desafía la autoridad racional de varias maneras. En principio, vulnera la regla que establece que el mérito y el conocimiento técnico deben prevalecer sobre el alineamiento político, las conexiones personales, las redes de parentesco, o las preferencias étnicas en el reclutamiento y promoción de los funcionarios” (Resico, 2015, p.66).



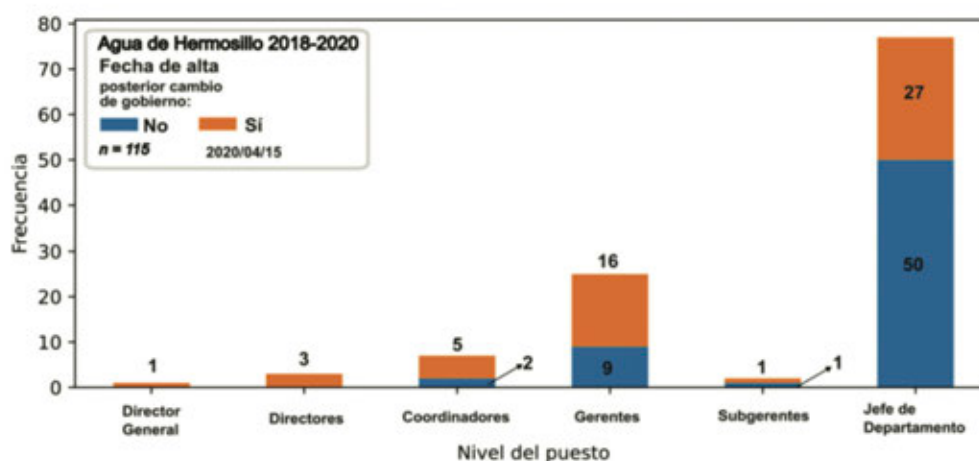
es, la provisión de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento de aguas residuales, a través de un OOA. El mismo artículo (fracción V) otorga libertad al director general de nombrar al resto del personal, siempre y cuando posean las habilidades para el cargo, debiendo informar de dichos movimientos a la JG en la inmediata reunión que celebre.

En opinión de muchos, la ley es suficientemente clara en su mandato. Sin embargo, en la práctica ocurre otra cosa (ver tabla 3); termina la administración municipal, cambia el director general y muchos otros cargos como directores de área, jefes de departamento y así sucesivamente.

Por ejemplo, para AGUAH, se tuvo acceso a una base de datos del año 2020, incluía una lista de 115 funcionarios con puestos desde director general, directores de área, coordinadores, gerentes, subgerentes y jefes de departamento. La fecha de alta en el puesto se extendía en un arco temporal desde 1978 hasta 2020. Esta base de datos solo puede tomarse como una muestra, dado que se ignora si incluye a todo el personal en estos niveles.

La figura 1 muestra el efecto “tijera” en el OOA, 53 de 115 puestos tenían fecha de alta posterior a la toma de protesta de la alcaldesa (16 de septiembre de 2018). Desde el director general (que ya era el segundo en lo que iba la administración) la “tijera” llegó seis niveles abajo de éste.

Figura 1. Nuevos funcionarios dada la fecha de alta posterior al 16 de septiembre de 2018



Fuente: Elaboración propia con datos de AGUAH (2020).



¿Cómo evitar esta erosión en capital humano y social (equipo)?

La JG pudiera convencer a la nueva administración municipal que el equipo actual a cargo del OOA es el adecuado y está haciendo buen trabajo (en base a indicadores); pensando que algunos de los resultados de un buen manejo, no se materializan de inmediato. Sin embargo, si la transición se diera en medio de una crisis de abasto de agua (por ejemplo, en medio de una sequía severa) dónde la población exige resultados inmediatos, el convencimiento parece una misión imposible. La respuesta está en cómo se crea una especie de “Contrato de Ulises” al presidente municipal.

¿Quiénes y cómo se va a atar al político al mástil?¹² ¿Puede ser el congreso local? ¿o su propio cabildo? ¿La JG? ¿o privatizando el OOA? La mayoría de los alcaldes en campaña están siempre de acuerdo con la racionalidad y lógica de manejar el OOA con criterios técnico-gerenciales, coinciden en la necesidad de recursos humanos capacitados, visión de largo plazo, etcétera. Sin embargo, al llegar al cargo, hacen con el agua lo que mejor saben hacer, la utilizan para fines político-electorales particulares o de partido.

Regresión a la media

En el desempeño de los directores del OOA (y sus equipos de trabajo) aplica lo que se conoce como regresión a la media. Para el caso de Hermosillo, sin duda ha habido buenos directores generales con excelentes equipos de trabajo. Pero, tarde que temprano llega alguien “más peligroso que un chivo en cristalería”. En el largo plazo, el promedio de aciertos y desaciertos han mantenido el OOA en la mediocridad, en un equilibrio de bajo nivel citando a Nicolás Pineda (Pineda Pablos et al., 2007; Pineda Pablos, 2008).

Son tres factores que pudiéramos considerar clave: Las credenciales de los directivos (currículo); el equipo de trabajo que conforman; y la continuidad en sus puestos.

¹² “Atar al mástil para no sucumbir al canto de las sirenas, que hacen a los navíos encallar en arrecifes” (La Odisea de Homero) como analogía de crear un marco institucional que conduzca a una buena gobernanza con pesos y contrapesos al poder del presidente municipal.



Primero, no cumplir las credenciales ha sido un caso común. Cómo ya se mencionó la Ley 249 mandata lo contrario. Salazar Adams et al., (2020) mencionaron que “el perfil de quienes han ocupado el puesto de director del OOA ha variado mucho en función del presidente municipal en turno. El puesto ha sido ocupado lo mismo por personal con una larga trayectoria en el sector que por personas sin experiencia en la gestión del agua, pero que tienen una relación política o de amistad con el presidente municipal” (p.15).

Segundo, tener las credenciales, pero no poder conformar un equipo de trabajo. Dejar solo al director, sin capacidad de mando. Se ha dado el caso de haber contado con excelentes perfiles en la dirección general, pero le imponen un equipo inmediato, muchas veces de personas políticamente empoderadas. Se debe permitir que el director ensamble su equipo de trabajo. Más allá de este relato anecdótico, no hay forma de poder evidenciar este fenómeno, sin un estudio más detallado. Para saber más sobre este tema ver Loera y Salazar (2017, p.36).

Por último, la falta de continuidad o servicio civil de carrera. Como lo describió Pineda Pablos (2008):

“Por lo común, la remoción de los directivos de agua no tiene nada que ver con su desempeño, sino con la decisión del gobernante del que depende de hacer reacomodos o con la conclusión de su período de gobierno. No existe evaluación del desempeño que mida los logros obtenidos ni las metas alcanzadas” (p.135).

De la muestra de puestos para el año 2020, destaca que la antigüedad promedio de un directivo era de 12.3 años, con una moda de dos años. No hay personal directivo que tenga entre 3 y 8 años de antigüedad. Esto significa que todos los que fueron contratados en los tres trienios o administraciones fueron removidos.¹³

Había 62 personas que ya ocupaban su puesto antes de la transición de gobierno municipal del año 2018. La antigüedad en años de estos supervivientes trienales se muestra en la tabla 1, destaca que la mayoría ocupan el nivel directivo más bajo “jefe de departamento”. Estos, serían un caso de estudio interesante, para conocer sus trayectorias profesionales transtrienales.

¹³ Análisis realizado por el Dr. Nicolás Pineda Pablos.



Tabla 1. Duración en años del personal dado de alta antes del 16/09/2018

No.	Nivel	Personas	Min	Max	Media
1	Coordinadores	2	26.62	28.25	27.43
2	Gerentes	9	13.22	30.5	20.06
3	Subgerentes	1	16.91	16.91	19.61
4	Jefe de Departamento	50	1.94	41.61	21.38

Fuente: Elaboración propia con datos de AGUAH 2020.

Para el caso del OOA AGUAH, Loera y Salazar (2017) mencionaron que “[...] cada tres años se da una alta tasa de rotación en el área administrativa, por ejemplo, del personal de confianza que laboró en el periodo 2009-2012 solamente 43% continuó en el organismo en el periodo 2012-2015 aún y cuando se mantuvo el mismo partido en el poder” (p.36).

Comparación con Saltillo y Cuernavaca

En esta sección se hace una comparación simple de la rotación de directores generales o gerentes de tres OOA: Cuernavaca, Hermosillo y Saltillo; seleccionados por conveniencia, para diferentes periodos según la disponibilidad de información, sin embargo, son casos donde se pueden contrastar importantes diferencias. Se acepta de antemano que, el desempeño de un OOA es un indicador que posee “muchas aristas”, en este artículo solo se discute una de ellas.

El Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Cuernavaca (SAPAC) es un OOA municipalizado, se investigó desde marzo de 2013 a la fecha. AGUAH, se tiene disponible la información desde la creación (cuando se municipaliza) en el 2002 hasta la fecha (10 de febrero 2023). El listado de AGUAH del 2002 al 2017 fue tomado de Salazar-Adams y Méndez-Barrón (2020, p.79). Aguas de Saltillo (AGSAL) nace en el año 2001 de una alianza público – privada, en los medios de comunicación se le da tratamiento de “privatizado”; se obtuvo información desde el año 2001 a la fecha; a partir de fuentes bibliográficas para los primeros cuatro directores donde no se pudo precisar la fecha exacta en la que iniciaron sus encargos (Haro-Velarde y Salazar-Adams, 2016).

Como medida de desempeño, se usan los resultados de la Encuesta Nacional de Calidad e Impacto Gubernamental 2021 (ENCIG) (INEGI, 2021). El objetivo de la ENCIG es obtener información que permita generar estimaciones con representatividad a nivel nacional y estatal sobre las



experiencias, percepciones y evaluación de la población de 18 años y más, en ciudades con más de cien mil habitantes.

SAPAC

En los OOA de Hermosillo y Cuernavaca, el mecanismo de designación es el mismo, el director lo propone el presidente municipal y lo ratifica la Junta de Gobierno. Los nombramientos son publicados en los medios de comunicación.

Para el caso de SAPAC, los resultados muestran una frecuente rotación de directores o encargados del OOA. En un período de 9.88 años, SAPAC ha tenido 16 directores o encargados del OOA. En promedio, éstos han durado 7.02 meses en el puesto. La última directora lleva 13.24 en el puesto (ver tabla 2).



Tabla 2. SAPAC Cuernavaca, duración en meses de directores
(marzo 2013 al 02/10/2023)

No.	Director o gerente	Fecha	Meses
1	Remigio Álvarez Andrés	03/25/2013	10.41
2	Héctor Ignacio Figueroa Cisneros	02/05/2014	2.60
3	Dante Figueroa Castelar	04/25/2014	9.20
4	Héctor Ignacio Figueroa Cisneros	01/30/2015	7.56
5	Braulio Israel Fabela Beltrán	09/17/2015	4.83
6	Alessandro Innocenzi Silenzi	02/11/2016	7.52
7	José Pérez Torres	09/27/2016	16.82
8	María Luisa López Sotelo	02/21/2018	8.94
9	Oscar González Bahena	11/20/2018	1.45
10	Arnulfo Daniel Luna David	01/03/2019	7.03
11	Fernando Blumenkron Escobar	08/05/2019	3.94
12	Mauricio Vega Chavaje	12/03/2019	4.37
13	Jaime Tapia Rodríguez	04/14/2020	4.73
14	Yarely Jaimes García	09/05/2020	4.93
15	Jennifer Negrete Contreras	02/02/2021	11.01
16	Evelia Flores Hernández	01/03/2022	-

Nota: Fecha hace referencia a la fecha de inicio en el cargo y meses a la duración en el cargo en meses.

Fuente: Elaboración propia con resultados de búsquedas en Internet.

AGUAH

Aunque estimado para un período más largo, AGUAH ha logrado una permanencia más duradera de sus directores en comparación con SAPAC. En un período de 21.06 años, AGUAH ha tenido 11 directores o encargados del OOA. En promedio, éstos han durado 23.59 meses en el puesto. Solo uno logró permanecer en el puesto más de tres años. Solo se ha tenido una mujer directora y solo uno ha regresado a la dirección después de un período administrativo municipal. El director actual lleva 16.79 meses en el puesto (ver tabla 3).



Tabla 3. Agua de Hermosillo, duración en meses de directores
(enero 2002 al 02/10/2023)

No.	Director o gerente	Fecha	Meses
1	Jorge Amaya Acedo	01/20/2002	19.81
2	Enrique Alfonso Martínez Preciado	09/15/2003	36.04
3	José Luis Jardines Moreno	09/16/2006	45.54
4	Leovigildo Reyes Flores	07/03/2010	21.82
5	Alejandro Barrera Navarro	04/27/2012	4.93
6	David Ernesto Contreras Camou	09/24/2012	35.88
7	Renato Ulloa Valdéz	09/21/2015	35.98
8	María Victoria Olavarrieta Carmona	09/20/2018	10.61
9	Nicolás Alfredo Gómez Sarabia	08/09/2019	14.23
10	Daniel Sánchez González	10/15/2020	11.07
11	Renato Ulloa Valdéz	09/17/2021	-

Nota: Fecha hace referencia a la fecha de inicio en el cargo y meses a la duración en el cargo en meses.

Fuente: Elaboración propia con resultados de búsquedas en Internet.

AGSAL

Los resultados muestran una rotación de directores o encargados del OOA poco frecuente. En un período de 22.11 años, AGSAL ha tenido cinco gerentes generales. En promedio, éstos han durado 43.7 meses. El director actual lleva 90.52 meses en el puesto (ver tabla 4).

Salazar-Adams et al., (2020) mencionan que "en Saltillo, el gerente general es propuesto por los accionistas privados y su nombramiento se aprueba en la Asamblea de Accionistas", sugieren que estos han sido profesionales internacionales con experiencia en el manejo de OOA.



Tabla 4. Aguas de Saltillo, duración en meses de directores
(desde 2001 al 02/10/2023)

No.	Director o gerente	Fecha	Meses
1	Jesús María García García	01/01/2001	59.99
2	Rogério Koehn	01/01/2006	36.01
3	José María Tura Torres	01/01/2009	11.99
4	Alejandro Osuna Ruiz-Poveda	01/01/2010	66.79
5	Jordi Bosch Bragado	07/27/2015	-

Nota: Fecha hace referencia a la fecha de inicio en el cargo y meses a la duración en el cargo en meses.

Fuente: Elaboración propia con resultados de búsquedas en Internet; los años para los primeros cuatro directores se tomó de Haro-Velarde y Salazar-Adams (2016).

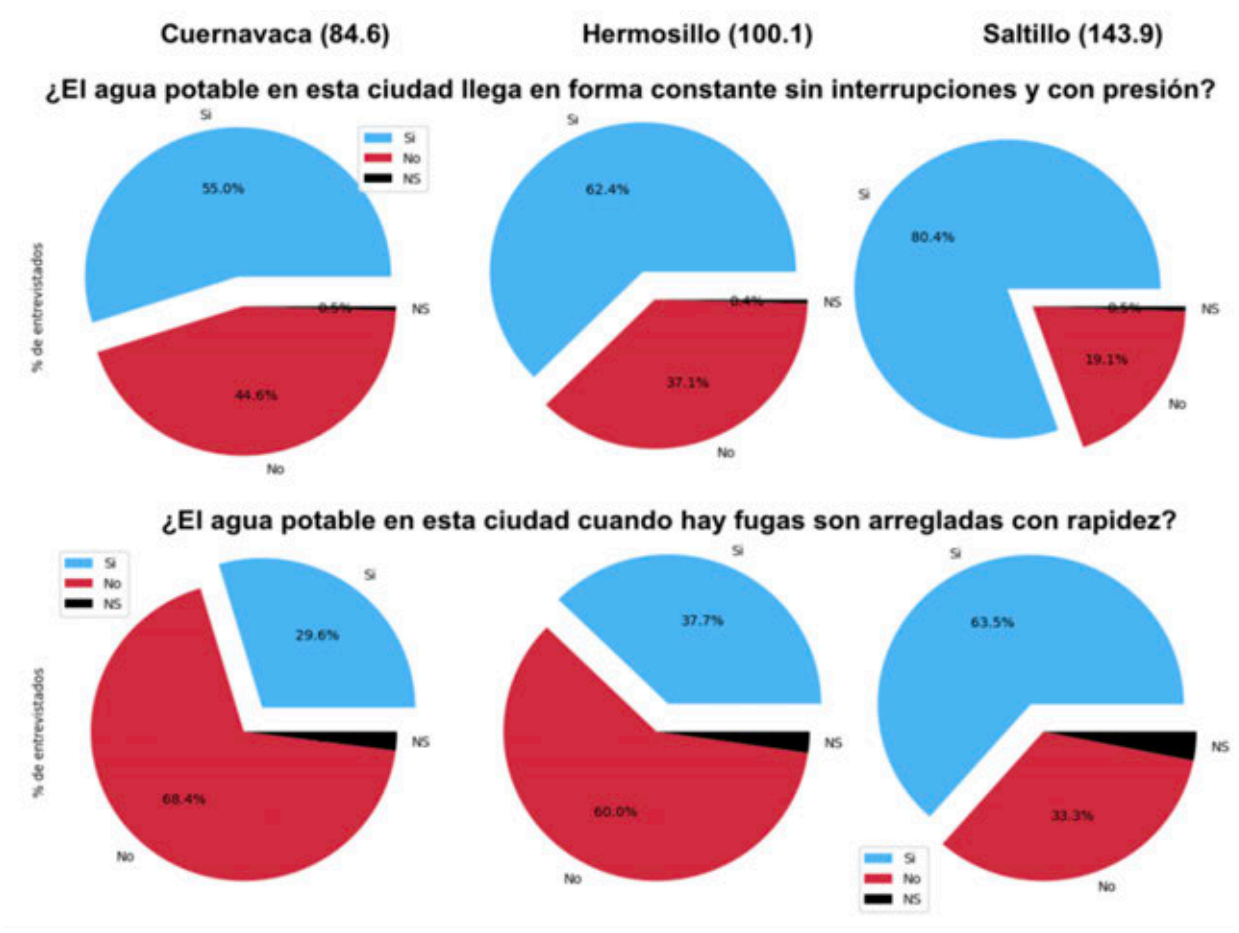
Desempeño del OOA

De una manera muy general se usan los resultados de la encuesta del ENCIG (2021) para conocer, desde el punto de vista del usuario, la percepción que tienen del servicio de agua potable, drenaje y alcantarillado.

En la figura 2 se muestra la percepción de los usuarios en dos dimensiones importantes: El suministro de agua; y en la figura 3, la calidad y confianza en el agua para beber. No hay mucha diferencia entre SAPAC y AGUAH, sin embargo, AGSAL sobresale de los dos primeros.



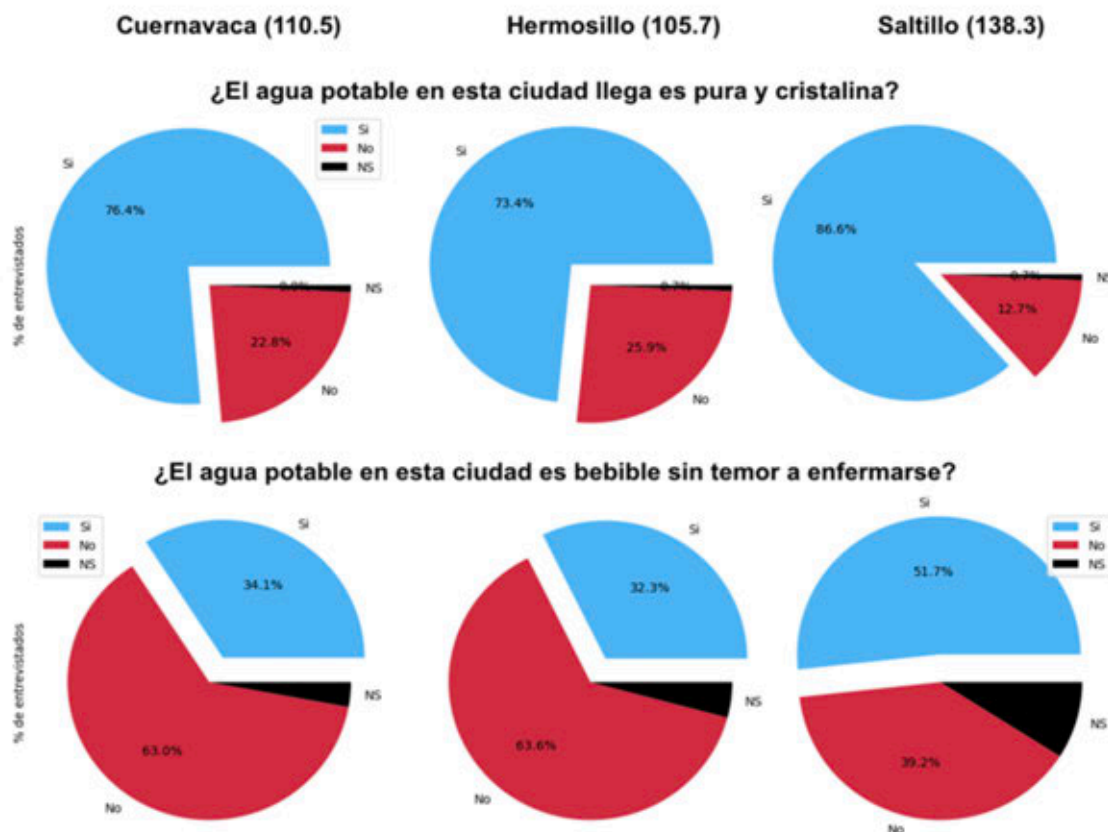
Figura 2. Resultados del ENCIG (2021) en lo relativo a servicio y fugas para los tres casos de OOA



Nota: Entre paréntesis la suma del porcentaje de entrevistados que contestaron "sí";
NS: No sabe.
Fuente: Elaboración propia con datos de ENCIG (2021).



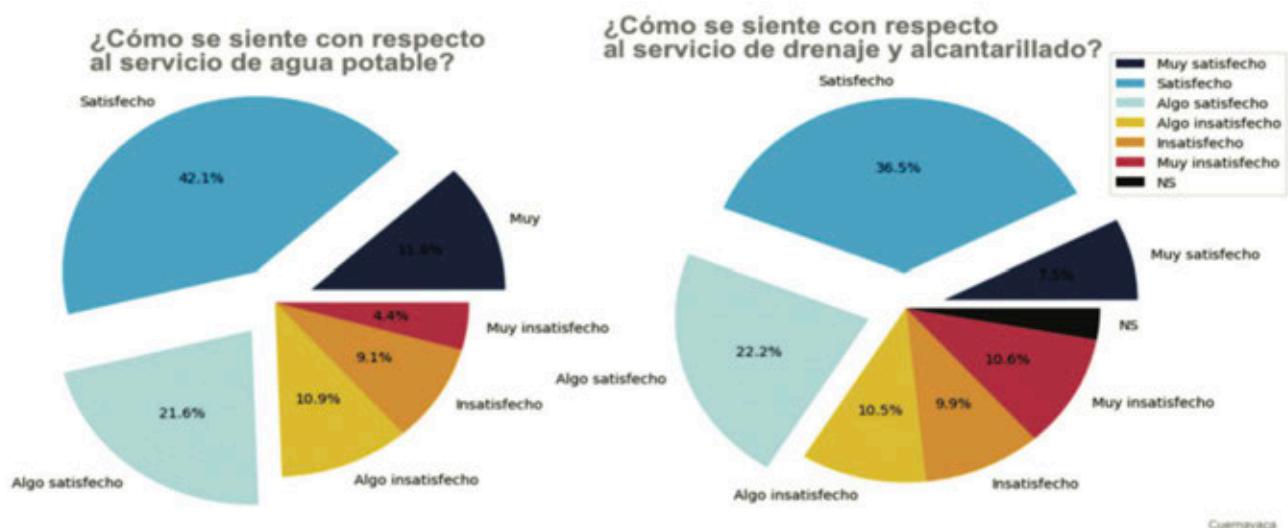
Figura 3. Resultados del ENCIG (2021) en lo relativo a calidad del agua para los tres casos de OOA



Fuente: Elaboración propia con datos de ENCIG (2021).

Nota: Entre paréntesis la suma del porcentaje de entrevistados que contestaron "sí".

Figura 4. Resultados del ENCIG (2021) Cuernavaca nivel de satisfacción



Fuente: Elaboración propia con datos de ENCIG (2021).



Figura 5. Resultados del ENCIG (2021) Hermosillo nivel de satisfacción



Fuente: Elaboración propia con datos de ENCIG (2021).

Figura 6. Resultados del ENCIG (2021) Saltillo nivel de satisfacción



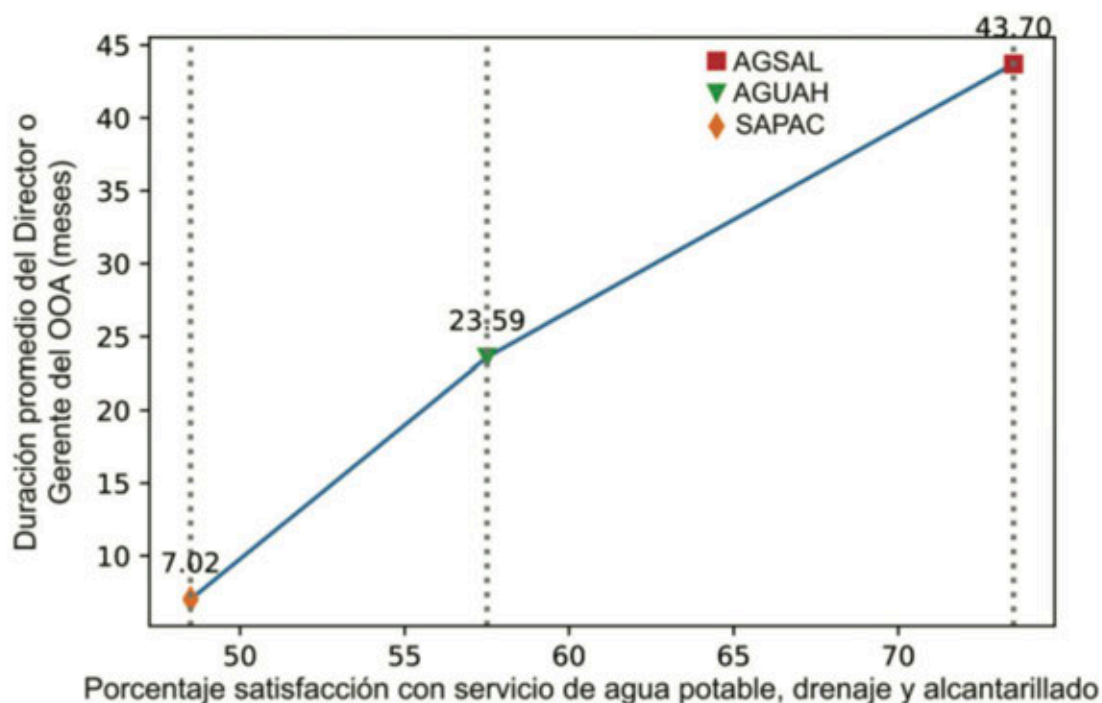
Fuente: Elaboración propia con datos de ENCIG (2021).



Las figuras 4-6 muestran el nivel general de satisfacción con el servicio de agua potable, drenaje y alcantarillado. Si sumamos para cada OOA, los porcentajes de las dos mejores categorías: Muy satisfecho y satisfecho, y las estandarizamos a porcentaje, tenemos los siguientes valores: 48.5, 57.5 y 73.5%, para SAPAC, AGUAH y AGSAL, respectivamente.

La figura 7 grafica en el eje de las ordenadas (Ys) la duración promedio en meses del director o gerente en el puesto; y en el eje de las abscisas (Xs) el porcentaje de satisfacción expresada por los usuarios respecto al servicio de agua, drenaje y alcantarillado. Aunque no podemos establecer una relación con significancia estadística, la línea sugiere que, a mayor duración en el puesto del director o gerente, mayor nivel de satisfacción de los usuarios por el servicio.

Figura 7. Nivel de satisfacción contra meses promedio de duración en el puesto del director o gerente del OOA



Fuente: Elaboración propia con datos de ENCIG (2021) figuras 4 y 5; tablas 2-4 de este artículo.



Conclusiones y reflexiones finales

Para el caso del OOA AGUAH la evidencia es clara, cada alcalde ha cambiado al director general a menos una vez y en ocasiones hasta más veces. También, el cambio no solo queda en la cabeza del OOA, permea al menos hasta cinco niveles abajo, 43-46% de rotación transtrienal en puestos de confianza, según los datos que se presentan.

La evidencia de los casos de OOA presentados: SAPAC, AGUAH y AGSAL, muestran que, a mayor duración del director general o gerente en el puesto, mejor evaluado es por los usuarios, como lo mostró la encuesta ENCIG 2021.

Aunque, todavía no está comprobado que un manejo populista del agua (perdonar adeudos, no subir tarifas, etcétera) asegure votos en las urnas; se entiende que pudiera existir un beneficio en las practicas patrimonialistas en la asignación de puestos y en otros manejos que desvían al OOA de su misión y del interés público. El problema público es claro, aunque no está clara la solución. Como el trabalenguas: ¿Cómo despolitizar el OOA? El que lo “despolitice, buen despolitizador será”.

El OOA es el mejor instrumento institucional disponible para garantizar el acceso humano a agua potable, drenaje y alcantarillado. Pero, para fortalecerlos hay que desacoplarlo de los vaivenes políticos.

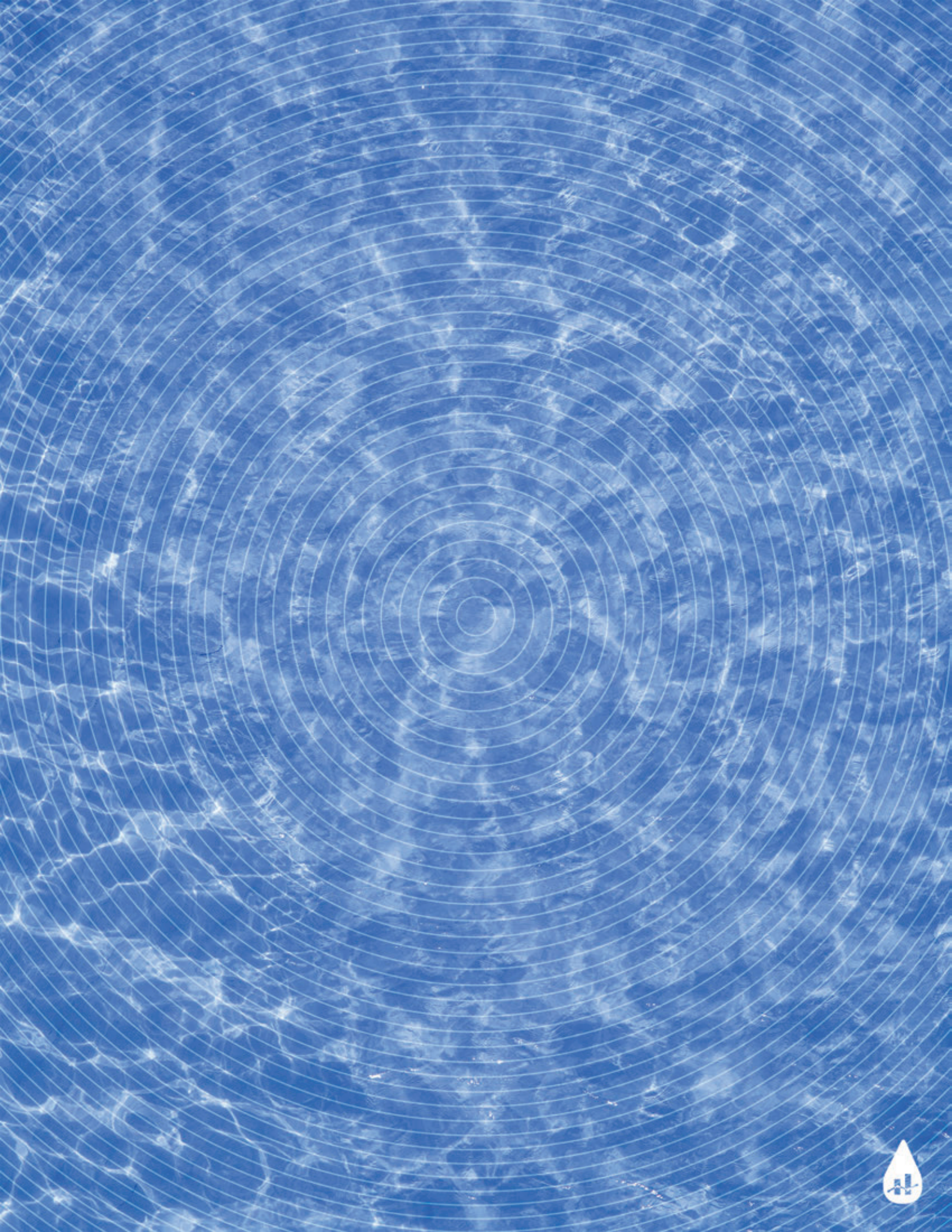
Referencias

- Haro-Velarde, N., y Salazar-Adams, A. (2016). Aguas de Saltillo: La primera experiencia de participación mixta en la gestión urbana del agua en México. En: Fugas de agua y dinero: Factores político-institucionales que inciden en el desempeño de los organismos operadores de agua potable en México. Alejandro Salazar Adams Coordinador. El Colegio de Sonora, Hermosillo, Sonora, México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2021). Encuesta Nacional de Calidad e Impacto Gubernamental ENCIG 2021. <https://www.inegi.org.mx/programas/encig/2021/>
- Ley 249 de Agua del Estado de Sonora. (2006). Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Sonora, No. 51, Sección I, 26 de junio de 2006. Hermosillo, Sonora.



- Loera Burnes, E., y Salazar Adams, A. (2017). Gestión de recursos humanos en organismos de agua de Hermosillo y Mexicali. *Estudios fronterizos*, 18(36), 25-53.
- Pineda Pablos N., Browning-Aiken, Anne y Wilder, Margaret. (2007). Equilibrio de bajo nivel y manejo urbano del agua en Cananea, Sonora. *Frontera norte*, 19(37), 143-172. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73722007000100006&lng=es&tlng=es.
- Pineda Pablos, N. (2008). Nacidos para perder dinero y derrochar agua. El inadecuado marco institucional de los organismos operadores de agua en México. *La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas*, 121.
- Resico, M. F. (2015). Neopatrimonialismo y patronazgo-clientelismo. Una revisión temática de la literatura. *Revista Cultura Económica*, XXXIII (90), 60-75.
- Salazar-Adams, A., Haro-Velarde, N., y Loera-Burnes, E. (2020). Capacidad institucional de los organismos de agua de Saltillo y Hermosillo, México. *Frontera norte* vol. 32n. 00 <https://doi.org/10.33679/rfn.v1i1.1936>
- Salazar-Adams, A., y Méndez-Barrón, R. (2020, p.79). Mucha política y poca administración: Torreón y Hermosillo. En: *El agua en las ciudades del norte y Bajío de México, capacidad institucional y desempeño*. Alejandro Salazar Adams Coordinador. El Colegio de Sonora, Hermosillo, Sonora, México. 53-90







Saneamiento del agua residual de Hermosillo. Silencio en la era del ruido



Leticia Valenzuela Sánchez

Ingeniera Química en Procesos, maestra en Ciencias de los Materiales con especialidad en Legislación Ambiental. Educadora ambiental, diplomada en diferentes materias con enfoque ambiental como daño y riesgo ambiental, sistemas de gestión ambiental, impuestos ambientales, periodismo ambiental, gestión de residuos sólidos, impacto ambiental, ingeniería del agua, entre otros. Cofundadora de "E-green", Soluciones Ambientales; prestadora de servicios ambientales autorizada por la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora y por el Instituto Municipal de Ecología.

Saneamiento del agua residual de Hermosillo.

Silencio en la era del ruido

Leticia Valenzuela Sánchez

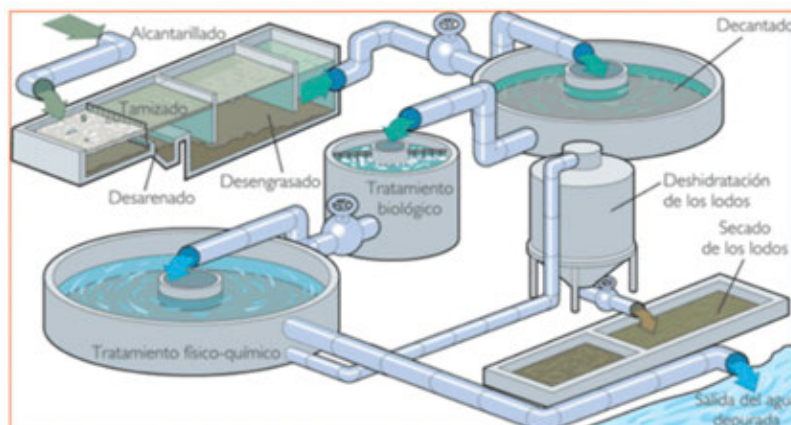
Es curioso que ante el caos y ruido que vivimos actualmente, exista aún tanto silencio en el tema del agua de Sonora. Aunque no es secreta la existencia de los múltiples problemas que se viven en todo el Estado, como la escasez, distribución, administración, medición, alcantarillado, saneamiento, aprovechamiento del agua; en la Ciudad de Hermosillo, sumamos y destacamos el factor **silencio**. El silencio no solo acuna ferozmente a las autoridades del agua de nuestra ciudad, sino también al ciudadano e instituciones que no cuestionan y se conforman ante tanta desinformación. Esta situación es preocupante debido a que representa un riesgo para la industria, el desarrollo económico, la protección ambiental, y el bienestar general de la ciudad y sobre todo de sus habitantes.

Durante años el ciudadano promedio ha desconocido el destino de su agua residual; la información manejada en la mayoría de las viviendas es la queja por la cuota de alcantarillado y saneamiento, que mes a mes aparece en el recibo por el servicio del agua. De poder tener acceso a la información sobre la importancia del manejo y saneamiento del agua residual de la ciudad, los usuarios comprenderían la necesidad de los cargos mensuales mencionados y el panorama de quejas probablemente sería distinto.

Si a ti, al igual que a la mayoría, te interesa el tema, pero lo desconoces, aquí te cuento un poco esperando te sumes a la lista de ciudadanos comprometidos con el futuro de su ciudad.



Figura 1. Imagen representativa de la planta de tratamiento de agua residual



Fuente: Ingeniería ambiental, <https://ingenieriaambiental.net/wp-content/uploads/ptar.jpg>

El Organismo Operador de Agua (OOA) de Hermosillo, cuenta con cinco Plantas Tratadoras de Agua Residual (PTAR Hermosillo, PTAR la Sauceda, PTAR los arroyos, PTAR San Pedro y PTAR Miguel Alemán); existe una sexta PTAR que se encuentra en la Unison, pero en un futuro cercano se entregará a la universidad en su totalidad por lo que la quitaremos de la mira.

Podemos imaginar con los nombres de cada Planta, que hay tres PTARs que destacan en el casco urbano de la ciudad, la principal es la PTAR Hermosillo (capacidad: 2,500 L/s) que es donde mayormente se descargan las aguas residuales de los hogares hermosillenses y algunas empresas del parque industrial, seguida de las PTAR de Los Arroyos (capacidad: 116 L/s), y la PTAR de La Sauceda (capacidad: 50 L/s).

En teoría el agua de desecho de nuestros hogares se descarga en el alcantarillado municipal que conduce el volumen de agua residual hacia la PTAR Hermosillo, donde pasa por una serie de etapas de tratamiento para mejorar su calidad y poder ser reutilizada; aprovechándose en diferentes actividades; principalmente para riego.

La PTAR de Hermosillo inició operaciones en el 2016, legalmente está a cargo y es operada por una empresa concesionaria (externa al municipio) conocida con el nombre de TIAR Hermosillo S.A.P.I. de C.V. y aunque en el 2020 parecía que el organismo operador de Agua de Hermosillo tomaría las riendas de la operación, la realidad es que la



concesión no fue retirada, y la empresa concesionaria sigue a cargo de la PTAR como en un inicio. La diferencia ahora es que, tras años de lucha e incertidumbre, la PTAR Hermosillo ha sufrido daños infraestructurales por falta de mantenimiento y la deuda con la empresa concesionaria ha crecido.

Al respecto, el Organismo operador de Agua de Hermosillo nos menciona que este año se han iniciado remodelaciones y mantenimientos intensivos en la PTAR, y se espera el inicio de nuevos proyectos de reúso y aprovechamiento de las aguas tratadas para recuperar el recurso.

Claro está, que no todo puede ser malo cuando se trata de darle una segunda oportunidad de vida a un recurso natural tan importante como lo es el agua. Y aunque es poca la información pública de la calidad, manejo y aprovechamiento de nuestras aguas residuales, sabemos que alrededor de un 80% del agua tratada en la PTAR Hermosillo se utiliza para riego.

Se tiene comprometido un volumen de 45 millones de $\text{m}^3/\text{año}$ de agua tratada para riego de parcelas en diferentes ejidos. Además, actualmente ya se utiliza el agua tratada para riego de áreas verdes en parques y jardines de la ciudad, estimándose un volumen de 8,000 $\text{m}^3/\text{año}$ de agua tratada enviado en pipas para este uso.

Por otro lado, desde el 2001 se suministran 20 L/s de aguas negras hacia la empresa Unión Fenosa para la operación de la central termoeléctrica en antiguos terrenos del ejido La Manga. Y se espera suministrar también agua residual a la zona en desarrollo de Basalto y Altozano para riego de áreas verdes y lago artificial; esto último será posible una vez que el acueducto a La manga quede terminado por completo.

También se espera que en este 2023 se inicie la primera etapa del proyecto de aprovechamiento del agua tratada de la PTAR la Sauceda, que consiste en enviar 1.6 millones de $\text{m}^3/\text{año}$ de agua tratada hacia el parque industrial para suministrar a empresas que contraten este servicio. Siendo la empresa Ford una de las principales empresas consumidoras interesadas. El inicio de este proyecto se estima comenzará a mediados de este año, terminando en 2024 para comenzar a operar la primera etapa. Se proyecta una segunda etapa que llegue hasta CEMEX pero



hasta el momento no se han hecho públicos los documentos que acrediten estas obras.

Es mucho lo que está en juego entorno a las PTAR de nuestro casco urbano. Es momento para cuestionarnos si Hermosillo está en condiciones operativas para enfrentar los retos e ir en el camino de una economía circular. No solo hacen falta remodelaciones o mantenimientos intensivos a nuestras PTAR, si no que debemos atender los lineamientos de la nueva y más exigente NOM-001-SEMARNAT-2021 que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación y que recién entrará en vigor en marzo 2023.

Lo último que se supo sobre el cumplimiento de los parámetros basados en los límites permisibles de la antigua norma (NOM-001-SEMARNAT-1996); es que la PTAR Hermosillo **no cumplía** con lo ahí establecido y que las multas y sanciones millonarias a las que el Organismo Operador del Agua (OOA) municipal es acreedor seguían acumulándose.

Recordemos que el incumplimiento a los parámetros establecidos para la descarga fue una de las razones por las que la antigua administración pretendía rescindir la concesión con la empresa TIAR; sin embargo, se demostró que la calidad del agua al entrar a la PTAR Hermosillo no cumple con lo acordado en los datos proporcionados para el diseño. En pocas palabras, el agua residual de la ciudad es más sucia de lo que se estableció al iniciar el proyecto con TIAR, por lo que ahora se deberán realizar adecuaciones en el proceso de tratamiento, para alcanzar la calidad requerida en el agua a descargar y cumplir con la norma oficial mexicana.

He aquí la importancia de que se transparenten los programas de cumplimiento a los que se someterá el municipio para cumplir con la nueva normativa de aguas residuales y evitar nuevas multas.

Definitivamente la operación y el mantenimiento de un sistema de tratamiento de agua residual nunca ha sido sencillo y ni TIAR ni el OOA tienen un camino fácil, por lo que se requerirá de más alianzas, presupuestos, controles, recursos humanos, entre otras cosas para lograr las metas. Pues en este caso la intención no será suficiente.



Existe un gran potencial en el aprovechamiento del agua tratada de la ciudad, muchas oportunidades de mejora y sin duda alguna Hermosillo cuenta con profesionales capacitados; tanto fuera como dentro del OOA; que podrían lograr el éxito de estos proyectos que involucran el destino final del agua residual. **Claramente es necesario romper con el silencio** en la ciudad a todos los niveles y comenzar a visualizar las alternativas posibles para la gran cantidad de aguas residuales tratadas con que cuenta actualmente la ciudad de Hermosillo.

Figura 2. Imagen de la Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR Hermosillo)

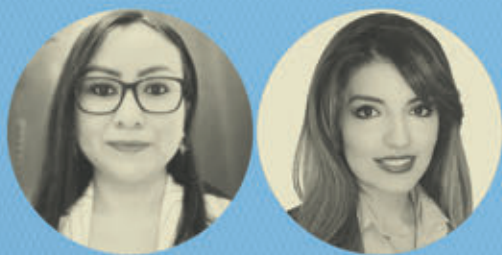


Fuente: Grupo Fypasa, <https://www.youtube.com/watch?v=mAM3HuHPu8Q>





Hermosillo en camino hacia una Economía Circular... ¿Mito o realidad?



**Aurora M. Pat-Espadas y
Leticia Valenzuela Sánchez**

Aurora M. Pat-Espadas

Doctora en Ciencias Ambientales, su línea de investigación se centra en procesos biológicos e híbridos (fusión con nanotecnología, materiales adsorbentes, tecnologías de energías alternativas, etc.) para el tratamiento/recuperación de aguas/efluentes contaminados (orgánicos e inorgánicos).

Leticia Valenzuela Sánchez

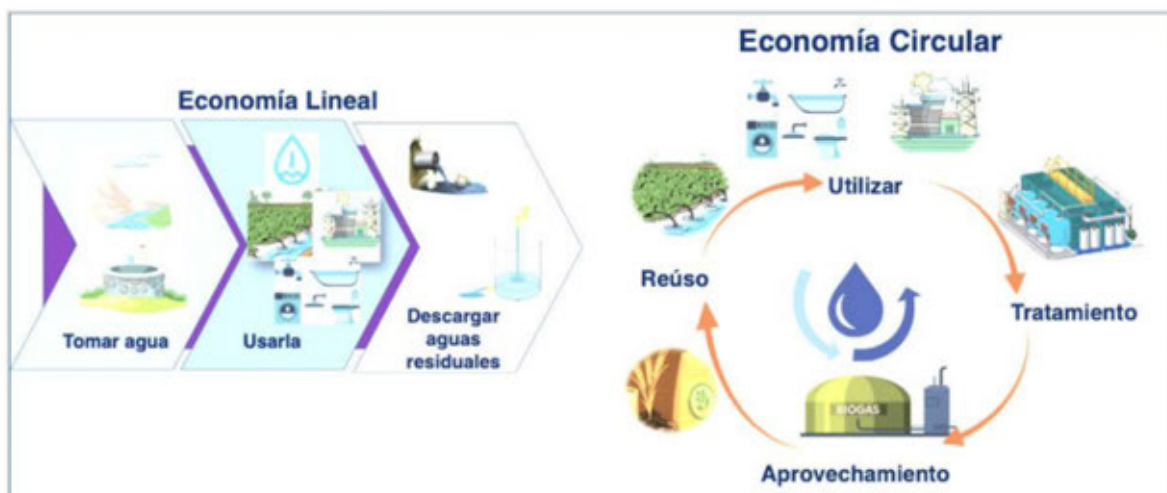
Ingeniera Química en Procesos, maestra en Ciencias de los Materiales con especialidad en Legislación Ambiental. Educadora ambiental, diplomada en diferentes materias con enfoque ambiental como daño y riesgo ambiental, sistemas de gestión ambiental, impuestos ambientales, periodismo ambiental, gestión de residuos sólidos, impacto ambiental, ingeniería del agua, entre otros. Cofundadora de "E-green", Soluciones Ambientales; prestadora de servicios ambientales autorizada por la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora y por el Instituto Municipal de Ecología.

Hermosillo en camino hacia una Economía Circular... ¿Mito o realidad?

Aurora M. Pat-Espadas y Leticia Valenzuela Sánchez

En un enfoque actual dentro del tratamiento de aguas residuales se puede y debe incluir el reúso del agua, la valorización de residuos sólidos, recuperación de nutrientes y otros productos de valor agregado. Esto cae dentro de lo que ahora conocemos como economía circular (cambiar de plantas de tratamiento de aguas a plantas de procesamiento de aguas), por que definitivamente todo puede ser aprovechado (figura 1).

Figura 1. Enfoque de economía lineal y economía circular en el agua



Fuente: Elaboración propia con diversos insumos tomados de Internet.

Entonces ¿qué es la economía circular?, esta ha sido definida como un modelo de producción y consumo, pero que implica compartir, arrendar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes durante el mayor tiempo posible. Logrando de esta forma alargar el ciclo de vida de los productos. En la práctica, implica reducir al mínimo los residuos. Cuando un producto llega al final de su vida, sus materiales se mantienen dentro de la economía siempre que sea posible gracias al reciclaje. Estos se pueden utilizar productivamente una y otra vez, creando así más valor. Este modelo es diferente del modelo económico lineal tradicional, que se basa en **tomar-hacer-consumir-tirar** (European Parliament, 2015).



Llevando este concepto al tratamiento de aguas, tenemos que como en cualquier proceso, en la operación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) se obtienen “residuos” como el exceso de lodos, que pueden ser aprovechados para la generación de biogás y posteriormente co-generación de energía eléctrica, amortiguando así la demanda energética inherente al proceso de tratamiento. Sin embargo, de acuerdo con lo reportado, este aprovechamiento para la PTAR Hermosillo; que debería corresponder al 40% del suministro de energía requerido; no se ha podido realizar hasta la fecha (a más de 6 años de la puesta en marcha de la PTAR).

En este sentido, podemos mencionar la opción de incluir energía solar (celdas fotovoltaicas) para complementar el abastecimiento de energía requerido por la PTAR y disminuir así el costo del servicio brindado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

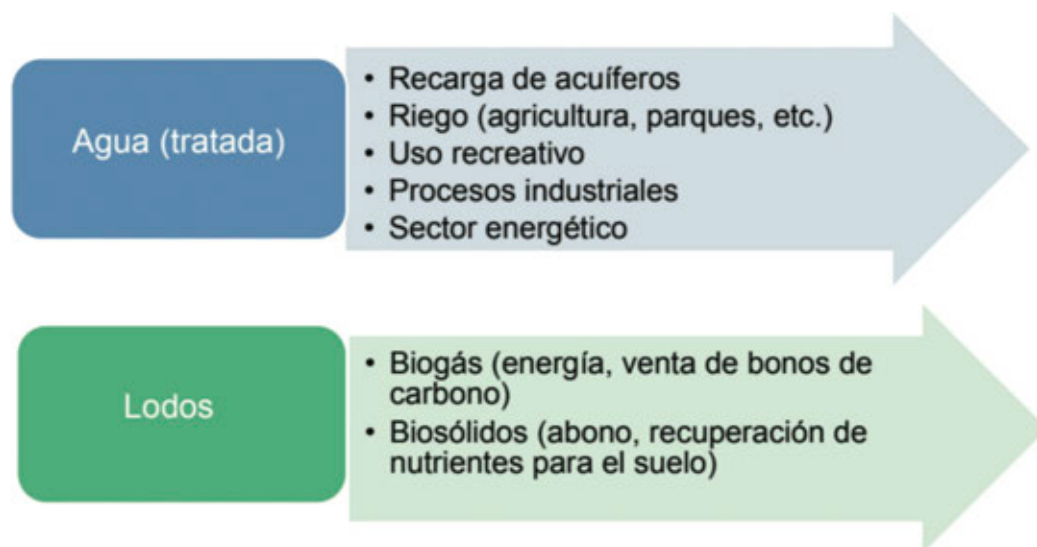
Otras áreas de oportunidad que saltan a la vista son el aprovechamiento del lodo inactivo en la remoción de nutrientes para producir fertilizantes. El tratamiento de aguas residuales y por lo tanto las PTAR's en general, debe estar enfocado en procesos eficientes y eficaces, con inclusión de tecnologías sostenibles.

Algo que vale la pena no perder de vista, es que, siendo Hermosillo, Sonora, la ciudad de clima árido seco, más poblada de México (López-González et al., 2021), se caracteriza por sus altas temperaturas y donde se ha constatado que la disponibilidad de agua es cada vez más limitada, por lo que el reúso y aprovechamiento del agua residual es una necesidad ferviente.

El agua tratada se puede usar para riego agrícola, riego de áreas verdes, procesos productivos y hasta para consumo humano; por supuesto que para esto último deben cumplirse estrictos criterios de calidad. De establecerse este modelo podría sostenerse el proceso de tratamiento ya que el agua tratada de calidad representaría un ingreso para el Organismo Operador de Agua (OOA), además una parte del agua tratada podría emplearse para la recarga de acuíferos y combatir así la crisis del agua que vivimos en la ciudad de Hermosillo (figura 2).



Figura 2. Usos aprovechables al aplicar economía circular al tratamiento de aguas residuales



Fuente: Elaboración propia.

Algunas razones por las que no se ha podido lograr un aprovechamiento total del agua residual tratada son la falta de infraestructura para su distribución y la adecuación de ciertas etapas del tren de tratamiento, para cumplir con las condiciones de descarga normadas; ya que los parámetros de calidad del agua tratada deben coincidir con los requeridos por el usuario.

Aunado a esto último el 11 de marzo de 2021 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la Nación y que suple la versión de 1996. En resumen, esta nueva norma es más exigente con algunos de los parámetros que se establecen, y por supuesto que esta modificación tiene implicaciones directas a la operación de la PTAR Hermosillo, ya que es la norma que aplica al descargar el agua tratada en el suelo (propiedad de la Nación) mediante el riego (ver tabla 1).

Dentro de los parámetros más importantes que establece y/o modifica esta nueva norma se encuentran; la temperatura (límite máximo de descarga de 35 °C), nitrógeno y fósforo total (remoción indistintamente del tipo de cuerpo receptor con valores que oscilan entre 25 a 35 mg/L y 5 a 21 mg/L para el fósforo y nitrógeno total, respectivamente).



Además, se incorporaron los parámetros de Demanda Química de Oxígeno (DQO), Carbono Orgánico Total (COT), el color verdadero (determinado a tres longitudes de onda que abarcan casi por completo el espectro de color visible en lugar de la escala Pt-Co utilizado típicamente para la medición de este parámetro) y la toxicidad (2 Unidades de Toxicidad [UT] a 15 minutos de exposición que corresponde a una toxicidad moderada).

Tabla 1. Comparativa de la NOM-001-SEMARNAT-1996 vs NOM-001-SEMARNAT-2021

NOM-001-SEMARNAT- 1996	NOM-001- SEMARNAT- 2021
Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos.	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales, con el fin de proteger, conservar y mejorar la calidad de las aguas y bienes nacionales.
Clasificación de las descargas: - Uso en riego agrícola (A) • Uso público urbano (B) • Protección de vida acuática (C) • Uso en riego agrícola (A) • Uso público urbano (C) • Explotación pesquera, navegación (A)	Clasificación de las descargas: • Ríos, arroyos, canales, drenes • Embalses, lagos y lagunas • Zonas marinas mexicanas • Suelo: riego de áreas verdes, infiltración y otros riegos, cárstico
Concentrado de contaminantes básicos: No se indica la DQO como un parámetro a medir	Concentrado de contaminantes básicos: DQO que varía entre 60 y 150 mg/L
Concentrado de contaminantes básicos: No se indica la DQO como un parámetro a medir Concentrado de contaminantes básicos: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) de 150 mg/L	Concentrado de contaminantes básicos: DQO que varía entre 60 y 150 mg/L Concentrado de contaminantes básicos: Eliminación del parámetro DBO



NOM-001-SEMARNAT- 1996	NOM-001- SEMARNAT- 2021
Concentrado de contaminantes: Sólidos sedimentables de 1 mL/L y materia flotante ausente	Concentrado de contaminantes básicos: Eliminación de los parámetros sólidos sedimentables y materia flotante
Concentrado de contaminantes: No se indica el color verdadero como un parámetro a medir	Concentrado de contaminantes básicos: Límite de calidad establecido en base al coeficiente de absorción espectral máximo en relación con la longitud de onda
Concentrado de contaminantes básicos: Toxicidad aguda menor o igual a 2 UT a los 15 minutos de exposición	Concentrado de contaminantes básicos: Sólidos suspendidos totales entre 20 y 100 mg/L Nitrógeno total entre 15 y 25 mg/L Fósforo total entre 5 y 15 mg/L pH entre 6 y 9 UpH
Concentrado de contaminantes básicos: Sólidos suspendidos totales entre 40 y 150 mg/L Nitrógeno total entre 25 y 60 mg/L Fósforo total entre 5 y 20 mg/L pH entre 5 y 10 UpH	Concentrado de contaminantes básicos: Sólidos suspendidos totales entre 20 y 100 mg/L Nitrógeno total entre 15 y 25 mg/L Fósforo total entre 5 y 15 mg/L pH entre 6 y 9 UpH
Concentrado de contaminantes básicos: Coliformes fecales de 1000 NMP/100 mL para todos los tipos de descarga y 2000 NMP/100 mL para uso en riego agrícola	Concentrado de contaminantes básicos: Escherichia coli entre 50 y 250 NMP/100 mL Enterococos fecales entre 50 y 250 NMP/100 mL

Fuente: Elaboración propia.

Desde el punto de vista tecnológico, podríamos decir que los cambios en la norma (específicamente la remoción de nutrientes como el nitrógeno y fósforo) no representan un reto, porque ya se conoce la tecnología para alcanzar ese objetivo. De hecho, en México existen ya ejemplos de plantas de tratamiento industriales y municipales que logran este propósito.

Sin embargo, un punto importante a considerar es que, si hay que realizar adecuaciones a la infraestructura existente, se requerirán de inversiones y por lo tanto se deberán contemplar aspectos económicos,



vinculaciones académicas y diferentes alianzas con el sector productivo, con la finalidad dar mejor respuesta ante estas demandas.

Según la Comisión Estatal del Agua (CEA), de acuerdo con las propuestas de solución consideradas por Agua de Hermosillo en el 2020, ya se contemplaba la ampliación de la PTAR con un módulo adicional de 500 L/s. Pero “del dicho al hecho hay mucho trecho”, y nos toca esperar a que se oficialicen y publiquen las obras aprobadas para las adecuaciones de la PTAR Hermosillo.

Si bien, Hermosillo ha ido dando pasos pequeños con buena intención, aún le falta mucho para lograr una economía circular. Parece lejano, pero puede que la sequía, escasez y/o mala distribución del agua, orillen a las autoridades a optar por estas alternativas, que, aunque requieren de inversión y de una buena gestión, indudablemente es mejor que no tener agua el día de mañana.

Definitivamente el modelo económico de Hermosillo debe migrar al enfoque de reducir, reutilizar y reciclar recursos, materiales e insumos, con una visión sostenible y amigable con el ambiente. Y aunque el hecho de contar con diferentes PTARs en Hermosillo nos dé una esperanza en que se vuelva realidad la economía circular; lo cierto es que aún no se logra una operación eficiente de las plantas de tratamiento, y quedan muchas otras áreas que explorar (como el resto de los residuos municipales) para alcanzar las metas.

Las perspectivas para alcanzar las metas de una economía circular son muy variadas, y se requieren mejoras en los procesos y datos, no solo con respecto al agua si no al resto de residuos. La armonización de las metodologías de informes municipales permitiría eliminar la incertidumbre relacionada con la comparabilidad de los datos que son una barrera para la evaluación del progreso y la efectividad de las medidas y decisiones a tomar.

La economía circular presenta una oportunidad para todas las organizaciones en la mejora de sus procesos para que sean más eficientes y produzcan un menor impacto. Además, este enfoque ofrece la oportunidad a nuevos modelos de negocio. Con ambas situaciones, se lograría el aumento de la competitividad de la ciudad y su posicionamiento, logrando una mejor calidad de vida en camino a la



sostenibilidad brindando soluciones donde los residuos se transformen en nuevos recursos.

Referencias

European Parliament News. 2015. Circular economy: definition, importance and benefits.

<https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits>

López-González, F. M., Navarro-Navarro, L. A., Díaz-Caravantes, R. E., y Navarro-Estupiñan, J. (2021). *Cobertura vegetal y la distribución de islas de calor/oasis urbanos en Hermosillo, Sonora*. 33(6), 1-32. <https://doi.org/10.33679/rfn.v1i1.2088>

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2022). NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5645374&fecha=11/03/2022#gsc.tab=0

Diario Oficial de la Federación (DOF). (1997). NORMA Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4863829&fecha=06/01/1997#gsc.tab=0





Visiones futuras de resiliencia para la ciudad de Hermosillo: Una perspectiva ciudadana

**Agustin Robles-Morua¹, Vivian Hobbins², Javier Navarro³,
Eduardo Hinojosa⁴, Lupita Peñuñuri⁵, Nancy Grimm⁶, Marta Berbes⁷,
Timon MacPhearson⁸, David Iwanec⁹, Tisha Muñoz-Erickson¹⁰, Waverly Klaw²**

¹ Instituto Tecnológico de Sonora, Depto. Ciencias del Agua y Medio Ambiente. Coordinador ciudad de Hermosillo de la Red de Investigación sobre Resiliencia Urbana a Eventos Extremos (UREx SRN).

² Sonoran Institute.

³ Servicio Integral de Teledetección S.A.de C.V.

⁴ World Resources Institute México.

⁵ RPS Sociedad Creativa.

⁶ Arizona State University, Global Institute of Sustainability, School of Life Sciences.

⁷ University of Waterloo, School of Planning.

⁸ The New School, Tishman Environment and Design Center.

⁹ Georgia State University, Urban Studies Institute and Andrew Young School of Policy Studies.

¹⁰ US Department of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry.

Visiones futuras de resiliencia para la ciudad de Hermosillo: Una perspectiva ciudadana

Agustín Robles-Morúa, Vivian Hobbins, Javier Navarro,
Eduardo Hinojosa, Guadalupe Peñúñuri, Nancy Grimm,
Marta Berbes, Timon MacPhearson, David Iwanec,
Tisha Muñoz-Erickson y Waverly Klaw

Introducción

Durante el 2017 y el 2018 se llevaron a cabo dos talleres diseñados para planificar escenarios futuros para la ciudad de Hermosillo. Los talleres fueron organizados por la Red de Investigación sobre Resiliencia Urbana a Eventos Extremos (UREx SRN) y por el Instituto Municipal de Planeación Urbana (IMPLAN). El objetivo de los talleres fue crear visiones futuras que permitan a la ciudad ser más resiliente a eventos extremos climáticos y para apoyar la planeación y el desarrollo urbano generando escenarios futuros mediante un proceso participativo y anticipativo. Este ejercicio fue útil para promover la resiliencia ante eventos extremos climáticos. Alrededor de 60 profesionales, administradores, tomadores de decisiones, líderes de organizaciones civiles y comunitarias, diseñadores y profesores, de distintas instituciones se reunieron en el Hotel Araiza, en Hermosillo, Sonora para desarrollar escenarios que sean adaptativos a eventos extremos de sequías, inundaciones urbanas y olas de calor.

Además, trabajaron en generar escenarios transformadores, que aspiran a futuros deseables que transformen la infraestructura de la ciudad. A través de varias actividades, los participantes definieron las metas y estrategias para cada escenario, y especificaron cuándo y dónde se darán éstos. Al final los participantes presentaron sus visiones de Hermosillo del 2080 usando varios métodos, incluyendo narrativas como cuentos de personajes imaginarios que viven en Hermosillo en el año 2080 y a través de ilustraciones visuales. Los talleres de generación de escenarios se enfocaron en seis mesas con temas prioritarios que fueron previamente definidos mediante la aplicación de una encuesta que llenaron los mismos participantes del taller. A continuación, se presentan los resultados resumidos de cada mesa y los paquetes de estrategias que se generaron, en este trabajo hacemos un enfoque a las estrategias relacionadas al manejo y conservación del agua. También se presentan



áreas de oportunidad desde la perspectiva de los talleres de escenarios futuros y de los programas de conservación impulsados por el Sonoran Institute.

Proceso para generar escenarios

Los participantes trabajaron en definir los objetivos y las principales estrategias e indicadores que querían usar para definir cómo debería ser Hermosillo en el año 2080. Se presentaron varias estrategias sociales, ecológicas, y de infraestructura que se han implementado en intervenciones de adaptación y resiliencia en otras ciudades del mundo. El equipo de UREx SRN presentó una visión de la infraestructura de la ciudad como un sistema que incorpora la búsqueda de soluciones en los aspectos sociales, ecológicos y tecnológicos y ayudar a enmarcar de manera integral las diferentes dimensiones de la ciudad para que sea más resiliente. Varias actividades fueron diseñadas para facilitar la construcción de los escenarios a base de las siguientes preguntas:

- PASADO, PRESENTE Y FUTURO: ¿Qué significa un Hermosillo sustentable y resiliente en el año 2080?
- OBJETIVOS Y DESAFÍOS: ¿Qué estrategias SETS (Social Ecological and Technological Systems) son necesarias para lograr los objetivos del escenario futuro?
- ESTRATEGIAS Y METAS: ¿Qué metas precisas son necesarias para lograr las estrategias SETS?
- ESPECIFICIDAD: ¿Cuándo necesitan ocurrir las estrategias y en que secuencia para lograr las metas propuestas? ¿Dónde deben ocurrir las estrategias, y para el beneficio de quiénes?
- NARRATIVAS: ¿Cómo se vería la ciudad de Hermosillo para una persona viviendo en el año 2080?

Los participantes fueron divididos en seis mesas de trabajo, las cuales se presentan a continuación, de acuerdo con su experiencia laboral e interés.



RESULTADOS

Escenarios Adaptativos

A) MESA DE SEGURIDAD DEL AGUA

Objetivos y retos: Ciudad modelo en el desierto a nivel mundial referente a la administración del agua. Valorar y conservar las fuentes de abastecimiento de agua que permitan la sustentabilidad en la región y sus habitantes. Población educada en el uso y manejo eficiente del agua. Infraestructura para el reúso de agua tratada (línea morada). Economía circular del agua.

Imagen 1. Mesa de Seguridad del Agua



B) MESA DE DESARROLLO URBANO E INTELIGENTE

Objetivos y retos: Elaboración del Reglamento Municipal de Desarrollo Urbano incluyendo la sección de reducción de riesgos en los asentamientos urbanos. Aplicación de la ley promoviendo la concientización ciudadana y el uso de la tecnología para la conservación de los recursos naturales, en particular el agua. Integración entre la ciudad y las áreas naturales para establecer los límites de la mancha urbana y restringir su crecimiento horizontal. Promover que la población sea compacta, diversa y policéntrica.



Imagen 2. Mesa de Desarrollo Urbano Inteligente



C) MESA DE CIUDAD SEGURA

Objetivos y retos: Hermosillo seguro, sustentable y confiable. Una ciudad ordenada y limpia, con una comunidad organizada e incluyente.

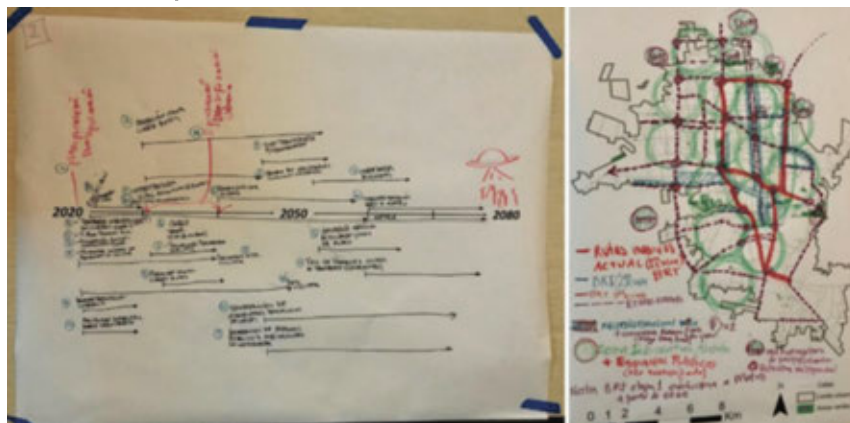
Imagen 3. Mesa de Ciudad Segura



D) MESA DE MOVILIDAD Y TRANSPORTE

Objetivos y retos: Hermosillo rediseñado con un sistema de movilidad integral. Movilidad con cero emisiones y con cero accidentes viales. Sistema de transporte confiable y eficiente utilizando tecnologías de información. Creación de zonas libres de automóviles donde los ciudadanos puedan desplazarse cómodamente a pie o en bicicleta. Desarrollar programas de educación que promuevan una nueva cultura de transporte público eficiente, equitativo e incluyente en la ciudad.

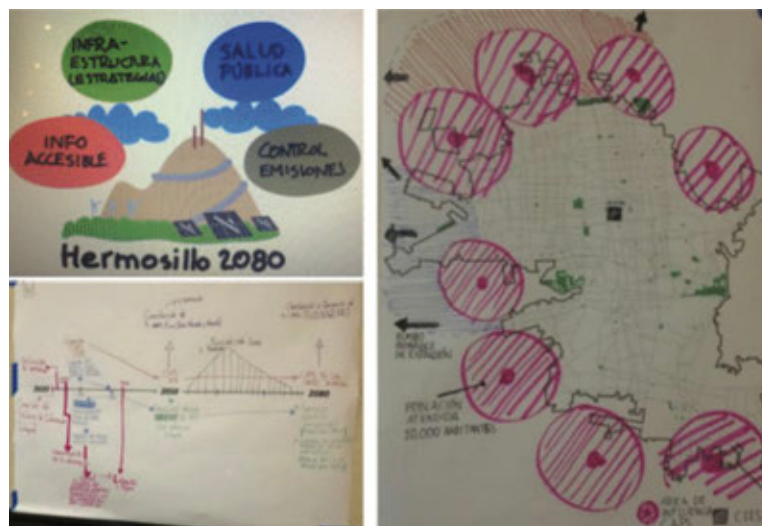
Imagen 4. Mesa de Movilidad y Transporte



E) MESA DE SALUD AMBIENTAL

Objetivos y retos: Mejorar el sistema de atención a la salud con un sistema de cobertura universal. Implementar estrategias de infraestructura verde. Mitigar y controlar los contaminantes en aire, agua y suelo, etc. Crear un sistema de información integral en salud ambiental.

Imagen 5. Mesa de Salud Ambiental



F) MESA DE INNOVACION Y COMPETITIVIDAD ECONOMICA

Objetivos y retos: Ciudad eléctrica y del conocimiento. Plataforma de innovación valorizando todos los ámbitos de la industria del conocimiento y servicios urbanos. Ciudad del sol utilizando energías limpias en el sector agrícola. Centros de arte y cultura.

Imagen 6. Mesa de Innovación y Competitividad Económica



Estrategias con enfoque en el manejo del agua

Actualmente, ciudades alrededor del mundo afrontan los efectos del cambio climático. Esto no es diferente para la ciudad de Hermosillo. Algunas de las tendencias observadas en la región del Noroeste de México, y se espera continúen en el futuro, son: incrementos de temperatura, los cambios en los patrones de precipitación, inundaciones o lluvias torrenciales y mayor exposición a olas de calor excesivo. Aunado a esto, se espera que el crecimiento poblacional en las zonas urbanas pondrá un mayor estrés y demanda en el recurso hídrico.

Por este motivo, hicimos una compilación de las estrategias, generadas durante los dos talleres de escenarios llevados a cabo en Hermosillo, con enfoque en el manejo del agua y se presentan a continuación.



1. Estrategias destinadas a absorber y capturar agua de lluvia y aguas pluviales

PAQUETE #1	Principales Estrategias Generadas
Ciudad Esponja Objetivo: Utilizar agua de lluvia para reducir inundaciones y aumentar el suministro de agua a través de la recarga de acuíferos en las zonas urbanas y periurbanas.	Rediseño y reconstrucción de calles para crear corredores verdes.
	Proyecto línea morada para el reúso de aguas residuales tratadas.
	Rehabilitación de infraestructura hidráulica.
	Gestión de agua de lluvias para la recarga de acuíferos.
	Transformación de drenajes pluviales a corredores verdes.
	Uso de infraestructura permeable en calles y áreas públicas.
	Construcción de jardines de lluvia.
	Regular a las empresas constructoras para la implementación de diseños bioclimáticos e infraestructura verde, y desarrollo urbano para el control de la expansión.
	Establecimiento de una red multidisciplinaria que participe en la toma de decisiones alrededor de la gestión del agua.



2. Estrategias destinadas a la minimización de la dispersión urbana, movilidad sostenible y conectividad

PAQUETE #2 y #3	Principales Estrategias Generadas
Infraestructura Inteligente y Espacios que funcionan Objetivo: Desarrollo e impacto urbano adecuado. Crear un sistema inteligente para promover prácticas de desarrollo sostenible y maximizar beneficios ambientales, lo que como resultado impactaría el uso eficiente del agua.	Desarrollar planes y proyectos piloto de desarrollo urbano inteligente.
	Establecimiento de una red de parques urbanos que estén vinculados para maximizar los beneficios ambientales.
	Programas y regulaciones de cambio de uso de suelo que fomenten tipos específicos de inversión.
	Crear una plataforma local para la innovación que involucre a actores privados, académicos y sociedad civil.
	Espacios públicos transitables y accesibles.
	Uso de infraestructura permeable en calles y áreas públicas.
	Sectorización de plantas de tratamiento de agua.
	Implementar códigos para la construcción que resulten en edificios y vecindarios más sostenibles (conservación de agua y energía, reducción de desechos, eliminación de la contaminación).
	Desarrollo y densificación de subcentros urbanos. Ciudad policéntrica.
	Promover el uso de especies nativas que usan poca agua en espacios públicos.
	Creación de zonas libres de vehículos con beneficios ambientales como recarga de acuíferos.
	Parques gestionados por asociaciones públicas y privadas.
	Reutilización y modernización de edificios abandonados, promover edificios inteligentes que generan cero residuos y capturan lluvia.



3. Estrategias encaminadas a reducir/eliminar los problemas de contaminación del aire, agua y suelos

PAQUETE #4	Principales Estrategias Generadas
Calidad de los Recursos Naturales Objetivo: Conservación e uso eficiente del agua y protección del medio ambiente.	Implementación de sensores remotos para la gestión de la calidad y cantidad de agua en el casco urbano de la ciudad.
	Incrementar las reservas naturales en el municipio como una forma de proteger las fuentes de agua y áreas potenciales de infiltración natural.
	Captura de polvo mediante infraestructura verde.
	Reducir la contaminación atmosférica mediante programas como "Hoy no circula".
	Mejorar el transporte urbano (más fuentes eléctricas) para reducir partículas/contaminación a la atmósfera.
	Implementar un sistema de salud ambiental coordinado entre los diferentes niveles de gobierno, ONG, ciudadanos.
	Creación de un sistema integral de información para compartir datos (observatorio socio ambiental urbano).
	Sistema de alerta temprana y sistema de respuesta a emergencias.



4. Estrategias encaminadas al desarrollo de sistemas de transporte eficientes

PAQUETE #5	Principales Estrategias Generadas
Transporte Eficiente Multimodal Incluyente Objetivo: Reducir la contaminación, reestablecer y proteger cauces naturales.	Crear una red de transporte peatonal y ciclista en zonas de inundación, fundamentada en la protección de áreas verdes.
	Mejorar las rutas de evacuación y la accesibilidad.
	Creación de zonas libres de vehículos con áreas verdes que promuevan la recarga de acuíferos y sirvan para proteger a la población de los efectos del calor extremo.
	Mejorar la infraestructura de movilidad y los servicios públicos de la ciudad entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales.
	Establecer campañas de comunicación para el fomento del uso de transporte peatonal y ciclista.



5. Estrategias dirigidas a mejorar el acceso a servicios de salud y seguridad y/o mejorar la salud de la comunidad

PAQUETE #6	Principales Estrategias Generadas
Salud y Seguridad Equitativa Objetivo: Proteger, de manera justa e imparcial, la salud y seguridad de todos los habitantes.	Incrementar las reservas naturales en el municipio como una forma de proteger las fuentes de agua y áreas potenciales de infiltración natural para la recarga de acuíferos.
	Desarrollar e implementar políticas orientadas a la reducción, reutilización y reciclaje del agua y de los residuos sólidos por sector.
	Desarrollar la agricultura urbana como método de captación o reutilización de agua y provisión de alimentos.
	Proporcionar información sobre la salud pública y los riesgos relacionados con el clima a los ciudadanos.
	Establecer un sistema de alerta temprana y sistema de respuesta a emergencias accesible a los ciudadanos (e.g., olas de calor, episodios de alta contaminación atmosférica, mala calidad del agua).

6. Estrategias dirigidas a mejorar la eficiencia en el uso del agua en todos los sectores, reduciendo la demanda de agua

PAQUETE #7	Principales Estrategias Generadas
Conservación del Agua Objetivo: Uso eficiente y evitar desperdicio del agua.	Incrementar la eficiencia de la red de agua potable.
	Distribución de agua con el apoyo de métodos de energía alternativa.
	Implementar programas educativos relacionados con el agua (desde la escuela primaria). Crear un programa de comunicación continua (radio, tv, internet) donde se pueda educar a la ciudadanía.
	Implementar incentivos de pago a tiempo por el agua.
	Gestión de aguas residuales, reutilización 100% agua tratada.
	Construir embalses para gestionar los recursos hídricos regionales.



7. Estrategias dirigidas al cambio de actitudes hacia la implementación de proyectos urbanos sostenibles

PAQUETE #10	Principales Estrategias Generadas
Empoderamiento de la Ciudad y Creación de una Nueva Cultura Objetivo: Establecer un sistema de educación para la ciudadanía y divulgación de prácticas sustentables.	Implementar programas educativos relacionados con el agua (desde la escuela primaria). Crear un programa de comunicación continua (radio, tv, internet) donde se pueda educar a la ciudadanía.
	Desarrollar e implementar políticas orientadas a la reducción, reutilización y reciclaje del agua y de los residuos sólidos por sector.
	Iniciar un programa anticorrupción basado en el monitoreo ciudadano.
	Recibir y escuchar sugerencias en materia de seguridad en la ciudad por parte de un consejo asesor, integrado por expertos.
	Parques públicos gestionados por asociaciones públicas y privadas.
	Crear una plataforma local para la innovación que involucre a actores privados, académicos y sociedad civil.
	Crear programas de desarrollo urbano que incluyan "ojos en la calle" para promover espacios públicos seguros y transitables, gestionados con recursos de la comunidad.
	Empoderamiento de las comunidades para mejorar su economía basado en el uso eficiente de energía y conservación del agua.

Otras estrategias desarrolladas durante el taller fueron: 8) Estrategias encaminadas a encontrar nuevas formas creativas de generar energía y reducir el consumo/demanda, 9) Estrategias encaminadas a generar espacios para la generación de proyectos innovadores sustentables y 10) Estrategias encaminadas a la economía circular y cero residuos (Paquete #8, #9 Y #11). Estas estrategias no son listadas en este artículo, pero están disponibles por petición a los autores.

Oportunidades para la conservación y planeación del manejo del agua.

Hermosillo es una ciudad vibrante, centro de múltiples actividades económicas y de turismo. Además, Hermosillo tiene una economía



próspera a nivel nacional, lo que potencializa su desarrollo en los próximos años. Sin embargo, desde hace varios años afronta una recurrente escasez de agua. Diversos estudios de desarrollo urbano han reconocido la problemática de sustentabilidad ambiental ante una continua expansión urbana, en especial en lo que refiere a llevar agua a sectores que no forman parte de la red de distribución actual (Davis et al., 2017).

Con esto nace la siguiente pregunta ¿Qué estrategias debemos implementar para asegurar el suministro del agua para uso y consumo humano, ante un panorama de crecimiento de la demanda y de incertidumbre en la disponibilidad futura por el cambio climático? Una de las principales estrategias para la conservación del agua en ciudades es replantear una cultura de enfoque en la oferta del agua, a una cultura con enfoque en la administración de la demanda de agua.

Un ejemplo de la búsqueda para replantear esta cultura enfocada en la administración de la demanda es el programa Crecer Inteligentemente en el Uso del Agua (Growing Water Smart) del Sonoran Institute, una organización no gubernamental sin fines de lucro. Este programa se enfoca en ofrecer estrategias a comunidades para la conservación del agua con base en este cambio de enfoque (ver Figura 1).

Figura 1. Cambiando el enfoque de crecimiento urbano y suministro de agua



Fuente: Sonoran Institute (n.d.).



Desde el 2017, Sonoran Institute y Babbitt Center han ofrecido Crecer Inteligentemente en el Uso del Agua (Growing Water Smart, en inglés) a más de 82 comunidades de Estados Unidos. El programa GWS ofrece capacitación, asistencia técnica y establecimiento de redes para integrar de manera más eficaz la planeación de los usos del agua y del suelo a nivel local (Sonoran Institute, n.d.). "Reconocer la convergencia entre el manejo del agua y uso de suelo es uno de los principales impulsores para conservación e incremento de eficiencia en ciudades" (Klaw, 2022).

Algunas de las estrategias impulsadas por el Crecer Inteligentemente en el Uso del Agua son cambios en el código de uso de suelo, empezar auditorías de las políticas actuales para que integren una visión a largo plazo del uso de agua y planeación del desarrollo urbano, revisión de tarifas, educación en la conservación del agua, información acerca de oportunidades de financiamiento, fomento de conexiones entre las diferentes organizaciones que se encargan del manejo de agua y suelo. Algunas otras estrategias, como el uso de infraestructura verde o de bajo impacto, fueron mencionadas en los talleres de escenarios de URExSRN realizados en Hermosillo. El programa Crecer Inteligentemente en el Uso del agua sería un buen catalizador para la implementación de estas creativas propuestas ciudadanas.

Crecer Inteligentemente en el Uso del Agua (programa reconocido y premiado en Estados Unidos) se ofrece de manera competitiva a comunidades que han demostrado un compromiso para integrar de manera más eficaz la planeación de los usos del agua y del suelo a nivel local. Este año, Sonoran Institute y Babbitt Center buscan llevar un programa capacitación y asistencia basado en Growing Water Smart a ciudades fronterizas como Nogales, Sonora. Esto representa una gran oportunidad para actores políticos y de la sociedad civil de Sonora, para adoptar las enseñanzas del programa en ciudades como Hermosillo y el resto del Estado de Sonora.



Referencias

- Davis, D. et al., (2017). Rethinking Hermosillo. Instituto Municipal de Planeación Urbana Hermosillo.
https://www.implanhermosillo.gob.mx/wp-content/uploads/2018/08/Rethinking-Hermosillo-2017_09_27-Spanish-1.pdf
- Sonoran Institute. (n.d.). <https://sonoraninstitute.org/card/gws/>



Anexo

Una narrativa ciudadana del futuro en torno a la seguridad del agua en un hermosillo

SEGURIDAD DEL AGUA

UN DIA CON JORGITO

Jorgito Aliño en un día de verano sale de su casa, ve su banqueta amplia, limpia y con árboles, no vé cableado de líneas eléctricas porque estas son subterráneas. Yendo a su trabajo hace mucho Sol pero camina bajo la sombra de los árboles. Al llegar a la oficina observa que el sistema de agua de riego de jardín de su oficina se regó con aguas de la línea morada de forma automática. El sistema eléctrico de su oficina se abastece con energía solar. Jorgito toma agua de la llave y ya no compra garrafones, cuando se sirvió el vaso del agua verificó el consumo y calidad del agua que aparece en dispositivo del grifo. En su oficina tiene una laguna de aguas residuales tratadas, donde se puede ver flora nativa de la región y fauna nativa como aves migratorias.

Jorgito trabaja en el organismo autónomo independiente de agua de Hermosillo y está verificando el consumo de la ciudad a través de sistemas remotos, trabaja en la verificación de parámetros óptimos de calidad y uso del agua.

Jorgito analiza sus parámetros en sus gráficas de uso óptimo donde figuran sensores positivos verdes y de pronto algún sensor en amarillo que indica que hay algo que está en proceso de reparación y mantenimiento.

Con los nuevos dispositivos de agua reciclada se ha disminuido el porcentaje de gasto de agua, esto lo verificó en su aplicación de celular donde la información le llegó automáticamente.

Jorgito al visualizar el escenario paisajístico empieza a planear la expansión de las metodologías propuestas en el sistema de agua potable hacia otras ciudades de la región, lo que permitirá garantizar el bienestar de las aguas naturales para futuras generaciones.

